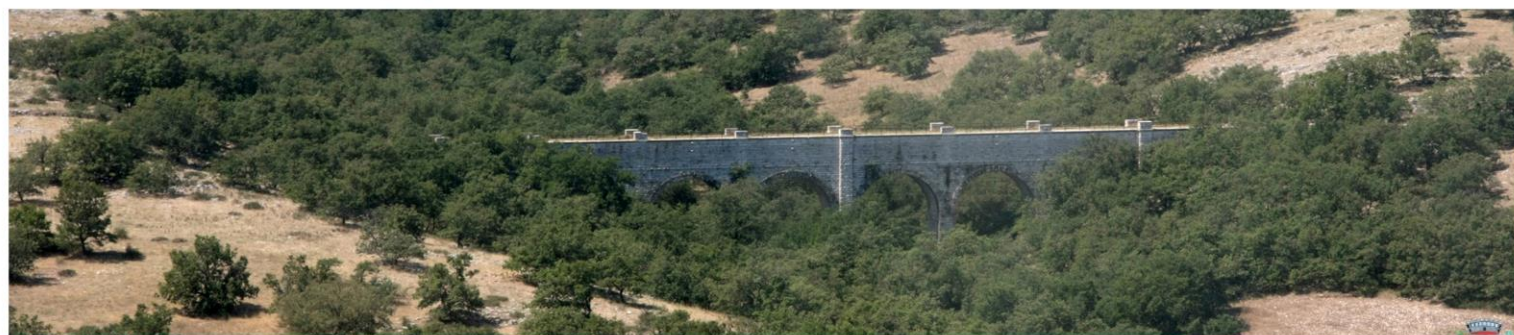




Comune di Ruvo di Puglia



p|u|g| piano urbanistico generale di ruvo di puglia



E L A B O R A T I D I P U G



Ufficio Tecnico Comunale - Ruvo di Puglia

Progettista: Direttore Area 9 - Ing. Vincenzo D'Ingeo

Contributi interni d'ufficio: Direttore Area 10 - Arch. Giambattista Del Rosso

Supporto tecnico-scientifico fino a Marzo 2011

Dip.to di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura - Politecnico di Bari

Responsabile scientifico: Prof. Arch. Nicola Martinelli

Contributo partecipativo:

Ufficio del PUG (Tavolo Tecnico)

Supporto tecnico alla redazione del piano:

Dott.ssa Archeologa Alessia Amato

Ing. V. Francesco Campanale

Arch. Maria Curci

Arch. Marco Lucafò

Dott. Geologo Angelo Ruta

Arch. Roberto Ruta

1. PREMESSA	4
2. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO	4
3. DATI GEOGRAFICI DEL TERRITORIO	5
4. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA DEL TERRITORIO COMUNALE DI RUVO DI PUGLIA.....	6
4.1 Inquadramento Geologico e Strutturale.....	6
4.2 Geomorfologia	15
4.3 Idrografia	20
4.4 Idrogeologia	22
5. CLIMA E PLUVIOMETRIA.....	24
5.1 Fasce climatiche	24
5.2 Temperatura	25
5.3 Precipitazioni	29
5.4 Curve di possibilità pluviometrica	30
5.5 Annali idrologici	32
5.6 Radiazione solare ed eliofania.....	37
5.7 Venti	37
5.8 Neve.....	38
6. RISCHIO IDRAULICO E NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE DEL PAI (AUTORITÀ DI BACINO REGIONE PUGLIA).....	39
6.1 Pericolosità Idraulica	39
Art. 7 Interventi consentiti nelle aree ad alta pericolosità idraulica	39
Art. 8 Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica	40
Art. 9 Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica	42
6.2 Reticolo Idrografico.....	47
6.3 Pericolosità Geomorfologica	48
Art. 12: Interventi per la mitigazione della pericolosità geomorfologica	48
Art. 13: Interventi consentiti nelle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata.....	49
Art. 14: Interventi consentiti nelle aree a pericolosità geomorfologica elevata.....	49
6.4 Galleria di Bonifica Pantano-Mondragone	53

7. SISMICITA'	63
7.1 Quadro normativo di riferimento.....	63
7.2 Sismologia.....	63
7.3 Microzonazione Sismica	67
7.4 Rischio sismico	74
7.5 Liquefazione.....	75
7.6 Densificazione.....	77
7.7 Stabilità dei versanti	77
7.8 Metodologia di indagine sismica a rifrazione	79
7.9 Metodologia di indagine sismica MASW	79
7.10 Parametri elasto-meccanici.....	80
 8. ANALISI GEOMORFOLOGICA, GEOTECNICA E MICROSISMICA DELLE NUOVE AREE DI ESPANSIONE DEL COMUNE DI RUVO DI PUGLIA.....	 83
8.1 Area 1	92
8.1.1 Caratteri locali.....	92
8.1.2 Compatibilità con il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia	97
8.1.3 Indagini geognostiche.....	99
8.1.4 Parametri geotecnici	104
8.1.5 Microzonazione sismica.....	105
8.1.6 Considerazioni conclusive e prescrizioni.....	109
8.2 Area 2	110
8.2.1 Caratteri locali.....	110
8.2.2 Compatibilità con il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia	115
8.2.3 Indagini geognostiche.....	117
8.2.4 Parametri geotecnici	129
8.2.5 Microzonazione sismica.....	130
8.2.6 Considerazioni conclusive e prescrizioni.....	134
8.3 Area 3	136
8.3.1 Caratteri locali.....	136
8.3.2 Compatibilità con il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia	140
8.3.3 Indagini geognostiche.....	142
8.3.4 Parametri geotecnici	151
8.3.5 Microzonazione sismica.....	152
8.3.6 Considerazioni conclusive e prescrizioni.....	155
8.4 Area 4	156
8.4.1 Caratteri locali.....	156
8.4.2 Compatibilità con il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia	160
8.4.3 Indagini geognostiche.....	162
8.4.4 Parametri geotecnici	168
8.4.5 Microzonazione sismica.....	169
8.4.6 Considerazioni conclusive e prescrizioni.....	170

8.5 Area 5	171
8.5.1 Caratteri locali.....	171
8.5.2 Compatibilità con il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia	176
8.5.3 Indagini geognostiche.....	178
8.5.4 Parametri geotecnici	187
8.5.5 Microzonazione sismica.....	188
8.5.6 Considerazioni conclusive e prescrizioni.....	191
 ALLEGATO INDAGINI SISMICHE.....	 193
AREA 1.....	194
AREA 2.....	212
AREA 3.....	236
AREA 4.....	248
AREA 5.....	251
 BIBLIOGRAFIA.....	 263

ALLEGATI E TAVOLE DI RIFERIMENTO

- RG1. Catasto delle Grotte e delle Cavità artificiali
- RG2. Carta Geologica dell'area urbana
- RG3. Carta della Permeabilità dell'area urbana
- RG4. Sezioni Geologiche
- RG5. Carta Altimetrica
- QC1.1 Carta Idrogeomorfologica
- PS1.1 Invarianti Strutturali del Sistema Idrogeomorfologico
 - a Componenti geomorfologiche
 - b Componenti idrologiche

1. PREMESSA

Il seguente studio è stato svolto su incarico del Direttore Area 9 – Governo del Territorio del Comune di Ruvo di Puglia, con Determinazione Dirigenziale n°09/051 del 28 settembre 2015,

Il lavoro ha lo scopo di ampliare le conoscenze geologiche del territorio comunale con specifico approfondimento sulle aree di nuova espansione residenziale e produttiva individuate dal redigendo Piano Urbanistico Generale.

La presente indagine è stata redatta secondo le seguenti fasi:

- studio preliminare di base del territorio in esame attraverso ricerca, analisi e selezione del materiale bibliografico, cartografico e legislativo disponibile;
- rilevamento geologico di dettaglio delle nuove aree di espansione;
- raccolta e rielaborazione dei dati rivenienti da precedenti studi realizzati su aree limitrofe a quelle di espansione;
- prospezioni di tipo geofisico realizzate sulle nuove aree di espansione;
- elaborazione informatizzata dei dati acquisiti, stesura di carte tematiche e diagrammi specialistici, caratterizzazione morfologica, geologica e geofisica delle nuove aree di espansione.

2. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

L'indagine in oggetto è riferita all'adeguamento del P.U.G. come disposto dalla L.R. n° 20 del 27.07.2001. In riferimento alle normative vigenti in materia di ambiente, urbanistica ed edilizia, il presente studio richiama le seguenti normative:

L. n. 64 del 02.02.74
D.M. 21.01.81
D.M. 11.03.88
Del. G.R. n. 1748 del 15.12.00
O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.03
O.P.C.M. n. 3316 del 02.10.03
Del. G.R. n. 153 del 02.03.04
O.P.C.M. n. 3431 del 30.05.05
D.M. 14.09.05
O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.06
D.M. 14.01.2008

3. DATI GEOGRAFICI DEL TERRITORIO

Il Comune di Ruvo di Puglia ubicato nell'entroterra della regione pugliese dista dal capoluogo, in linea d'aria, circa 32 chilometri.

Dal punto di vista corografico il territorio comunale rientra nella seguente Cartografia Ufficiale I.G.M.:

Tavole serie 100:

- Foglio n° 176 "Barletta"
- Foglio n° 177 "Bari"
- Foglio n° 188 "Gravina"
- Foglio n° 189 "Altamura"

Tavole serie 50:

- Foglio n° 436 "Minervino Murge"
- Foglio n° 437 "Corato"
- Foglio n° 453 "Spinazzola"
- Foglio n° 454 "Altamura"

Tavolette serie 25v:

- 176 II NE "Corato"
- 176 II SE "S.Magno"
- 176 II SO "Monte Caccia"
- 177 III NO "Ruvo di Puglia"
- 177 III SO "Mariotto"
- 188 I NE "Serra Ficala"
- 188 I NO "Stazione Poggiorsini"
- 189 IV NO "Murgia del Ceraso"

Con un'estensione di circa 221 Km², il territorio comunale di Ruvo di Puglia presenta quote altimetriche comprese tra i 165 e i 670 m s.l.m., con il centro abitato posto ad una quota media di circa 250 m s.l.m.

Il limite del territorio comunale ruvese presenta una forma irregolare e prevalentemente allungata in direzione Nordest - Sudovest, raggiungendo una lunghezza di 25 km in direzione Nord-Sud, e di circa 11 km in direzione Ovest-Est. Partendo da Nord e procedendo in senso orario, il territorio comunale di Ruvo di Puglia confina con quelli di Bisceglie, Terlizzi, Bitonto, Altamura, Gravina in Puglia, Spinazzola, Andria e Corato (fig. 1).

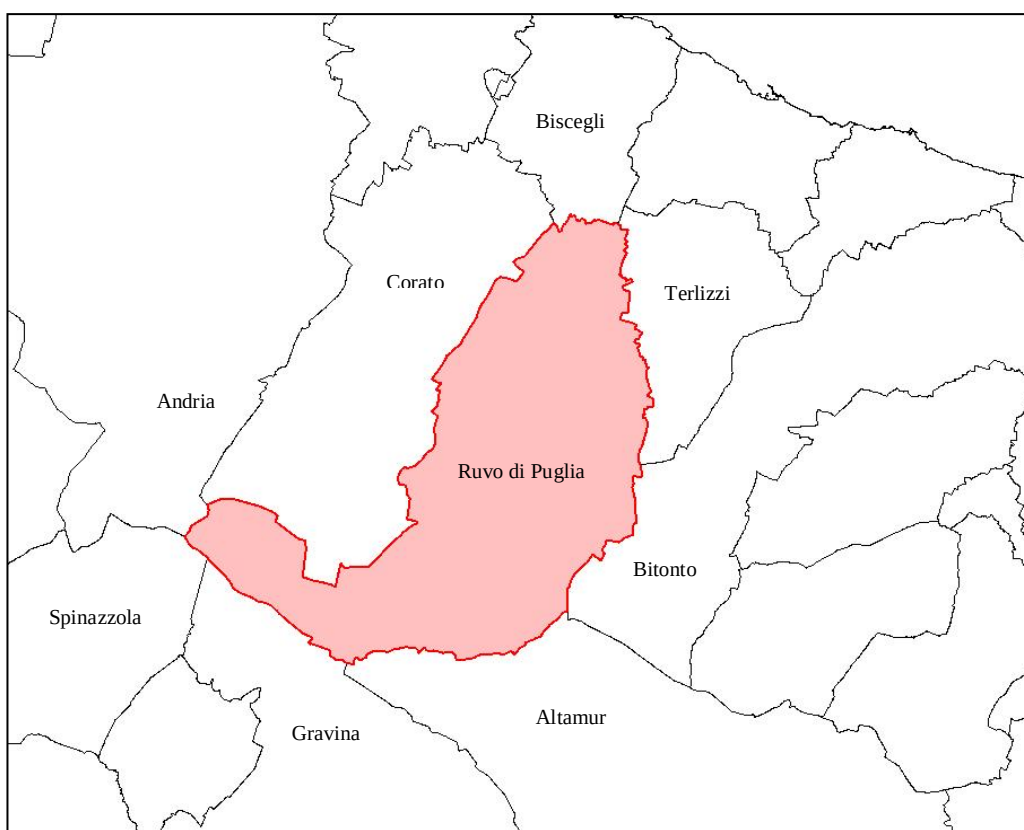


Fig.1 - Inquadramento geografico del territorio comunale di Ruvo di Puglia

4. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA DEL TERRITORIO COMUNALE DI RUVO DI PUGLIA

4.1 Inquadramento Geologico e Strutturale

A scala regionale, le Murge rappresentano uno dei più estesi blocchi emersi della Piattaforma Apula (fig. 2), il dominio geostrutturale verso cui è avanzato il fronte della Catena Appenninica (fig. 3) durante la fase orogenica, avvenuta a partire dal Miocene sino al Pleistocene inferiore (Doglioni et al., 1994). L'Avampaese Apulo, che rappresenta il settore pugliese della Piattaforma Apula, attualmente presenta un assetto antiforme, ed è dissecato da numerosi sistemi di faglie, prevalentemente distensive, spesso a componente trascorrente, che ne determinano l'articolazione in settori a diversa entità di sollevamento: il Gargano, le Murge ed il Salento rappresentano infatti tre alti strutturali (*horst*) principali, a cui si interpongono le grandi depressioni del Tavoliere di Puglia, tra il Gargano e le Murge, e della piana brindisina leccese, tra le Murge e le Serre Salentine.

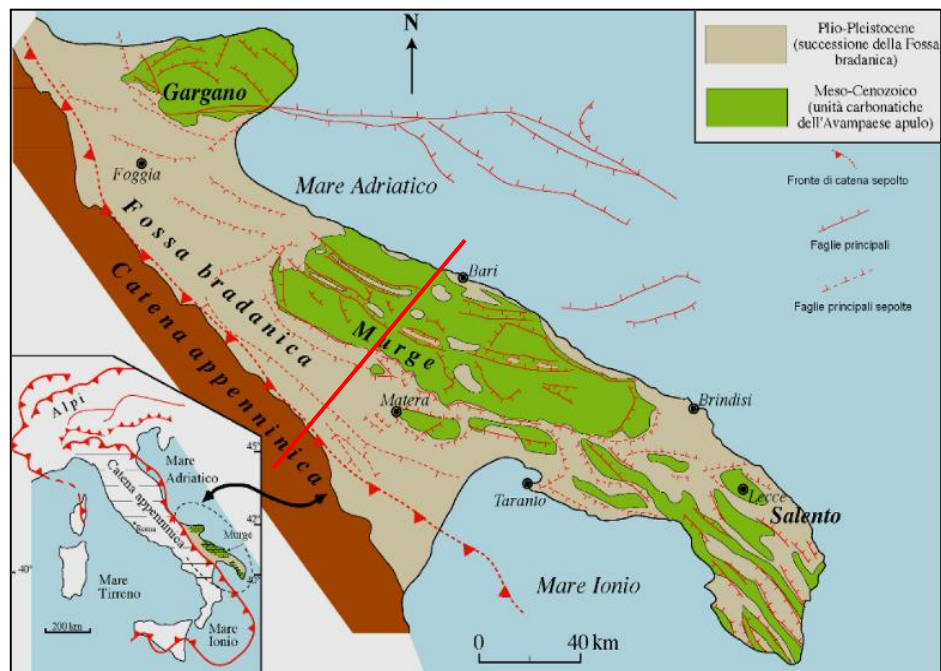


Fig.2 – Le Murge nel contesto geologico regionale
(da Pieri et al., 1997, modificato)

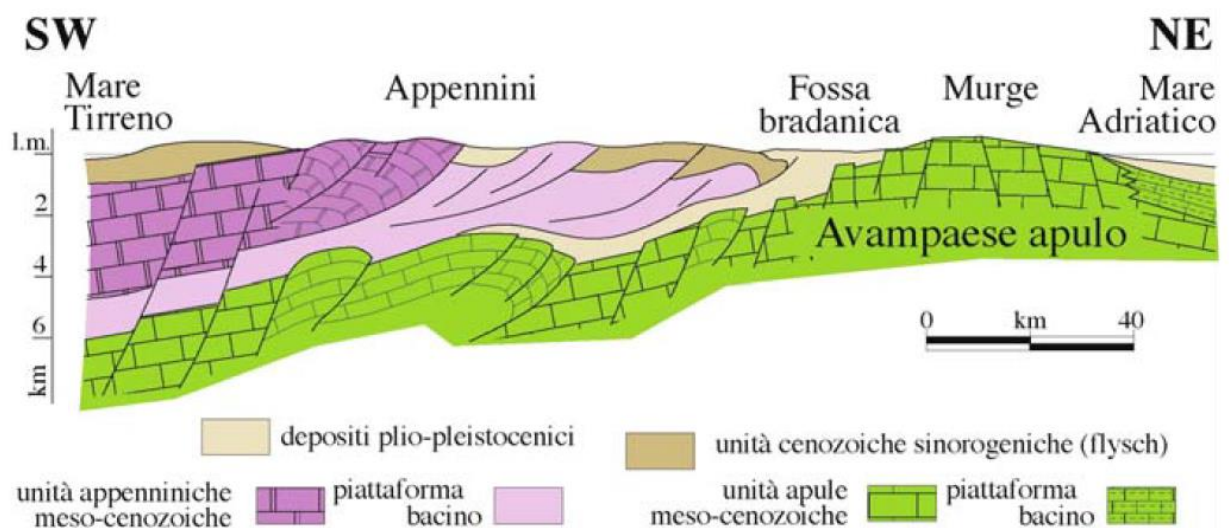


Fig.3 –Sezione trasversale illustrante l'assetto dei domini geostutturali nel sistema orogenetico Appenninico (da Tropeano M., 2003).

I dati di sottosuolo, provenienti da pozzi profondi per l'esplorazione petrolifera, hanno permesso di ricostruire l'intera successione stratigrafica dell'Avampaese Apulo (fig. 4), costituita, dal basso verso l'alto, da:

- 1) Basamento cristallino precambrico, individuato sulla base di dati geofisici;
- 2) Arenarie, siltiti e argilliti di età permo-triassica, individuate da una perforazione condotta nelle Murge nord-occidentali (pozzo Puglia 1, con uno spessore di circa 1000 m;
- 3) Successione anidritico-dolomitica triassica (Anidriti di Burano – Trias superiore), con uno spessore di circa 1000 m (pozzo Puglia 1);

- 4) Successione dolomitica giurassica, con uno spessore di circa 3000 m;
- 5) Serie carbonatica cretacea, diffusamente affiorante sulle Murge, con uno spessore di circa 3000 m;
- 6) Depositi Plio-Pleistocenici, costituiti da calcareniti bioclastiche ed argille, affioranti sulle Murge prevalentemente in corrispondenza delle depressioni morfologiche.

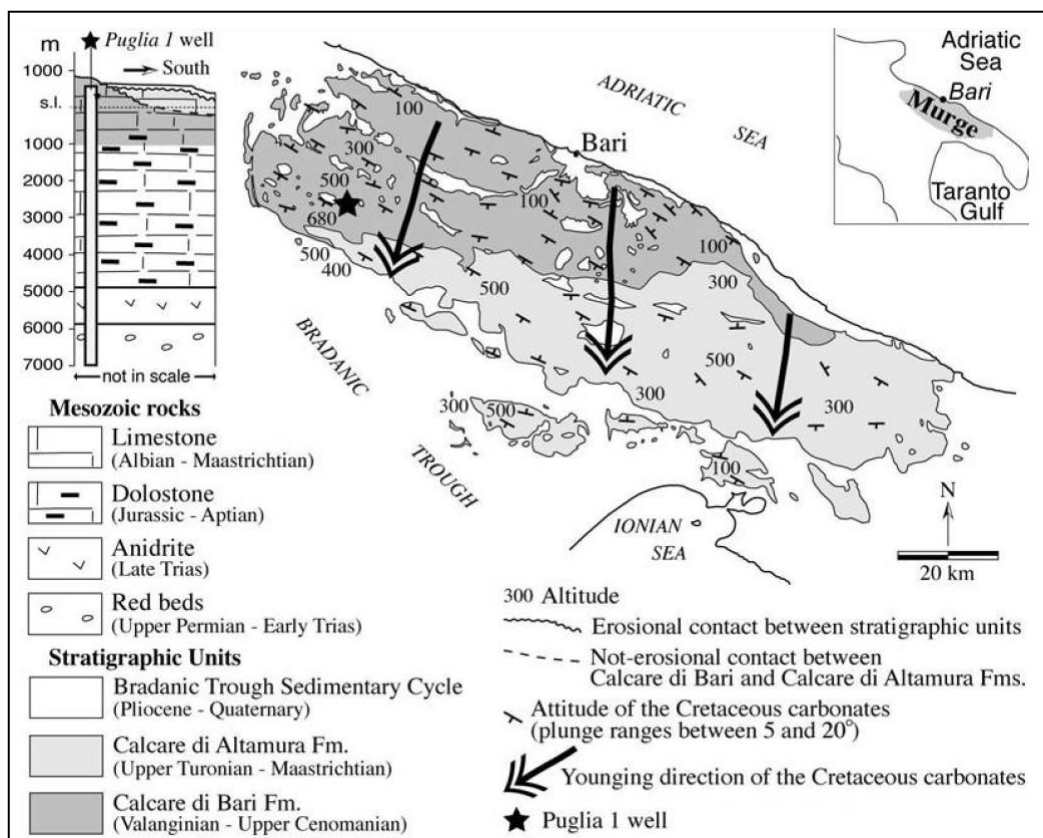


Fig.4 –Principali unità stratigrafiche affioranti nelle Murge e loro relazioni con quelle perforate nel sottosuolo (da Festa 2003)

La serie carbonatica cretacea rappresenta il litotipo più diffuso in affioramento nel territorio murgiano, ed è costituita da calcari, calcari dolomitici e dolomie ben stratificati, organizzati in strati di spessore molto variabile da qualche centimetro ("chiancarelle") a pochi metri. Solitamente, queste rocce si presentano compatte, omogenee e tenaci, ma possono essere anche vacuolari e brecciate. Di frequente esse mostrano una intensa fratturazione e un grado di carsificazione assai variabile. Lo schema stratigrafico, valido per il settore murgiano e derivante dagli studi condotti da diversi autori distingue le seguenti unità stratigrafiche:

- **CALCARE DI BARI** (Valanginiano p.p.-Cenomaniano). È costituito da una potente serie di strati (o banchi) in prevalenza calcarei detritici, talora a

grana assai fine. Questi calcari (biancastri o più raramente grigio chiari, giallastri o rosati), contengono macroforaminiferi, alghe calcaree e, in qualche livello, grossi lamellibranchi e gasteropodi. Fra gli strati calcarei detritici si notano, con frequenza irregolare, livelli dolomitizzati, alcuni fra questi sono caratterizzati dalla presenza di Ostracodi e Ofthalmidiidae. Dolomie e calcari dolomitici ricorrono prevalentemente nel tratto medio-superiore della serie.

- **CALCARE DI ALTAMURA** (Turoniano sup.? - Maastrichtiano). È per la massima parte rappresentato da una sequenza ritmica (di notevole spessore) di facies carbonatiche costituite, in strati o banchi, da calcilutiti e calcareniti detritiche a grana più o meno fine, a foraminiferi, Ostracodi e alghe; calciluti ceroidi a frammenti di Rudiste; calcareniti a rudiste; calcari incrostanti rossastri e terrosi. Lo spessore complessivo del Calcare di Altamura è stato stimato pari a circa 1000 metri.

Il "Calcare di Bari" (Fig. 5) affiora estesamente nella parte nord-occidentale delle Murge mentre il "Calcare di Altamura" interessa la parte sud-orientale. Queste due unità sono separate da una lacuna stratigrafica, datata al Cenomaniano sup.-Turoniano, testimoniata dalla presenza di depositi continentali, rappresentati da depositi bauxitici (Murgetta rossa-Spinazzola), sabbioso argillosi (Murgia Ferrata-Ruvo di Puglia) o argilloso terrosi (Fasano).

Nella successione del Calcare di Bari si riconoscono alcuni "livelli guida" (indicati in Fig. 4 con asterischi di diverso colore). Si rimanda alla letteratura per approfondimenti di tipo paleontologico (Figg. 6-7).



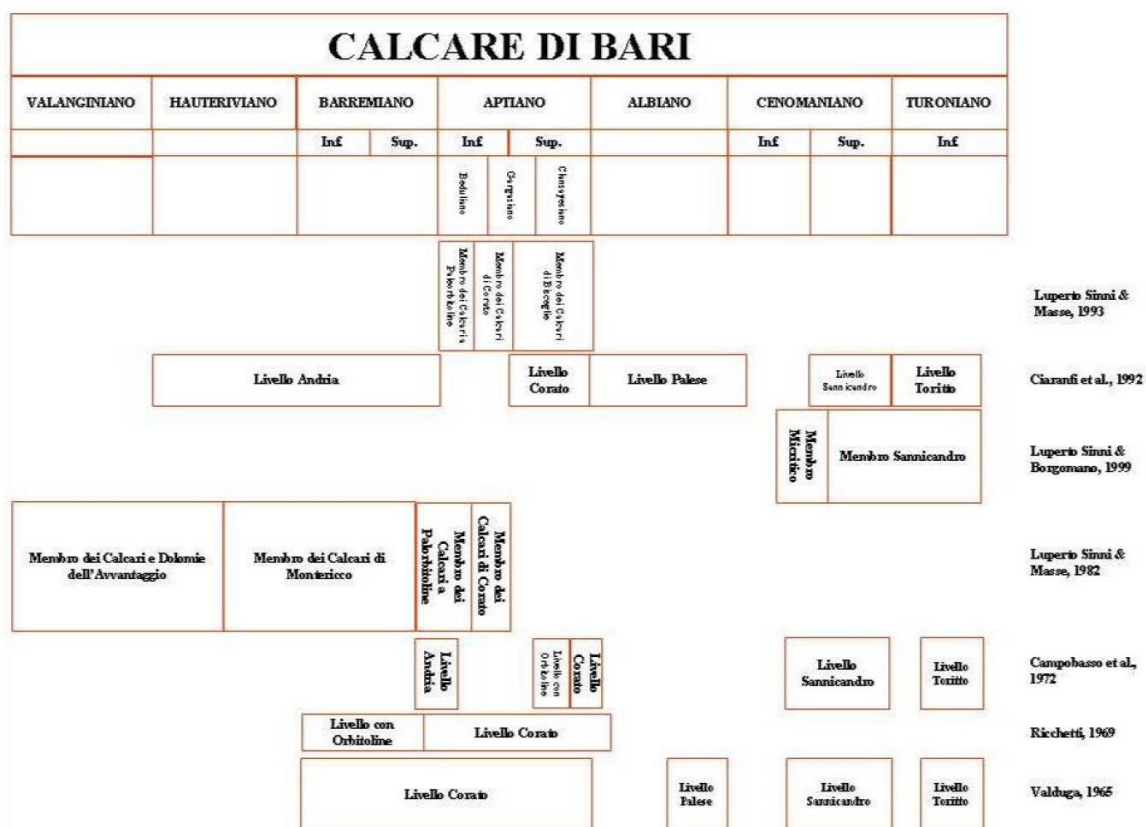


Fig.6 –Quadro sintetico delle principali attribuzioni stratigrafiche del Calcare di Bari

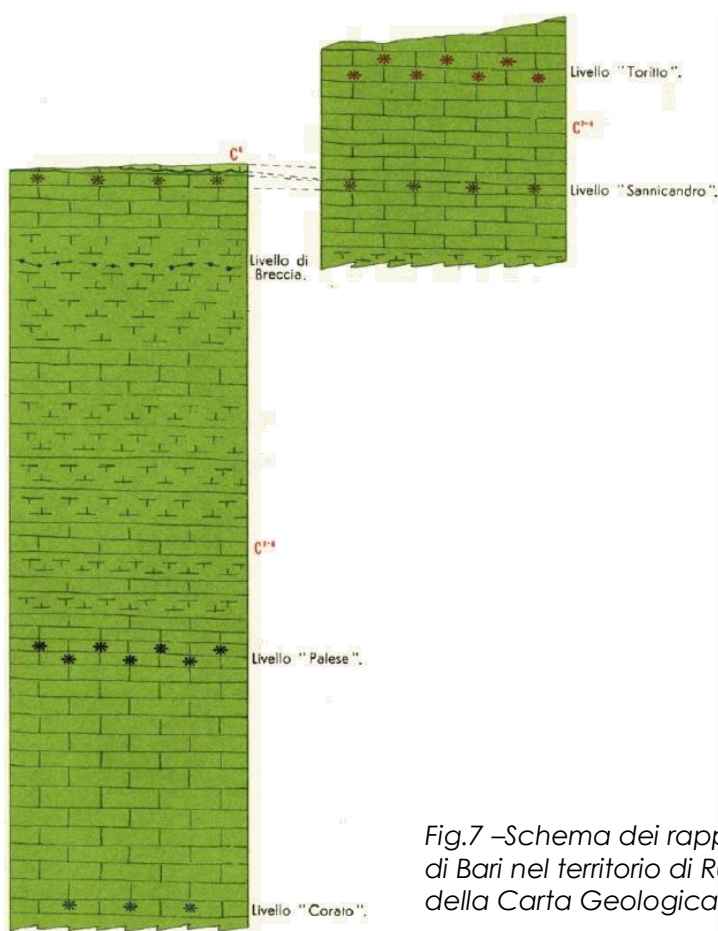


Fig.7 –Schema dei rapporti stratigrafici del Calcare di Bari nel territorio di Ruvo di Puglia (da Foglio 177 della Carta Geologica Ufficiale, 1967)

Dal basso verso l'alto, i "livelli guida" presenti nella successione del Calcarea di Bari sono:

- *Livello "Andria"*: è costituito da un banco calcareo biostromale che si trova al contatto tra dolomie e calcari. Si tratta della porzione più antica di tutta la successione affiorante, riferibile al Barremiano e si rileva nei territori di Barletta, di Andria e di Trani in corrispondenza della blanda Anticlinale di Monte Acuto (MARTINIS, 1961);
- *Livello "Corato"*: è costituito da pochi banchi di calcarea bianco o rosato a grana fine, in qualche caso addirittura ceroide. Presenta, al letto, un banco di calcarea giallastro. Affiora poco sopra la base della parte esposta del Calcarea di Bari tra Corato e Bisceglie. Il più tipico affioramento corrisponde ad un solco erosivo poco ad E di Corato. Lo spessore, misurato in questa località, è di circa 15 m. Il livello è stato riferito al Barremiano-Aptiano;
- *Livello "Palese"*: comprende strati di calcari detritici. Separato dal sottostante livello fossilifero ("Corato") da un intervallo stratigrafico di circa 400 m, è osservabile oltre che a NO di Bari, anche nelle zone a NO di Bitonto e a S di Terlizzi. Località tipica di affioramento: Torre S. Bartolomeo a E di Palese. Spessore complessivo (presso Palese), una trentina di metri. Età: Albiano. Tra il livello "Palese" e quello sovrastante ("Sannicandro") la serie è prevalentemente costituita da dolomie e presenta nel tratto superiore un discontinuo livello di breccia calcareo-dolomitica a cemento dolomitico. Sia la parte dolomitica che il livello di breccia hanno spessori assai variabili, in genere in aumento da est verso ovest;
- *Livello "Sannicandro"*: è costituito da un banco di calcarea bianco e ceroide. Il livello sovrasta quello precedentemente descritto ("Palese") di circa 800 m. È bene osservabile nell'area del foglio Bari, specie tra Valenzano, Sannicandro di Bari, Grumo Appula e Palo del Colle (la migliore esposizione si ha però nel foglio 189 "Altamura", sui fianchi di un solco erosivo, circa 2 Km a O di Sannicandro di Bari). Ha uno spessore dell'ordine di 4-5 metri; è riferibile al Cenomaniano;
- *Livello "Toritto"*: è una bancata di calcarea macroorganogeno (talora con tracce di stratificazione). Nella serie, si trova a circa 200 metri sopra il livello "Sannicandro". Si estende ad O di Toritto per almeno 30 Km; attraversa comunque l'area del foglio "Bari" presso il suo estremo sud-occidentale (Masseria Mellini a S di Mariotto). La più tipica località di affioramento è situata nel solco erosivo detto Lama di Grotta, 1 Km a S di Toritto (F° 189 "Altamura"). La bancata ha spessore variabile dai 30 agli 80 metri. Il livello è riferibile al Turoniano (dalle Note Illustrative della Carta Geologia d'Italia scala 1:100.000, Foglio 177 e Foglio 178 "Bari" e "Mola di Bari", 1967) .

I depositi Plio-Pleistocenici, trasgressivi sui calcari del Cretaceo, sono rappresentati dalla "Calcarenite di Gravina" e dalle "Argille Subappennine" (Pliocene medio? - Pleistocene inferiore, da circa 3,4 a 1,5 M.a.). La Calcarenite di Gravina, nota in Puglia come "tufo calcareo", è costituita da calcareniti organogene scarsamente cementate, e presenta spessori variabili, in funzione della conformazione del substrato; gli spessori maggiori si osservano nelle depressioni morfo-strutturali (graben), assottigliandosi progressivamente fino a sparire in prossimità degli alti strutturali (horst). Le sovrastanti "Argille subappennine" sono invece costituite da argille, argille marnose e silts argillosi.

Le associazioni fossilifere e le strutture sedimentarie osservate nei depositi affioranti sulle Murge hanno permesso di ricostruire l'evoluzione paleoambientale della successione della Piattaforma Apula e dei sovrastanti depositi neogenici e quaternari. In particolare, l'inizio della sedimentazione del Calcare di Bari (dal Valanginiano p.p. all'Aptiano inf.) è avvenuta in un dominio di piattaforma carbonatica interna, poco profonda, caratterizzata da associazioni di facies infralitorali (presenza di facies fangose o melmose calcaree). Nel Cretaceo superiore si verifica un graduale approfondimento del sistema, testimoniato dalla presenza delle facies intertidali-subtidali, caratterizzate da una maggiore diffusione delle rudiste, e da sequenze trasgressivo-regressive, intervallate, a seconda dei casi, da sottili livelli di argilliti arrossate e da crostoni calcareo-terrosi. Questo contesto paleoambientale caratterizza la sedimentazione del Calcare di Altamura, che si chiude con lo sviluppo di ambienti di margine e di scarpata (Campaniano-Maastrichtiano), in concomitanza con una fase tettonica che conferisce un nuovo assetto fisiografico alla piattaforma. Sulle Murge manca il record sedimentario dell'intervallo compreso tra la fine del Cretaceo e il Pliocene. Solo a partire dal Pliocene superiore, sino al Pleistocene inferiore, durante le ultime fasi dell'orogenesi appenninica, estesi settori dell'Avampese Apulo sono interessati da subsidenza e da progressivo annegamento, attivando la sedimentazione delle Calcareniti di Gravina, prima, e delle sovrastanti Argille Subappennine, poi (Doglioni et al., 1994; Pieri et al., 1997) (Fig.7). Tali unità hanno registrato il massimo approfondimento che ha coinvolto l'Avampese Apulo (fig. 8), prima della sua definitiva emersione (Pleistocene inferiore-medio, da 1,5 a 800.000 M.a.), testimoniata dai depositi di chiusura della Fossa Bradanica (es. "Sabbie di Monte Marano" e "Conglomerato d'Irsina"). Il graduale sollevamento che ha coinvolto l'Avampese Apulo, assieme all'intero sistema appenninico, per la restante parte del Quaternario, associato alle oscillazioni eustatiche del livello del mare, ha prodotto una serie di superfici marine terrazzate presenti non solo sull'altopiano delle Murge, ma anche in molti altri settori della regione pugliese. Tali superfici, dette spianate d'abrasione marina, sono delimitate da scarpate più o meno ripide, e sono spesso associate a depositi, marini appunto, noti in letteratura come "Depositi marini terrazzati" (es. Foglio geologico n°176 "Barletta") e di "Tufi delle Murge" (es. Foglio geologico n°177 "Bari"). Si tratta di litologie prevalentemente calcarenitico-siltose a diverso grado di diagenesi e subordinatamente argilloso-siltose di ambiente marino a circolazione ristretta e modesta salinità, più raramente di mare aperto. I maggiori spessori di questi

depositi si rinvenivano nei bassi strutturali (graben) e nelle aree prossime alla costa adriatica e all'arco ionico tarantino.

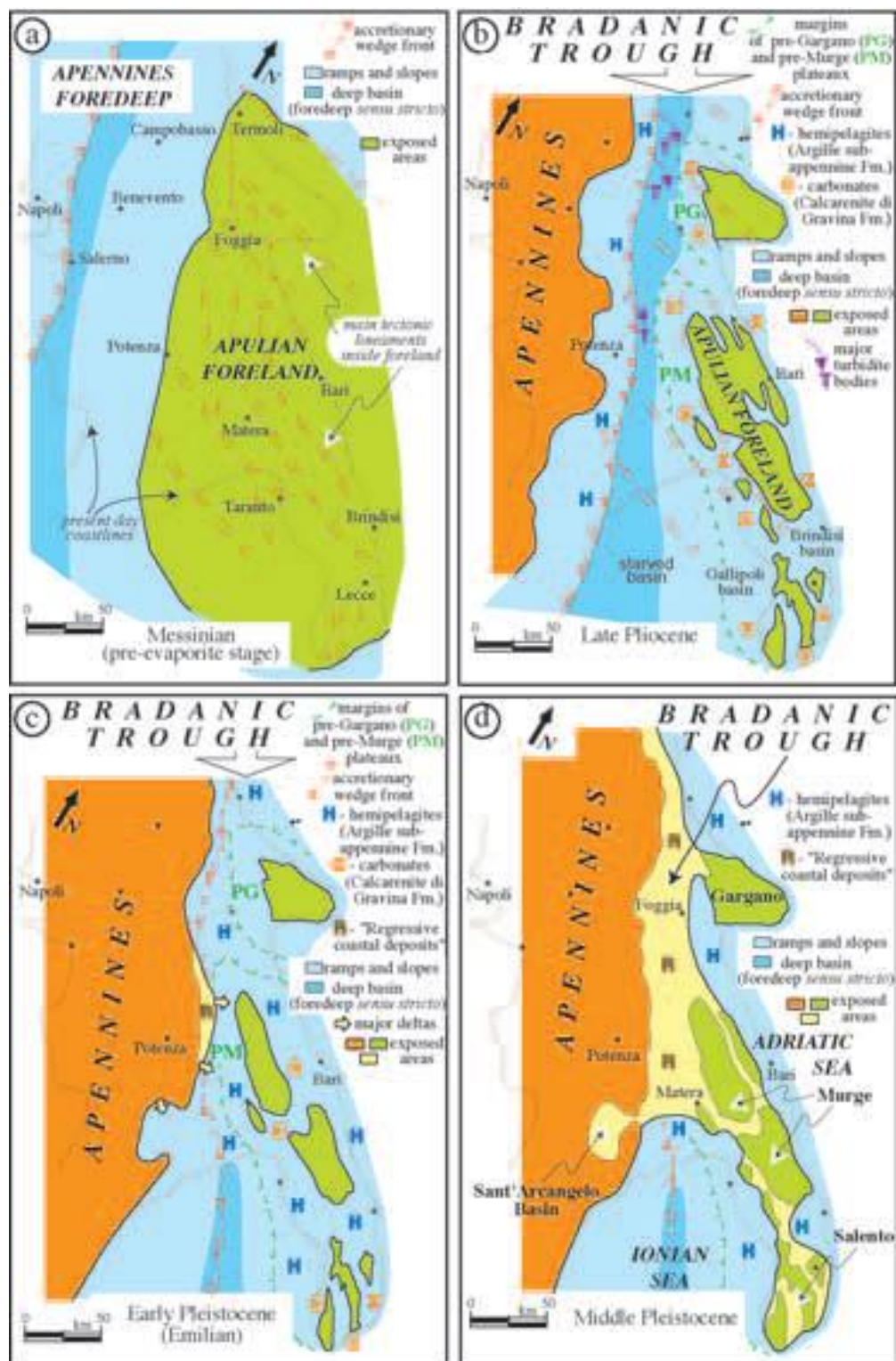


Fig. 8 – Schema paleogeografico dell'Avampaese Apulo dal Messiniano al Pleistocene Medio (Tropeano et al., 2002)

L'intera successione carbonatica dell'altopiano murgiano presenta un basso grado di deformazione, essendo interessata da blando piegamento e da faglie distensive ad alto angolo, con orientazione NW-SE (appenninica), SW-NE (antiappenninica) ed EW, le ultime con componente trascorrente destra (FESTA, 2003). Su queste strutture si impostano le principali scarpate bordiere del blocco murgiano, che presenta una tipica morfologia a gradinata sia sul versante Adriatico che su quello bradanico. La linea di faglia dell'Ofanto, anch'essa sepolta sotto i depositi plio-pleistocenici, separa, a Nord-Ovest, le Murge dal Tavoliere. A Sud-Ovest, invece, il blocco carbonatico murgiano è separato da quello salentino da un'altra importante linea, detta soglia messapica con direzione da Taranto a Brindisi, caratterizzata da una scarpata alta circa un centinaio di metri. Queste strutture hanno prodotto inoltre la segmentazione del blocco murgiano in blocchi minori, con differente grado di sollevamento. Un esempio di dette morfo-strutture sono le depressioni chiamate "Graben delle Murge alte" e "Graben delle Murge basse". Questi Graben, paralleli fra loro, sono ampi pochi chilometri e si sviluppano per una lunghezza di un centinaio di chilometri.

L'età dei sistemi di faglie varia dal Cretaceo Superiore (le più antiche si trovano nel settore occidentale delle Murge) al Pleistocene Inferiore (es. la Faglia della Valle del Bradano, di MARTINIS, 1961).

4.2 Geomorfologia

A grande scala, le Murge si presentano come un altopiano asimmetrico, allungato parallelamente alla Fossa Bradanica, delimitato da una pronunciata scarpata (la "scarpata murgiana") lungo il versante bradanico (sud-occidentale), e da una serie di terrazzi morfologici che degradano progressivamente sino al livello del mare, lungo il versante adriatico (nord-orientale). A questo motivo morfo-strutturale principale si aggiungono locali variazioni dell'andamento topografico, legate a fattori tettonici associati a fattori climatici, che hanno influito sullo sviluppo del fenomeno carsico così come sulle variazioni del livello del mare. In particolare, l'azione degli agenti atmosferici e le oscillazioni eustatiche hanno modellato soprattutto le Murge basse, che si sviluppano a quote relativamente più basse lungo il versante adriatico; gli effetti dei fenomeni carsici, invece, sono notevolmente più evidenti sulle Murge alte, dove la dissoluzione delle rocce carbonatiche già a partire dal Terziario superiore ha dato origine a forme ipogee ed epigee, non obliterate dall'ingressione marina Plio-Pleistocenica.

L'altopiano delle Murge paesaggisticamente appare, a tratti, come una vasta e brulla distesa pietrosa in cui il carsismo si presenta in avanzato stadio di sviluppo, anche se i suoi effetti non hanno avuto ovunque la stessa intensità. Lo sviluppo del carsismo sull'altopiano murgiano è favorito dalla concomitanza di un substrato carbonatico e di una fitta rete di discontinuità meccaniche. Gli effetti dei processi carsici si manifestano sia in superficie (carsismo epigeo), attraverso la modellazione del paesaggio, con doline, puli, lame e gravine, sia nel sottosuolo

(carsismo ipogeo), attraverso una rete di cavità e fessure, che alterano l'originale continuità meccanica dell'ammasso roccioso. Risultato del fenomeno carsico è anche lo sviluppo di depositi residuali ("terre rosse"), rappresentati da accumuli di materiale insolubile rispetto al processo di carsificazione, che si ritrovano all'interno di cavità o sotto forma di strati. Vasti accumuli di "terra rossa", in passato soggetti ad attività estrattiva per la presenza di noduli di bauxite, si rinvenivano nell'agro di Spinazzola (foto 1).



Foto 1 – Cave di bauxite nel territorio comunale di Spinazzola.

Le forme carsiche ipogee nel territorio di Ruvo di Puglia presentano uno sviluppo prevalentemente verticale, raggiungendo profondità dell'ordine di qualche decina di metri, occasionalmente di poche centinaia di metri. Da testimonianze storiche, la cavità più profonda in agro ruvese è la Grave Ferratelle, attualmente ostruita, che raggiunge 320 metri di profondità. Altre grotte note sono la Grave della Scoparella, le Grotte del Vagno, la Grotta della Ferrata, la Grava della Cavallerizza, la Voragine di Notarvincenzo. Un elenco completo e aggiornato di tutte le cavità naturali presenti sull'intero territorio comunale è fornito dal catasto realizzato dalla Federazione Speleologica Pugliese a seguito di un rapporto di collaborazione con la Regione Puglia, i cui dati sono gratuitamente consultabili online (<http://www.catasto.fspuglia.it/>). Delle 2377 cavità naturali censite in Puglia, 24 sono localizzate nel territorio comunale di Ruvo di Puglia (Allegato RG.1)



Foto 2 – Interno della Voragine di Notarvincenzo (Pu1268), che raggiunge una profondità di 84 metri (fonte: Catasto delle Grotte e cavità Artificiali della regione Puglia").

Aree molto interessanti, sotto il profilo delle forme carsiche di superficie, sono le zone di Altamura e di Gravina, dove oltre a svariate forme minori, sono presenti quattro vaste doline studiate soprattutto da Anelli (1957) e da Colamonico (1917, 1951); il "Pulicchio di Gravina", il "Pulo di Gurio Lamanna", il "Pulo di Altamura" e la "Grave tre Paduli". Anche nel territorio comunale di Ruvo sono presenti doline, sia di collasso, più profonde e con fianchi ripidi, che di dissoluzione, meno profonde e più svasate. Un esempio è la dolina associata alla Grave della Cavallerizza (Pu1262 nel Catasto Regionale delle Grotte e delle Cavità Artificiali), che è anche stata soggetta a saggi di cava (foto 3).



Foto 3 – Dolina di collasso nei pressi di Grave della Cavallerizza (Pu1262).

La permeabilità per fessurazione o carsismo dei terreni carbonatici favorisce l'infiltrazione e quindi la circolazione idrica sotterranea, a svantaggio del ruscellamento attraverso la rete idrografica superficiale. Infatti, solo in occasione degli eventi di precipitazione particolarmente intensi, le acque di ruscellamento defluiscono in solchi erosivi (lame) di varia ampiezza e profondità, assumendo i caratteri di corsi d'acqua episodici (foto 4). Nei settori marginali dell'altopiano, l'aumento delle pendenze conferisce alle lame i caratteri di veri e propri canyon, o di corsi d'acqua incisi e meandriciformi, come quelli che si impostano sul versante nord-orientale dell'Alta Murgia.



Foto 4 – Lama in località Modesti.

A quote meno elevate (da 500 m s.l.m. fino al livello del mare attuale), alla morfologia carsica si sono sovrapposti gli effetti dell'ingressione marina plio-pleistocenica e della successiva fase di sollevamento regionale che ha portato alla formazione di 16 ordini di terrazzi marini posti a quote via via decrescenti (Ciaranfi et al, 1988). Detti terrazzi, disposti a gradinata, sono delimitati verso mare da ripe di abrasione, spesso controllati da strutture tettoniche rimodellate dall'azione marina.

-
- Tropeano M., Sabato, L. and Pieri, P. (2002a). Filling and cannibalization of a foredeep: the Bradanic Trough (Southern Italy). In "Sediment Flux to Basins: Causes, Controls and Consequences" (S.J. Jones and L.E. Frostick, Eds.), pp. 55-79. Geol. Soc. London, Spec. Publ. 191, London.

4.3 Idrografia

Data la costituzione litologica dell'altopiano mancano corsi d'acqua perenni, tuttavia i solchi erosivi, sono numerosi e costituiscono un reticolo assai denso che a luoghi presenta una evidente gerarchizzazione. In particolare nei territori dell'Alta Murgia l'idrografia, come del resto le forme carsiche di superficie, ha conservato uno sviluppo più armonico e completo.

La rete d'incisioni, dette "lame" (Fig.9) che attraversa il territorio murgiano, spesso è impostata su lineazioni tettoniche o parzialmente interessa depressioni legate a fenomeni carsici (doline e polje).

Tali canali, attraverso cui defluiscono le acque superficiali solo in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, corrono paralleli alla linea di costa nei loro tratti superiori. All'altezza della congiungente Gravina-Bari le lame deviano repentinamente verso NNE, sicuramente "catturate" da linee tettoniche trasversali all'altopiano delle Murge.

Le valli hanno sovente versanti slargati e fondi piuttosto piatti ricolmi di terre rosse e brune, mescolate con ciottolame anch'esso alterato. Di frequente, specie intorno a Castel del Monte, si osservano vaste depressioni nate da associazioni di doline ricolme anch'esse di sedimenti alluvionali (Pennetta, 1983).

La loro frequenza cresce spostandosi a Sud; esse presentano un cono di deiezione quando, abbandonate le Murge, si immettono nella Fossa Bradanica.

La formazione del reticolo idrografico murgiano è stata condizionata da numerosi fattori quali: le oscillazioni glacioeustatiche del livello del mare, la presenza di fratture e di diverse condizioni litostratigrafiche dei sedimenti carbonatici.

Un discorso a parte meritano quelle profonde incisioni conosciute con il nome di "gravine" che tagliano la Murgia di Laterza e di Castellaneta. Si tratta di veri e propri "canyons" formati in relazione al graduale approfondimento dei corsi d'acqua nel substrato calcareo.

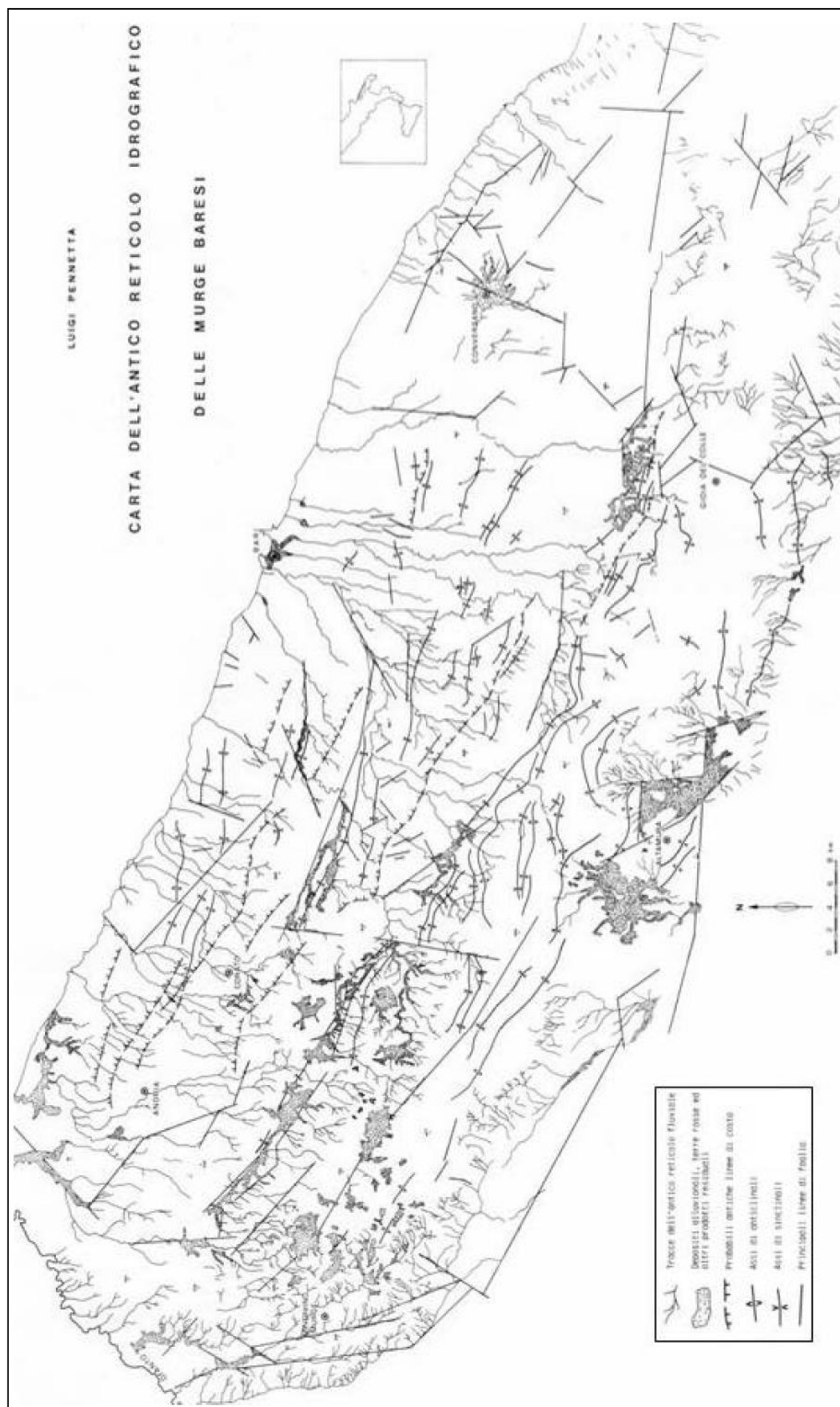


Fig.9 – Carta dell'antico reticolo fluviale delle Murge baresi(Pennetta L., 1983)

4.4 Idrogeologia

La conseguenza più appariscente della fenomenologia carsica dell'altopiano murgiano, è la scomparsa pressoché totale di un'idrografia superficiale permanentemente attiva e la presenza di un'interessante circolazione idrica sotterranea. Questa è strettamente legata all'evoluzione del fenomeno carsico che ha condizionato la distribuzione dei caratteri di permeabilità delle rocce carbonatiche mesozoiche; infatti le ripetute e sostanziali variazioni di quota subite dal livello di base della circolazione idrica sotterranea hanno notevolmente influenzato i processi di carsificazione. Ad aree interessate da un macrocarsismo, molto spesso, si affiancano aree manifestanti un microcarsismo, come non mancano zone dove, indipendentemente dalle quote, detto fenomeno è quasi assente. Da un punto di vista idrogeologico assume notevole importanza anche l'estesa ed a volte spessa copertura di terra rossa.

La falda carsica murgiana trae la sua prevalente alimentazione dalle precipitazioni che interessano le porzioni più interne ed elevate dell'altopiano, dove le altezze di pioggia raggiungono i 750 mm/anno: qui sono più diffuse le forme carsiche che favoriscono l'infiltrazione delle acque meteoriche.

Essendo l'acquifero murgiano talora limitato al tetto da rocce praticamente impermeabili e dotato di una permeabilità d'insieme spesso relativamente più bassa, le acque di falda sono spesso costrette a muoversi in pressione e a notevole profondità al di sotto del livello mare, con carichi idraulici ovunque alti (spesso dell'ordine dei 30 ÷ 50 m s.l.m.) e sensibilmente variabili lungo la verticale dell'acquifero (Fig.10).

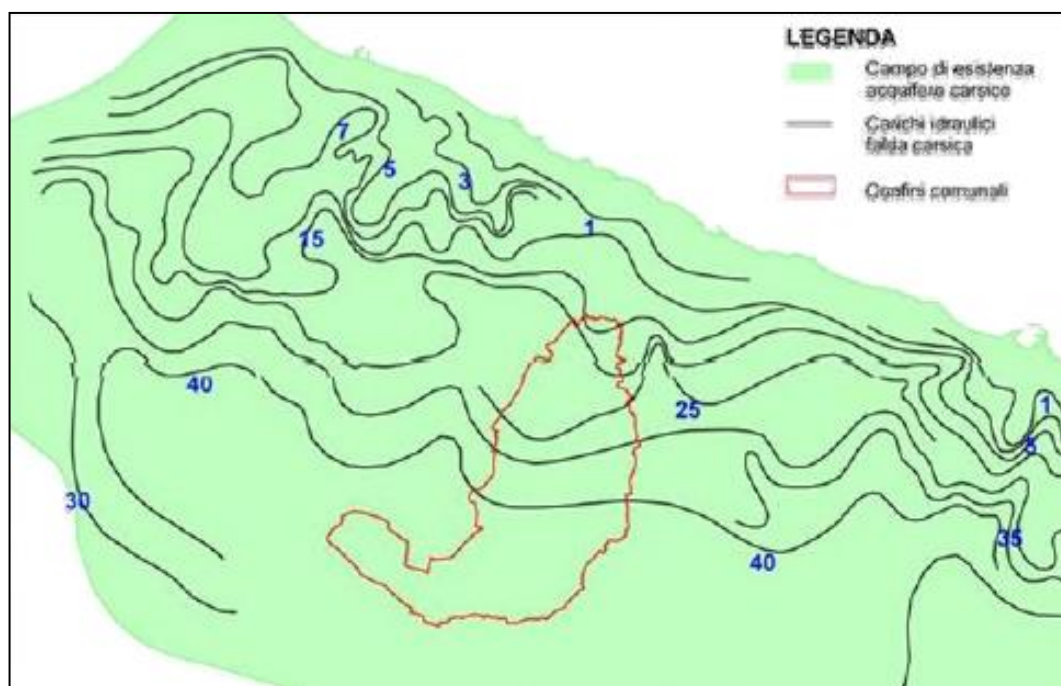


Fig.10 – Carichi idraulici (metri s.l.m.) della falda carsica della media e bassa Murgia. In evidenza i confini comunali di Ruvo di Puglia (dati tratti dal Piano di Tutela delle Acque adottato dalla Regione Puglia, 2007).

Le cadenti piezometriche, con le quali la falda defluisce verso mare, hanno un valore variabile tra il 2 e l'8 per mille.

Lo spartiacque sotterraneo, pressoché coincidente con quello superficiale, è situato nelle zone più elevate dell'Alta Murgia ed è identificabile con la congiungente Altamura-Gioia del Colle-Noci. In virtù di tale posizione, la circolazione idrica sotterranea è più cospicua sul versante adriatico che non sul lato bradanico. I carichi piezometrici possono raggiungere anche $175 \div 200$ m sul livello medio marino, in corrispondenza dello spartiacque idrogeologico, con sensibile diminuzione verso il margine sud-orientale (Soglia Messapica) dell'altopiano murgiano; tuttavia non di rado carichi idraulici di $10 \div 15$ m s.l.m. si osservano anche in aree situate ad appena pochi chilometri dalla linea di costa.

A proposito dei rapporti con il mare, la sua influenza è evidente lungo tutta la fascia costiera; infatti in queste zone l'acquifero della Murgia manifesta sovente condizioni di criticità, legate fondamentalmente all'intenso sfruttamento della risorsa idrica sotterranea. Tale circostanza, purtroppo si evidenzia attraverso l'incremento dei contenuti salini delle acque estratte. Al contrario, le zone più interne non sembrano interessate dall'intrusione marina (Fig. 11.), come riscontrato in alcuni pozzi profondi anche più di mille metri nei territori dell'Alta Murgia.

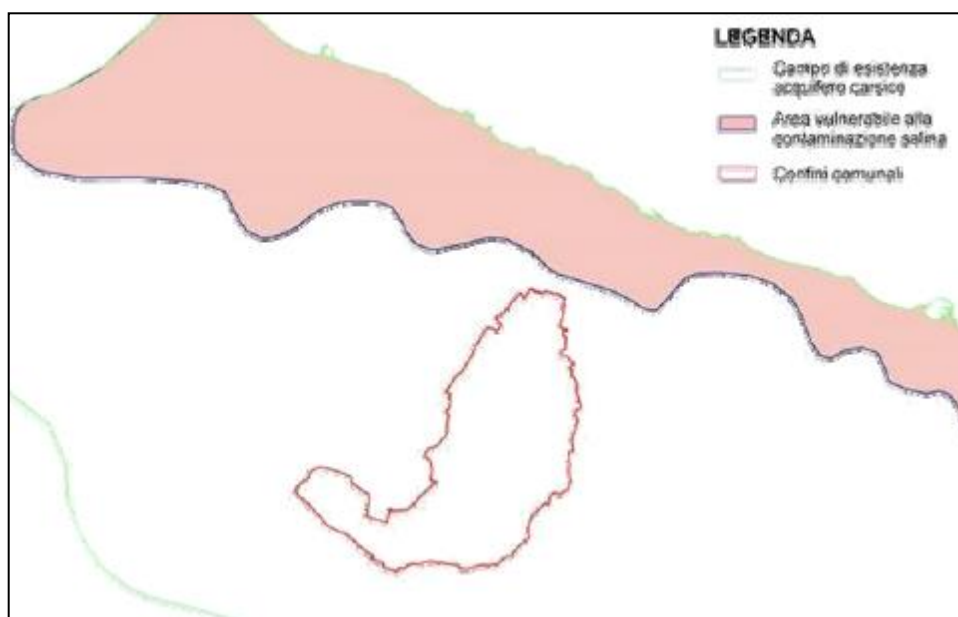


Fig.11 – Area vulnerabile alla contaminazione salina nell'ambito dell'acquifero carsico murgiano (dati tratti dal Piano di Tutela delle Acque adottato dalla Regione Puglia, 2007).

La falda carsica termina il suo percorso sotterraneo in più punti della costa adriatica e ionica dove emerge sotto forma di sorgenti subaeree e sottomarine, con portate anche di diverse centinaia di litri al secondo (Società Geologica Italiana, 1999). In definitiva, le unità carbonatiche mesozoiche della Piattaforma apula, di cui l'Alta Murgia è parte integrante, rappresentano una riserva d'acqua di notevole estensione e capacità cui attingono numerosissimi pozzi a servizio dei comparti civile, agricolo ed industriale. Murge, Gargano e Salento svolgono,

quindi, la funzione di veri e propri serbatoi di acqua dolce idraulicamente connessi. A causa di queste caratteristiche, l'Alta Murgia, e tutto il territorio compreso nei confini comunali di Ruvo di Puglia, si contraddistingue, nell'ambito del Piano Regionale di Risanamento Acque (P.R.R.A., L.R. N° 24/83 previsto dall'art. 4, Legge. N. 319/76) e dell'adottato nuovo Piano di Tutela delle Acque (previsto dall'art. 121 del D. Lgs. n.152/2006), come "zona di possibile emungimento e di salvaguardia idrogeologica".

5. CLIMA E PLUVIOMETRIA

5.1 Fasce climatiche

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.

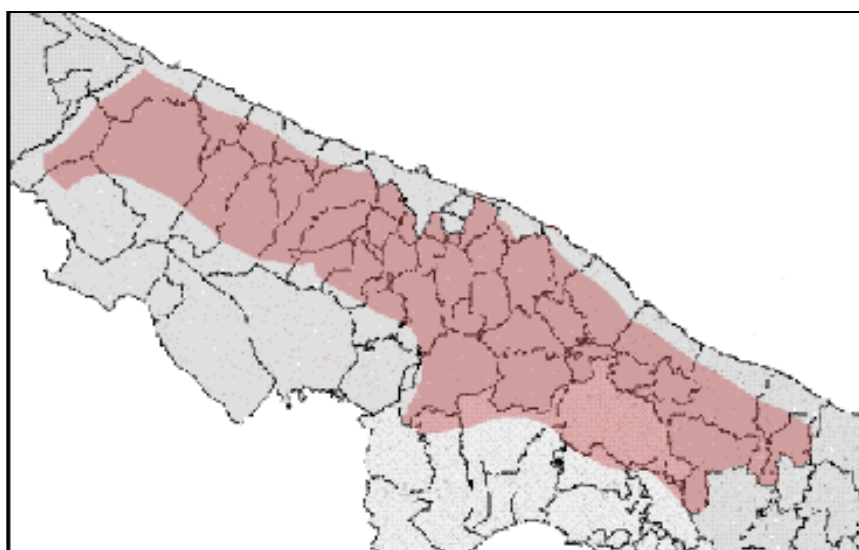


Fig.12 – Area “Murge Basse”

Il territorio di Ruvo di Puglia si colloca a cavallo tra la zona climatica "Murge basse" e la zona "Murge Alte" 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 600 mm di pioggia ben distribuiti nel corso dell'anno.

5.2 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 si 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.

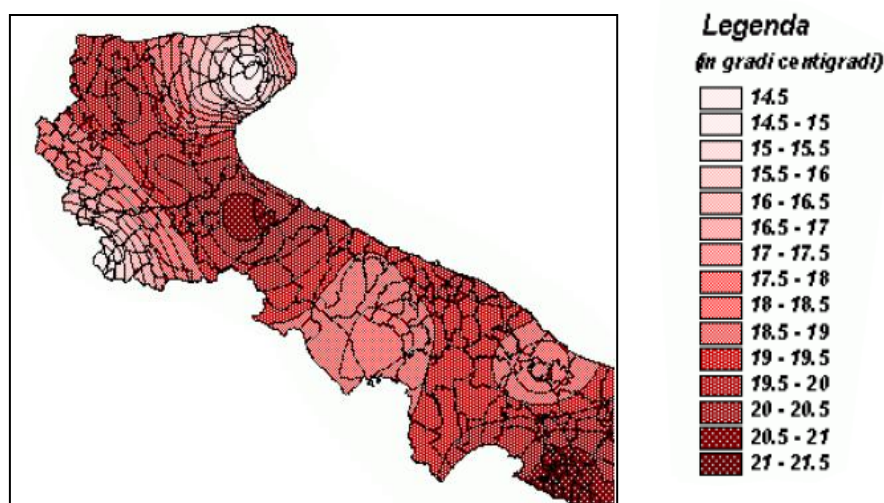


Fig. 13 -Mappa delle temperature medio-massime

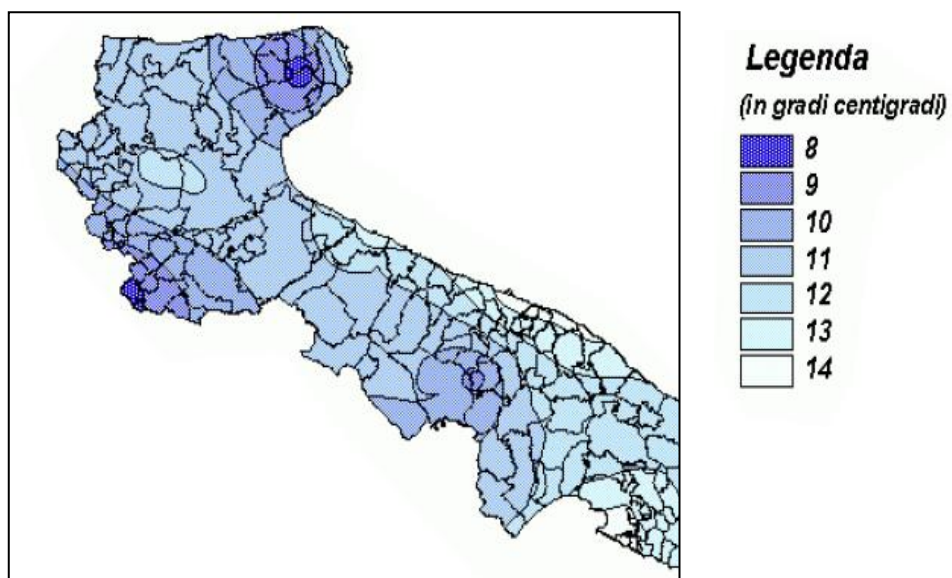


Fig. 14 - Mappa delle temperature medie

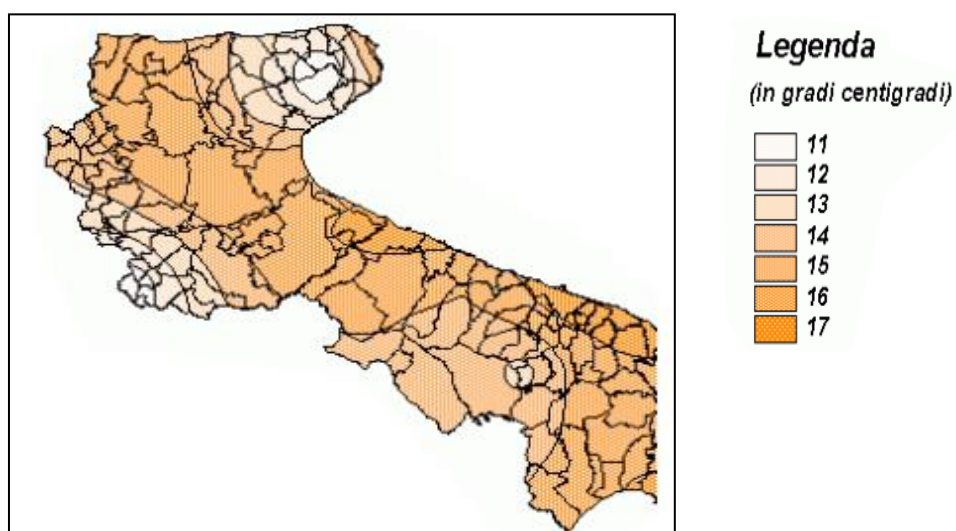


Fig.15 -Mappa delle temperature medio-minime

 REGIONE PUGLIA SERVIZIO PROTEZIONE CIVILE Centro Funzionale Regionale 																											
RUVO DI PUGLIA																											
latitudine 41° 6' 49,12" N														longitudine 16° 29' 0,76" E													
	Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settembre		Ottobre		Novembre		Dicembre		Giorni		
ANNO	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	
1931	17.0	0.1	14.7	0.5	24.0	0.0	22.5	2.1	31.0	4.7	37.7	14.5	39.5	18.0	40.5	18.5	33.5	15.0	32.0	8.5	20.5	1.7	>>	>>	29-ago	>>	
1932	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	35.0	15.7	36.2	15.0	>>	>>	>>	>>	22.1	5.0	19.0	3.1	>>	>>	
1933	17.0	0.5	17.0	-0.5	20.5	0.5	25.4	3.0	>>	>>	31.8	10.2	39.7	13.0	39.1	12.8	34.4	11.8	29.5	6.9	24.6	5.2	15.8	1.0	19-lug	18-feb	
1934	16.8	0.5	17.7	0.5	22.0	1.9	29.1	4.0	31.6	10.0	33.2	13.5	40.1	14.5	38.6	14.0	32.6	13.7	28.5	5.5	23.5	5.0	17.5	4.0	23-lug	15-feb	
1935	12.5	0.0	19.6	0.0	20.5	-0.5	28.4	0.2	31.5	3.5	40.0	13.0	37.9	16.0	37.8	13.5	37.1	10.5	32.1	6.0	23.0	5.0	19.2	-0.3	28-giu	5-mar	
1936	18.8	3.2	17.9	-0.5	19.9	4.5	24.0	4.5	27.0	9.3	33.8	10.2	38.2	15.7	34.5	14.2	32.6	10.7	24.2	4.1	22.0	2.4	16.0	1.8	28-lug	14-feb	
1937	18.5	-0.1	19.5	1.2	24.5	1.1	22.5	5.1	32.6	7.4	37.5	15.0	38.0	15.0	37.6	16.0	33.1	11.2	29.2	7.6	23.0	3.1	17.7	1.0	11-lug	11-gen	
1938	17.1	-0.9	13.2	1.3	22.0	1.2	25.3	1.4	27.4	7.5	35.4	11.4	40.2	14.5	35.5	12.3	30.2	10.5	28.0	5.2	23.0	5.4	18.4	-0.5	9-lug	5-gen	
1939	20.0	0.8	17.6	-0.5	17.6	-0.9	26.4	5.4	26.1	6.5	39.2	11.5	43.5	16.2	40.1	15.5	31.5	10.9	32.6	4.6	>>	>>	17.2	-0.8	22-lug	15-mar	
1940	14.1	-3.2	18.0	-7.0	22.2	0.0	26.1	1.5	29.1	9.1	32.6	11.2	37.0	15.0	33.4	11.5	32.0	12.0	>>	>>	22.0	4.1	16.0	-0.6	16-lug	16-feb	
1941	17.9	-0.2	17.3	1.4	24.0	-0.1	24.8	-0.5	31.9	5.1	35.5	12.5	41.0	12.4	38.5	16.4	32.2	9.5	>>	>>	>>	>>	16.5	-0.5	27-lug	12-apr	
1942	12.7	-0.7	16.5	-0.5	20.0	2.0	24.0	4.5	36.0	4.5	38.0	10.5	39.6	14.5	37.3	15.4	35.2	13.0	28.0	8.7	25.5	3.1	17.5	3.9			
1943	14.2	-0.5	17.5	1.9	20.0	2.4	28.8	2.5	29.1	5.2	35.0	11.5	37.5	14.4	39.5	15.5	38.3	14.9	26.7	9.0	20.5	3.5	18.6	1.5			
1944	16.5	0.0	17.2	-0.8	17.0	-0.5	25.2	2.5	28.0	6.1	34.6	12.0	40.1	15.0	36.5	16.5	37.3	11.9	26.0	6.0	22.1	2.1	17.6	-0.5			
1945	11.9	-0.6	18.2	1.0	20.6	1.1	26.5	6.2	36.5	6.5	38.4	12.8	43.2	14.0	42.2	17.1	38.2	9.9	26.0	5.5	20.9	3.1	16.0	0.0			
1946	14.6	-0.3	19.1	-0.5	21.0	2.1	24.5	4.4	26.3	10.0	36.0	10.1	37.0	15.4	41.5	15.5	42.5	14.0	29.0	5.1	23.0	4.4	14.2	-0.5			
1947	14.2	-0.9	21.0	0.0	25.0	3.0	29.5	4.5	30.4	8.8	34.1	12.2	38.1	16.4	39.4	15.4	30.0	14.0	26.0	4.4	22.5	3.5	17.5	-0.5			
1948	17.2	0.0	20.0	-0.5	22.0	1.6	23.4	5.3	28.1	9.1	35.0	11.0	33.5	13.0	38.5	13.0	31.1	13.5	28.0	10.0	23.5	1.4	18.0	-0.2			
1949	16.1	1.0	17.5	-0.1	19.1	1.1	29.0	3.2	30.5	8.0	34.8	11.5	36.0	13.6	38.8	11.5	35.2	11.5	27.1	9.5	20.3	4.5	19.1	1.8			
1950	16.0	-0.2	20.1	-1.0	23.0	3.1	27.0	6.0	36.5	8.4	36.1	14.2	39.2	17.4	39.1	12.0	33.4	8.1	25.4	3.2	19.5	0.0	10.0	0.0			
1951	18.4	-0.4	15.2	2.2	18.5	1.5	20.1	4.4	29.5	8.5	31.5	14.2	34.1	15.0	35.5	16.2	28.1	12.4	28.1	6.5	17.5	3.1	13.6	1.1	9-ago	18-gen	
1952	13.1	-0.3	15.0	-0.9	28.6	-0.9	23.0	2.3	28.1	6.4	34.8	14.5	32.7	16.5	35.5	17.4	29.1	12.4	22.6	7.7	17.0	1.5	15.4	-0.5	16-ago	9-mar	
1953	10.5	-0.5	12.8	-0.5	17.8	-0.5	23.2	3.9	26.8	5.1	30.1	9.4	34.4	15.4	30.9	14.5	28.5	10.0	23.5	8.1	15.5	2.0	13.2	0.0	18-lug	14-mar	
1954	12.3	-0.8	12.9	-0.7	17.5	2.4	19.9	2.1	26.0	5.9	33.2	10.8	35.6	14.3	34.3	14.3	31.2	9.0	21.2	7.8	17.8	0.1	15.6	0.1	28-lug	11-gen	
1955	15.6	0.0	18.8	0.4	21.1	-0.4	20.1	2.2	26.7	8.6	30.1	10.1	33.3	13.3	28.9	15.0	24.5	10.1	20.1	7.8	18.8	1.2	17.7	3.3	21-lug	5-mar	
1956	13.4	-2.3	9.1	-6.6	14.5	-5.4	23.4	0.0	27.7	6.7	26.8	10.1	30.2	15.6	34.6	16.6	31.1	12.1	24.3	4.4	16.4	1.2	11.2	-0.1	28-ago	15-feb	
1957	11.2	1.0	14.5	2.3	19.9	1.0	20.1	4.6	21.2	3.3	30.2	13.3	34.6	15.4	42.2	14.4	>>	11.2	28.9	10.1	21.1	2.2	18.8	-2.3	>>	2-dic	
1958	17.7	0.0	20.1	-0.1	20.2	0.0	21.2	1.2	>>	>>	32.3	13.2	34.4	16.7	35.6	16.6	30.1	12.2	27.8	5.6	19.9	2.1	18.8	-2.3	12-ago	2-dic	
1959	18.8	-2.2	17.8	0.2	23.4	5.4	22.3	5.4	26.6	8.9	31.1	9.9	36.2	14.4	33.3	14.5	28.3	10.1	21.2	6.7	19.9	5.4	17.8	2.3	30-lug	11-gen	
1960	17.7	1.1	22.3	0.0	19.9	3.4	21.2	5.7	29.9	5.6	31.5	13.3	34.5	12.9	36.7	16.7	32.3	10.1	26.7	8.8	25.3	4.5	17.8	3.3	18-ago	3-feb	
1961	15.3	-1.2	15.7	-2.3	22.2	2.3	28.9	7.7	29.9	7.7	35.0	11.2	36.6	11.2	35.5	12.3	33.4	13.3	29.8	8.8	21.1	2.2	19.9	-0.3	13-lug	8-feb	
1962	22.3	-2.2	16.7	-1.2	22.2	-3.3	26.6	4.4	31.1	5.6	32.2	9.1	37.7	14.4	39.9	16.7	35.5	11.1	24.5	8.9	21.1	1.1	16.7	0.1	27-ago	18-mar	
1963	17.8	-6.6	17.7	-3.4	23.4	-5.5	24.4	3.3	27.7	8.8	34.9	12.3	34.4	17.8	39.9	14.0	35.6	11.2	27.7	8.7	25.6	5.5	18.9	2.3	14-ago	23-gen	
1964	12.3	0.1	18.9	-2.1	19.9	2.3	24.5	4.4	27.8	8.9	32.2	15.6	32.1	13.4	32.3	15.5	32.2	11.1	26.6	6.6	20.9	5.6	16.7	0.1	2-ago	9-feb	
1965	19.1	1.1	17.8	-4.3	20.1	1.1	21.1	5.4	31.2	8.8	34.4	10.0	39.9	16.5	38.8	13.4	32.3	11.2	27.8	7.8	26.7	1.1	18.9	1.2	4-lug	11-feb	
1966	16.7	-2.2	20.9	4.5	20.1	0.1	27.7	4.5	29.9	8.8	34.6	13.1	34.5	15.6	37.8	16.6	31.9	14.4	26.7	7.8	21.2	2.3	17.8	1.2	5-ago	7-gen	
1967	15.5	-1.3	22.2	-3.3	21.3	2.4	21.4	4.2	32.2	8.8	32.3	11.1	36.7	14.6	38.8	16.6	31.3	12.3	28.9	9.5	24.3	3.4	19.4	-2.2	5-ago	12-feb	
1968	15.6	-6.1	21.1	-1.1	24.6	0.1	29.7	2.1	35.6	10.1	32.2	12.3	37.9	13.4	33.4	15.4	34.9	12.2	26.7	8.7	23.3	4.2	17.8	0.3	11-lug	14-gen	
1969	15.7	1.2	17.6	-4.3	>>	>>	28.9	3.3	36.7	10.4	33.4	9.8	>>	>>	38.9	13.7	31.4	13.6	25.4	8.9	23.8	1.9	14.8	1.2	>>	12-feb	
1970	>>	>>	19.1	-1.6	23.6	-0.5	28.2	2.4	26.8	5.2	32.6	10.4	38.7	13.6	39.7	11.2	37.5	10.5	25.0	7.0	20.5	5.2	18.4	0.1	8-ago	>>	
1971	16.3	1.2	16.7	-0.1	17.1	-2.9	25.9	5.8	30.1	9.9	35.2	12.8	39.1	11.9	36.9	11.1	30.3	7.6	26.4	4.4	22.4	0.1	17.1	0.9	18-lug	3-mar	
1972	14.9	2.1	16.1	1.9	22.9	4.7	24.9	5.4	29.2	5.9	33.3	12.6	34.1	14.6	35.9	12.8	29.1	8.6	24.9	2.6	19.8	1.4	16.7	0.6	15-ago	29-dic	
1973	15.9	1.4	17.0	-1.4	15.1	-1.5	23.1	2.7	36.9	9.1	35.3	12.7	41.1	14.3	32.3	12.8	31.3	12.6	29.6	6.7	20.0	-2.1	15.0	-2.0	18-lug	30-nov	
1974	14.6	1.4	16.1	1.8	21.8	1.8	24.0	3.9	28.4	>>	32.8	10.2	38.9	13.9	36.6	15.1	35.0	11.0	25.8	3.4	19.7	2.8	16.8	2.0	17-lug	15-gen	
1975	15.1	-0.8	>>	>>	>>	>>	>>	>>	27.3	>>	33.3	7.8	35.1	10.9	30.0	13.3	31.6	12.4									

 REGIONE PUGLIA SERVIZIO PROTEZIONE CIVILE Centro Funzionale Regionale RUVO DI PUGLIA 																										
latitudine 41° 6' 49,12" N													longitudine 16° 29' 0,76" E													
	Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settembre		Ottobre		Novembre		Dicembre		Anno	
ANNO	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
1931	10.3	4.4	11.3	3.3	14.6	6.3	19.0	7.0	26.3	14.7	30.2	16.7	37.2	21.4	37.5	21.2	30.3	17.2	25.7	13.0	15.8	7.5	9.8	2.5	22.3	11.3
1933	11.3	4.3	13.3	4.7	14.5	4.8	20.2	8.3	22.8	11.5	26.0	14.2	31.1	18.5	30.4	18.1	25.7	15.1	23.0	12.6	17.5	9.3	10.9	5.7	20.6	10.6
1934	10.6	3.4	11.9	4.0	15.6	7.7	21.4	10.8	24.7	13.5	27.7	16.4	31.8	19.2	31.6	19.0	26.6	16.3	20.6	11.6	16.7	9.7	13.3	6.8	20.1	11.1
1935	8.3	3.8	13.5	3.6	12.2	3.6	20.4	8.5	23.0	11.5	30.7	17.6	31.4	19.1	30.8	18.0	28.2	15.9	24.6	13.7	17.8	9.8	12.9	5.8	21.2	10.7
1936	14.6	7.0	11.9	4.5	15.4	7.3	19.7	9.9	22.3	12.5	26.8	15.3	32.6	19.5	30.0	18.0	27.7	16.1	18.0	9.3	15.9	7.9	12.4	4.9	20.6	11.0
1937	12.0	4.0	14.0	5.2	17.0	7.8	18.1	8.1	23.5	12.7	32.0	18.7	31.9	18.6	31.3	19.0	25.8	15.8	21.5	12.9	16.5	8.7	10.7	4.9	21.2	11.4
1938	9.9	3.4	9.8	3.0	16.2	5.2	15.6	6.0	21.7	11.4	29.2	15.9	33.2	18.9	30.1	18.1	24.9	14.3	22.3	12.0	17.2	8.5	11.2	5.3	20.1	10.2
1939	12.7	5.1	12.7	4.7	11.0	2.9	20.0	9.3	20.6	9.9	27.0	15.4	33.4	19.0	31.1	18.9	25.8	15.7	23.4	13.2	16.2	8.3	11.0	4.6	20.4	10.6
1940	8.4	2.7	12.3	4.9	14.4	5.4	16.8	7.2	21.7	11.8	25.9	14.7	30.0	17.8	28.1	16.4	28.0	15.6	23.2	13.7	17.3	9.0	7.4	1.8	19.5	10.1
1941	12.3	4.1	13.2	4.7	15.9	5.6	18.1	8.0	22.1	10.8	27.7	15.1	31.0	18.0	32.1	18.5	22.4	12.7	20.7	12.3	15.0	6.9	10.3	2.8	20.1	10.0
1942	7.1	1.5	11.2	3.6	14.7	6.9	18.9	8.8	26.0	13.1	29.3	16.9	31.3	18.0	30.8	17.8	30.4	17.5	23.9	12.9	14.2	7.2	13.6	7.0	21.0	10.9
1943	9.7	2.6	13.9	4.4	14.4	6.7	20.3	8.6	24.1	12.5	28.9	15.5	31.5	17.9	34.0	20.1	32.4	18.6	22.5	13.8	16.5	8.3	13.8	5.9	21.8	11.2
1944	11.6	3.5	10.1	3.0	11.2	3.2	19.5	9.1	22.7	10.8	29.9	15.7	32.4	18.6	31.4	19.7	28.0	16.5	20.7	11.2	16.3	7.8	12.1	4.7	20.5	10.3
1945	7.4	2.3	11.4	3.8	13.6	5.8	21.8	9.0	28.6	15.1	31.5	17.2	34.7	20.8	33.9	19.7	27.0	15.7	20.5	10.2	15.3	7.3	11.3	4.6	21.4	11.0
1946	9.6	3.9	13.2	3.2	15.2	5.4	19.5	8.6	24.4	12.6	30.3	15.9	32.6	19.2	35.2	20.4	32.3	18.3	21.0	10.9	16.4	8.3	9.6	4.3	21.6	10.9
1947	7.6	2.1	12.8	5.5	18.1	8.6	21.1	9.9	24.3	12.5	29.6	17.2	31.8	19.4	31.7	19.6	27.1	16.7	20.7	11.3	17.6	9.0	11.2	4.4	21.1	11.4
1948	13.7	5.6	12.2	4.4	16.6	5.2	19.3	8.5	24.1	12.5	27.0	14.3	29.3	16.3	31.3	19.2	26.1	15.9	22.9	13.6	15.9	7.5	11.6	3.8	20.8	10.6
1949	11.6	5.1	12.3	2.3	13.0	4.3	21.5	9.3	24.6	12.5	27.2	15.1	30.1	18.3	29.9	17.5	26.9	16.1	21.4	12.5	16.2	8.3	13.7	5.4	20.7	10.6
1950	10.2	3.0	14.3	4.5	16.2	5.9	19.7	8.7	25.4	13.2	30.3	17.7	34.3	21.1	31.7	15.7	27.5	12.0	21.3	7.6	13.9	4.6	6.7	4.3	21.0	9.9
1951	10.9	3.2	10.7	5.8	11.5	6.3	15.1	8.3	21.0	12.7	25.6	17.2	26.7	18.7	27.7	19.8	23.4	17.3	15.5	10.9	13.3	8.3	9.3	4.9	17.6	11.1
1952	6.8	2.7	6.9	2.6	11.6	4.4	18.3	9.6	20.3	11.9	27.2	18.4	28.1	20.3	29.8	21.0	23.6	17.1	17.4	11.9	11.2	6.5	9.5	5.2	17.6	11.0
1953	4.6	2.3	5.9	2.1	10.7	3.7	17.2	9.3	19.7	12.6	23.5	16.5	28.6	20.3	25.7	18.5	24.0	16.3	17.9	12.7	11.0	7.5	9.5	5.7	16.5	10.6
1954	5.8	2.1	7.0	2.9	11.8	7.4	14.1	7.4	17.9	11.3	25.6	17.5	26.8	18.2	27.1	18.2	25.3	17.1	16.9	11.4	11.6	6.9	9.4	5.4	16.6	10.5
1955	10.1	6.7	10.9	6.0	11.6	5.8	13.2	6.5	21.4	13.5	24.5	16.6	27.0	19.2	24.2	18.2	20.5	15.7	16.6	12.0	11.4	7.9	10.3	6.9	16.8	11.3
1956	8.2	4.2	3.6	-0.9	8.8	3.9	14.6	7.9	20.2	12.7	22.7	15.5	27.0	19.2	28.5	21.0	23.5	16.9	16.8	10.7	11.7	7.5	8.1	4.3	16.1	10.2
1957	7.2	3.3	10.4	6.1	11.7	6.5	14.5	9.2	17.2	11.4	25.6	18.6	29.8	19.3	36.3	19.4	>>	15.8	25.0	13.0	16.4	9.3	11.0	4.7	>>	>>
1958	11.1	4.0	15.6	5.5	12.8	4.1	16.2	7.7	>>	>>	27.7	16.9	30.1	19.4	31.4	20.3	26.5	16.5	21.1	12.4	16.1	9.5	11.4	4.7	>>	>>
1959	10.8	2.6	12.8	4.2	17.1	8.6	17.7	8.8	21.5	12.3	26.0	16.2	29.4	19.5	27.7	18.6	23.6	15.2	18.2	10.1	14.9	8.9	13.8	7.2	19.5	11.0
1960	11.3	5.4	13.8	6.0	14.5	7.4	17.8	8.7	22.4	13.3	27.5	17.0	28.5	17.9	31.3	19.9	25.3	15.7	21.9	13.7	17.5	9.3	13.4	6.7	20.4	11.8
1961	10.3	3.9	12.7	3.6	16.5	6.8	21.9	11.1	23.4	12.4	27.8	17.0	29.5	18.4	29.8	18.8	28.7	17.2	21.0	13.0	16.9	9.7	12.4	5.3	20.9	11.4
1962	12.3	5.1	10.7	3.4	12.9	4.8	19.4	8.9	24.6	12.9	25.9	16.2	30.0	19.1	33.4	21.5	27.6	17.6	20.3	13.6	22.2	9.0	9.9	3.9	20.8	11.3
1963	8.2	1.9	10.4	3.0	14.0	5.1	18.5	9.3	22.0	12.3	27.3	17.3	29.9	20.3	31.0	19.8	27.4	17.7	20.1	12.3	19.5	11.3	12.9	7.4	20.1	11.5
1964	9.6	3.0	12.0	4.4	14.5	7.6	18.8	9.4	23.2	13.8	27.6	18.3	28.3	18.6	27.8	18.9	24.7	16.0	20.2	12.9	15.8	9.4	12.2	6.6	19.6	11.6
1965	11.2	4.9	8.2	1.7	11.5	6.6	16.9	8.4	22.9	12.7	27.8	16.9	32.2	20.9	28.4	18.2	25.6	16.8	21.5	12.1	18.0	9.3	13.9	6.4	19.8	11.2
1966	9.6	3.0	15.7	7.6	13.8	5.5	20.5	10.6	23.1	12.9	28.4	18.5	29.5	19.2	30.3	19.8	26.5	17.3	22.9	14.8	15.0	7.4	12.1	5.6	20.6	11.9
1967	10.3	2.9	12.4	4.5	16.4	7.5	16.8	8.1	24.3	13.5	25.3	15.5	29.7	20.4	31.0	20.4	27.4	17.2	26.4	16.1	18.3	10.0	13.7	5.8	21.0	11.8
1968	9.7	2.0	14.4	6.9	15.9	6.5	22.4	10.6	26.4	15.2	26.6	17.1	30.5	19.3	28.6	18.4	26.9	16.9	21.6	12.5	16.6	9.3	11.2	5.7	20.9	11.7
1969	10.7	4.0	13.1	4.6	>>	>>	19.3	8.5	27.5	15.2	26.7	15.7	>>	>>	29.8	18.4	25.6	17.2	21.4	12.7	19.0	10.1	9.3	4.2	>>	>>
1970	>>	>>	12.8	4.6	15.1	5.8	20.0	9.1	21.8	11.5	28.6	17.9	30.4	19.0	33.8	20.0	27.6	16.7	19.6	11.7	17.0	8.7	13.1	6.0	>>	>>
1971	11.8	5.6	11.3	3.9	10.6	3.5	18.4	9.8	25.0	13.9	28.2	17.0	28.9	18.5	32.1	21.2	22.5	13.8	18.7	10.1	15.1	7.2	12.2	4.8	19.6	10.8
1972	11.1	5.8	12.8	5.9	16.5	8.2	18.9	9.5	22.9	12.6	28.3	17.7	29.2	18.4	27.2	17.5	22.4	13.7	16.1	8.5	15.3	7.3	11.3	6.2	19.3	10.9
1973	10.2	4.5	10.7	3.8	11.2	3.7	15.1	6.3	25.0	14.3	26.9	17.0	30.2	19.9	28.0	18.1	26.4	16.9	20.7	12.4	14.6	6.2	9.8	4.3	19.1	10.6
1974	11.3	4.7	11.7	5.1	14.0	5.6	14.9	7.5	21.3	>>	26.8	16.0	29.9	18.9	29.9	19.6	26.3	16.3	17.0	8.4	14.3	6.6	11.7	4.1	19.1	>&

5.3 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).

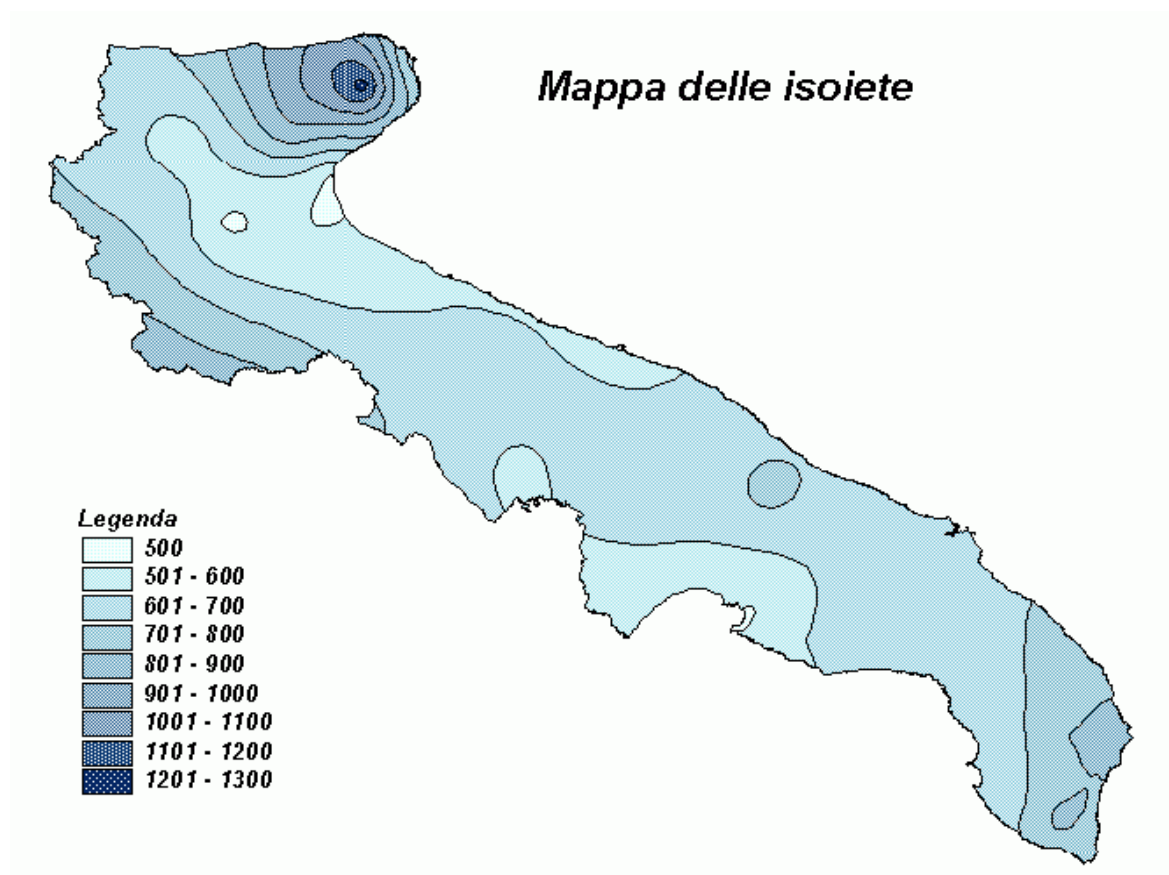


Fig.18– Mappa delle isoiete

5.4 Curve di possibilità pluviometrica

Metodo probabilistico TCEV

L'analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni nella Puglia centro-meridionale, che si basa sul modello statistico riferito alla distribuzione TCEV (ROSSI et alii, 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (FIORENTINO et alii, 1987), ha individuato una zona unica di primo e secondo livello (CASTORANI & IACOBELLIS, 2001), a loro volta suddivise in due sottozone, di cui la prima comprende la Capitanata, il Sub-appennino Dauno, il Gargano e l'Alta Murgia, la seconda include la parte restante del Tavoliere delle Puglie, della Murgia e della Penisola Salentina (CLAPS et alii, 1994).

L'analisi di terzo livello, basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota, ha portato all'individuazione di altre due zone omogenee e delle rispettive curve di possibilità climatica.



Fig.19 – Sottozone omogenee

I parametri della TCEV che entrano in gioco nella determinazione della zona omogenea di possibilità climatiche relativa all'area delle Murge entro la quale ricade la nostra area sono i seguenti:

- dati pluviometrici ricavati dagli annali idrologici nelle rispettive stazioni di rilevamento;
- coefficienti regionali $\Theta^* = 0,353$, $\Lambda^* = 2,121$, $\Lambda_I = 17,55$;
- coefficiente di asimmetria $Ca = 1,31$;
- coefficiente di variazione $Cv = 0,45$.

Dai dati sopra citati è possibile risalire al fattore probabilistico di crescita $K_{t,T}$ (in funzione del periodo di ritorno T e della durata t) dato dalla espressione:

$$K_{t,T} = X_{t,T} / \mu(X_t)$$

dove $X_{t,T}$ è il massimo annuale di precipitazione di assegnata durata ed $\mu(X_t)$ è il suo valore medio.

La curva di distribuzione di probabilità del rapporto corrisponde alla curva di crescita che ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della TCEV. Il valore di $K_{t,T}$ o, per semplificare, K_T , può essere calcolato in funzione di T attraverso un'approssimazione asintotica della curva di crescita (ROSSI & VILLANI, 1995):

$$K_T = a + b \ln T$$

in cui i parametri dell'espressione asintotica sono:

$$a = (\Theta \cdot \ln \Lambda^* + \ln \Lambda_i) / \eta = 0,1599$$

$$b = \Theta / \eta = 0,5166$$

$$T_0 = \sum ((-1)^i \Lambda^{i*} / i!) \Gamma(i / \Theta) = -0,6631$$

$$\eta = \ln \Lambda_i + C - T_0 = 4,1053$$

mentre $C = 0,5772$ corrisponde alla costante di Eulero.

Per semplificare la valutazione del fattore di crescita, nella sottostante tabella sono riportati i valori di K_T relativi ai valori del periodo di ritorno più comunemente adottati nella pratica progettuale per la Puglia centro-meridionale:

T	5	10	20	30	40	50	100	500	1000
K_T	1,26	1,53	1,82	2,00	2,13	2,23	2,57	3,38	3,73

Nel terzo livello di analisi regionale entra in gioco la variabile spaziale del parametro di posizione delle serie storiche in relazione a fattori locali.

Nell'analisi delle piogge orarie è possibile legare il valore medio dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata t alle durate stesse attraverso la relazione:

$$\mu(X_t) = a t^n$$

nota anche come curva di probabilità pluviometrica. Essa è stata ricalcolata in funzione delle diverse quote topografiche delle varie stazioni meteorologiche di rilevamento, ed è diventata:

$$\mu(X_t) = a t^{(C h + D + \log a - \log a) / \log 24}$$

in cui

a = valore medio dei valori $\mu(X_i)$ relativi alle serie ricadenti in ciascuna zona omogenea;

a = x_g/x_{24} rapporto tra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità (in Puglia è costante ed è uguale a 0,89);

C e **D** sono coefficienti della regressione lineare tra il valore medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare.

Il settore murgiano entro cui ricade la nostra area è individuata come Zona omogenea 5 (Nord barese ed alla Murgia centrale), ed i valori dei parametri sopra citati sono i seguenti:

$$a = 28,2$$

$$C = 0,0002$$

$$D = 4,0837$$

dai quali si estrapola la curva di probabilità pluviometrica illustrata in Fig. 24.

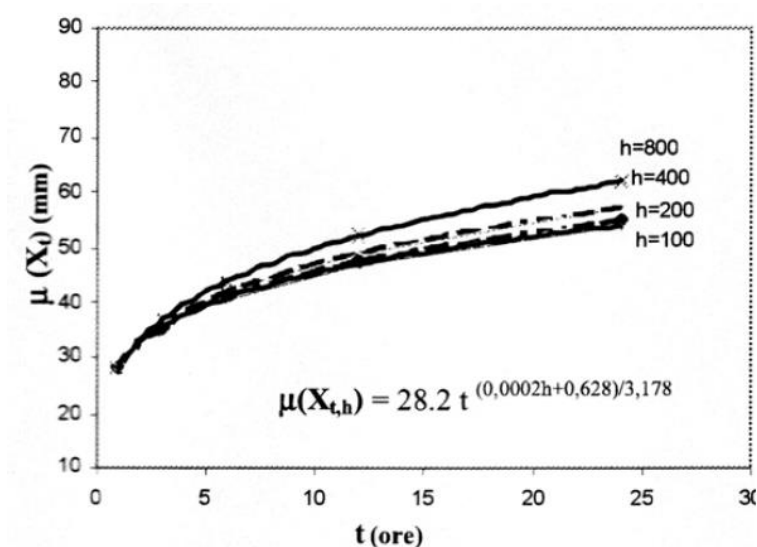


Fig. 19 - Curva di probabilità pluviometrica della Zona 5 (Nord barese e Murgia centrale).

In dettaglio il clima della Murgia è caratterizzato da un regime di precipitazioni invernali ed aridità estiva, con un rapporto medio piogge invernali/piogge estive pari a 3.

5.5 Annali idrologici

Attraverso l'utilizzo della distribuzione probabilistica asintotica di Gumbel, elaborando i dati pluviometrici forniti dalla stazione meteorologica di Ruvo di Puglia nel periodo 1964-2010, è stato possibile determinare le diverse curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno pari a 5, 30, 200 e 500 anni, riportate in Fig. 21.



long. 16°29'03,6"

ANNI 33	Max intensità			1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE	
	mm	data	minuti	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
1964	20.0	16/06/1964	15	25.6	16/06/1964	40.6	12/11/1964	46.0	12/11/1964	68.2	12/11/1964	90.8	11/11/1964
1966	20.0	05/10/1966	20	34.0	05/10/1966	35.2	05/10/1966	39.0	20/09/1966	46.0	19/09/1966	48.0	19/09/1966
1967	24.2	18/05/1967	20	26.4	18/05/1967	26.6	18/05/1967	26.8	20/06/1967	27.6	20/06/1967	43.4	12/12/1967
1968	37.6	05/06/1968	30	57.8	05/06/1968	58.8	05/06/1968	59.8	05/06/1968	59.8	05/06/1968	60.0	05/06/1968
1970	20.0	08/05/1970	15	23.8	08/05/1970	25.4	08/05/1970	26.4	18/09/1970	38.8	17/09/1970	58.4	17/09/1970
1971	20.2	03/05/1971	30	20.4	03/05/1971	23.8	18/09/1971	30.2	18/09/1971	43.0	24/02/1971	79.6	24/02/1971
1972	12.4	31/08/1972	15	27.4	09/09/1972	29.6	09/09/1972	40.0	22/02/1972	54.2	22/02/1972	54.6	22/02/1972
1973	31.6	26/09/1973	40	31.6	26/09/1973	33.6	26/09/1973	33.8	26/09/1973	33.8	26/09/1973	38.8	18/06/1973
1974	10.6	07/11/1974	20	24.4	20/07/1974	35.0	30/12/1974	45.4	30/12/1974	55.6	30/12/1974	55.6	30/12/1974
1976	34.0	21/07/1976	30	41.6	21/07/1976	54.6	08/07/1976	54.6	08/07/1976	54.6	08/07/1976	64.0	23/05/1976
1977	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	26.6	23/01/1977	35.0	03/06/1977
1978	25.4	21/10/1978	35	26.2	21/10/1978	40.8	21/10/1978	43.0	21/10/1978	44.0	21/10/1978	44.8	21/10/1978
1979	14.0	20/06/1979	10	14.8	20/06/1979	16.4	04/11/1979	31.0	03/11/1979	43.4	03/11/1979	75.6	03/11/1979
1984	32.0	07/08/1984	35	39.0	07/08/1984	39.0	07/08/1984	39.0	07/08/1984	49.2	18/02/1984	74.0	17/02/1984
1985	12.0	18/04/1985	10	19.2	18/04/1985	24.0	18/04/1985	29.0	16/04/1985	39.6	16/04/1985	58.2	16/04/1985
1987	20.4	28/08/1987	15	23.2	28/08/1987	23.4	28/08/1987	39.6	21/11/1987	67.0	21/11/1987	108.8	21/11/1987
1988	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	36.6	17/09/1988	37.8	17/09/1988	48.2	16/09/1988
1989	15.8	25/06/1989	6	28.0	12/07/1989	31.2	25/06/1989	31.8	25/06/1989	31.8	25/06/1989	31.8	25/06/1989
1990	>>	>>	>>	15.0	01/12/1990	25.2	01/12/1990	46.6	01/12/1990	77.6	01/12/1990	84.4	01/12/1990
1991	>>	>>	>>	32.4	16/09/1991	34.2	16/09/1991	34.2	16/09/1991	37.0	21/10/1991	40.4	21/10/1991
1992	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	50.8	31/12/1992	62.8	31/12/1992	73.6	30/12/1992
1993	11.6	14/06/1993	15										
	11.6	14/06/1993	30	13.6	14/06/1993	15.8	11/09/1993	20.6	11/09/1993	22.4	27/03/1993	32.2	26/03/1993
1994	8.0	21/07/1994	5	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>
	11.8	21/07/1994	15	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>
	13.8	21/07/1994	30	28.8	21/07/1994	36.8	21/07/1994	3					



REGIONE PUGLIA
SERVIZIO PROTEZIONE CIVILE
Centro Funzionale Regionale



RUVO di PUGLIA

latitudine 41° 6' 49,12" N						longitudine 16° 29' 0,76" E							
ANNO	Max intensità			1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE	
39	mm	data	minuti	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
2005	>>	>>	>>										
2006	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>
2007	10.4	26-apr	5	16.8	26-apr	24.8	26-apr	32.4	17-dic	38.4	17-dic	48.0	25-set
	16.0	26-apr	15										
	16.6	26-apr	30										
2008	7.8	11-giu	5	19.6	5-nov	22.0	11-giu	34.8	4-dic	42.6	4-dic	57.4	11-giu
	15.4	11-giu	15										
	18.4	11-giu	30										
2009	11.0	21-giu	5	38.8	21-giu	46.6	21-giu	48.8	21-giu	56.6	2-ott	71.2	2-ott
	28.2	21-giu	15										
	38.8	21-giu	30										
2010	5.8	2-nov	5	26.2	2-nov	45.6	2-nov	61.0	2-nov	64.0	2-nov	78.8	18-ott
	12.6	2-nov	15										
	17.6	2-nov	30										

Fig. 20 – Massime piovosità (altezza in mm) per 1, 3, 6, 12, 24 ore registrate nella stazione meteorologica di Ruvo di Puglia nel periodo 1964-2010

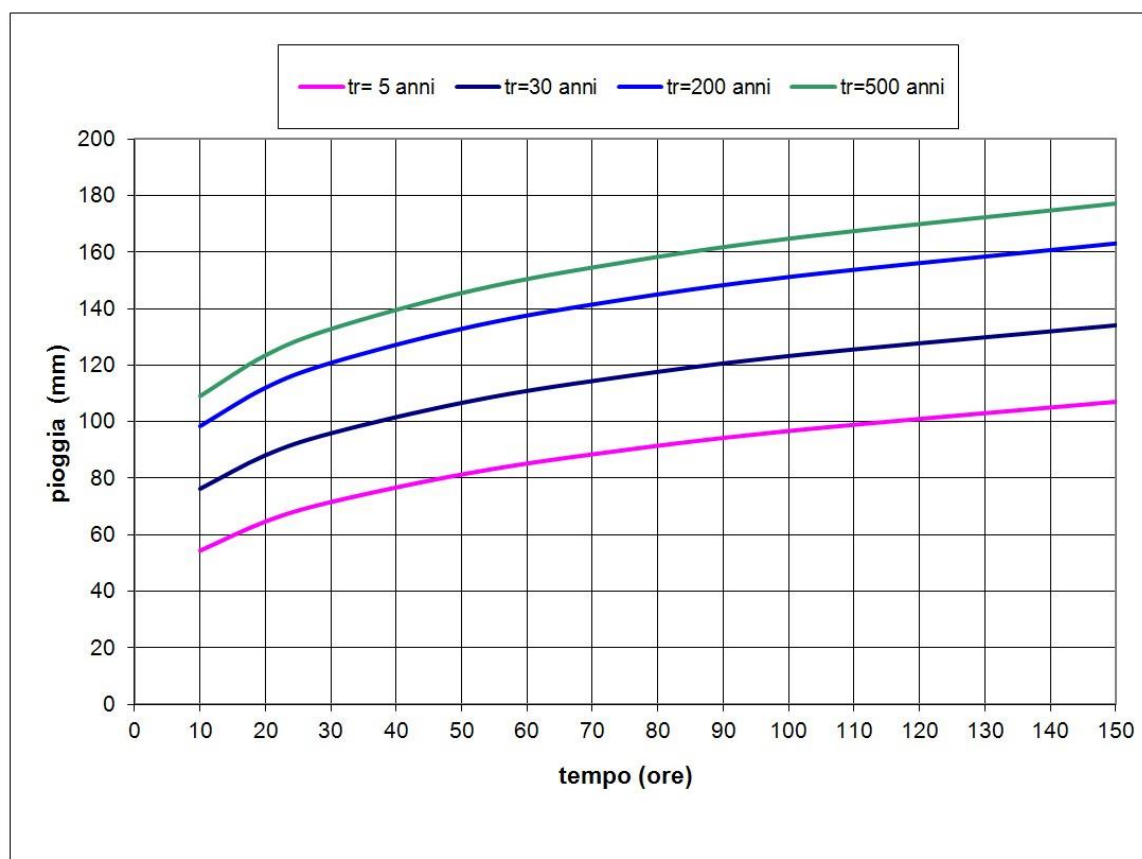


Fig.21 - Curve di probabilità relative alla stazione pluviometrica di Ruvo di Puglia estrapolate per tempi di ritorno di 5, 30, 200 e 500 anni. nel periodo 1964-2010

 REGIONE PUGLIA SERVIZIO PROTEZIONE CIVILE Centro Funzionale Regionale RUVU DI PUGLIA 																											
latitudine 41° 6' 49,12" N														longitudine 16° 29' 0,76" E													
	Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settembre		Ottobre		Novembre		Dicembre		Anno		
ANNO	mm	giorni pioggia	mm	giorni pioggia	mm	giorni pioggia	mm	giorni pioggia	mm	giorni pioggia	mm	giorni pioggia	mm	giorni pioggia	mm	giorni pioggia	mm	giorni pioggia	mm	giorni pioggia	mm	giorni pioggia	mm	giorni pioggia	mm	giorni pioggia	
1923	70	8	81	7	25	4	19	5	2	1	7	1	8	1	28	4	107	4	14	4	29	4	133	16	523	59	
1924	144	10	102	13	93	13	47	5	35	3	54	4	20	2	13	2	0	0	32	2	171	9	31	2	742	65	
1925	18	3	31	5	73	8	22	5	35	7	17	3	19	3	1	1	74	7	54	6	129	17	25	9	498	74	
1926	53	9	9	3	74	11	20	3	19	5	85	6	33	5	24	3	59	6	83	3	24	6	54	9	537	69	
1927	36	6	23	5	36	5	32	6	26	8	14	4	0	0	14	2	23	6	175	9	14	2	145	14	538	67	
1928	43	6	26	4	107	14	76	12	41	7	1	1	0	0	0	0	54	5	101	7	28	7	77	11	554	74	
1929	10	5	50	13	68	9	19	7	48	5	51	5	1	0	84	7	15	2	60	4	65	5	70	2	541	64	
1930	20	1	83	9	31	4	10	1	84	8	9	2	0	0	0	0	48	2	66	7	35	2	120	7	506	43	
1931	82	7	127	8	31	4	75	5	3	1	0	0	0	0	0	0	18	2	77	6	46	4	75	8	534	45	
1933	102	13	44	5	18	4	82	5	58	6	27	3	2	1	56	3	32	3	30	6	75	6	83	12	609	67	
1934	36	9	96	6	95	8	47	5	36	3	37	2	27	3	24	4	33	10	91	10	56	7	27	5	605	72	
1935	130	15	19	8	111	11	11	4	17	3	18	4	34	4	22	3	49	5	38	7	52	6	128	9	629	79	
1936	35	5	148	11	50	8	70	6	170	8	21	5	8	1	3	2	10	1	65	7	29	3	54	6	663	63	
1937	17	5	64	8	22	8	78	10	24	4	10	2	33	4	13	4	68	10	51	9	121	10	153	12	654	86	
1938	149	5	61	8	22	6	161	10	54	6	19	2	0	0	49	7	21	2	33	7	11	3	117	15	697	71	
1939	54	4	81	4	157	16	51	5	129	13	47	5	0	0	17	1	101	12	28	6	67	9	85	15	817	90	
1940	177	14	25	6	22	6	86	11	52	10	42	8	18	3	39	5	13	2	91	6	60	7	175	14	800	92	
1941	34	7	64	10	7	2	69	6	40	7	5	2	7	2	26	3	185	9	98	8	53	6	32	11	620	73	
1942	77	11	75	12	98	10	39	6	28	5	56	7	24	2	18	3	24	1	12	4	93	10	78	5	622	76	
1943	56	10	28	6	68	9	60	6	7	2	11	3	9	1	0	0	91	3	119	10	65	8	42	5	556	63	
1944	35	6	50	11	116	11	79	6	9	2	5	2	12	1	61	6	19	5	179	9	29	5	97	10	691	74	
1945	146	18	7	2	30	6	5	2	1	0	1	1	0	0	0	0	51	8	42	5	70	7	240	14	593	63	
1946	96	13	14	5	55	7	46	6	37	5	7	2	0	0	1	1	0	0	80	13	101	9	186	16	623	77	
1947	79	16	33	7	20	6	60	2	73	11	0	0	0	0	88	5	35	2	48	7	84	8	157	18	677	82	
1948	41	6	68	8	2	0	19	2	60	9	23	4	20	3	13	1	45	3	45	7	127	10	32	5	495	58	
1949	113	8	8	2	63	7	1	1	23	5	23	5	7	2	55	4	124	6	79	9	94	11	26	5	616	65	
1950	69	7	10	3	35	6	39	4	37	4	13	2	5	1	103	4	63	5	41	7	57	5	65	6	537	54	
1951	102	12	37	7	102	9	53	11	29	7	21	1	29	3	107	5	112	6	95	13	44	6	37	5	768	85	
1952	41	7	34	9	60	8	16	2	54	8	12	2	35	4	3	1	47	8	35	6	86	12	155	13	578	80	
1953	47	9	14	4	11	2	14	4	94	9	43	8	4	1	75	3	19	2	93	10	66	6	15	5	495	63	
1954	114	11	259	9	71	10	62	8	86	11	35	9	0	0	7	2	6	1	100	9	311	13	38	6	1089	89	
1955	114	10	32	7	82	7	34	7	8	2	14	2	14	2	53	5	116	9	155	14	79	10	18	5	719	80	
1956	65	10	168	15	68	10	65	6	26	3	44	4	1	0	0	0	24	2	28	4	110	11	26	4	625	69	
1957	217	11	23	3	47	6	77	8	87	12	22	2	21	4	48	3	69	3	175	10	51	12	125	13	962	87	
1958	69	12	35	2	81	16	91	15	34	4	22	3	1	0	0	0	59	4	37	8	110	9	41	8	580	81	
1959	48	8	0	0	41	4	88	7	98	8	18	6	22	4	24	2	38	6	30	6	144	9	26	5	577	65	
1960	97	9	96	8	185	18	81	9	33	7	8	4	14	3	0	0	67	7	36	5	68	9	57	9	742	88	
1961	53	9	76	4	31	7	11	2	75	6	27	2	20	2	0	0	0	0	87	>>	44	8	57	10	481	>>	
1962	32	8	46	8	99	13	10	3	62	5	22	3	27	3	0	0	113	7	76	8	39	7	127	13	653	78	
1963	56	13	111	9	107	8	15	3	43	8	19	5	26	5	5	2	21	3	64	7	43	5	30	9	540	77	
1964	36	4	13	4	42	8	25	5	39	6	67	6	108	3	16	3	64	8	55	7	128	11	75	10	668	75	
1965	50	6	142	11	26	3	114	10	14	4	9	3	0	0	33	5	51	8	2	1	30	8	79	7	550	66	
1966	111	15	6	3	82	15	31	5	80	8	46	5	19	3	19	3	86	6	86	10	43	8	63	10	672	91	
1967	36	7	35	8	37	7	81	10	35	3	67	7	32	5	11	2	42	6	19	4	15	4	84	11	494	74	
1968	47	11	41	6	25	6	20	2	29	6	169	10	11	2	48	4	14	4	27	7	125	11	102	15	658	84	
1969	47	8	22	7	118	17	18	4	23	3	33	7	8	1	64	6	63	7	4	1	37	4	112	9	549	74	
1970	20	8	27	5	23	7	21	4	78	9	9	3	51	4	6	3	97	5	92	8	22	5	26	6	472	67	
1971	67	8	134	11	86	14	63	5	65	5	10	3	35	4	0	0	99	13	30	4	54	10	37	3	680	80	
1972	148	13	101	10	28	3	89	7	19	4	1	0	34	3	77	8	117	12	136	11	28	4	60	3	838	78	
1973	75	12	83	9	112	14	27	9	3	1	41	2	19	3	16	3	126	7	35	4	41	4	75	6	653	74	
1974	42	10	77	14	43	6	104	11	13	3	29	6	39	1	36	5	18	5	64	12	55	4	69	3	589	80	
1975	3	1	102	9	105	4	14	3	68	7	14	3	16	2	43	6	1	1	41	11	104	9	115	9	626	65	
1976	38	5	40	6	27	7	64	10	98	10	49	5															



REGIONE PUGLIA

SERVIZIO PROTEZIONE CIVILE

Centro Funzionale Regionale

RUVO DI PUGLIA

latitudine

41° 6' 49,12" N

longitudine

16° 29' 0,76" E

GIORNI	1	2		3		4		5	
ANNO	giu	il	dal	al	dal	al	dal	al	dal
1923	62.0	7-set	85.0	6-set	8-set	6-set	9-set	85.0	6-set
1924	55.0	9-nov	61.0	10-nov	70.5	29-gen	31-gen	>>	>>
1926	52.0	22-giu	73.0	1-ott	2-ott	76.0	30-set	2-ott	>>
	56.0	1-ott							
1927	70.0	7-ott	110.0	6-ott	7-ott	112.0	6-ott	9-ott	3-ott
1929	60.0	21-dic	60.0	21-dic	22-dic	69.0	6-dic	8-dic	9-dic
1930	69.0	21-dic	69.0	21-dic	22-dic	69.0	21-dic	23-dic	24-dic
1931	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>
1933	50.2	13-gen	71.5	23-apr	24-apr	71.5	23-apr	25-apr	>>
	67.3	24-apr							
1934	54.5	8-ott	>>	>>	76.7	8-ott	10-ott	6-feb	2-feb
1935	51.5	13-dic	60.1	12-dic	13-dic	82.1	7-mag	8-mag	7-ott
1936	76.2	7-mag	82.1	7-mag	8-mag	82.0	5-feb	7-feb	9-dic
1937	55.4	26-nov	64.8	25-nov	26-nov	82.1	7-mag	10-mag	4-feb
	67.0	28-dic	98.2	27-dic	28-dic	79.3	26-nov	29-nov	3-mag
1938	55.0	21-gen	141.2	12-apr	22-gen	141.2	21-gen	24-gen	7-mag
	86.2	22-gen	94.5	12-apr	13-apr	115.0	11-apr	14-apr	25-nov
1939	>>	>>	>>	>>	>>	71.2	15-mar	17-mar	11-gen
	61.7	23-ott	69.0	10-gen	11-gen	97.3	10-gen	12-gen	21-mar
1940	54.0	17-dic	61.7	23-ott	24-ott	71.4	17-dic	19-dic	14-gen
1941	91.2	18-set	130.6	18-set	19-set	137.8	17-set	19-set	10-gen
1942	>>	>>	>>	>>	67.4	29-mar	31-mar	20-set	17-set
1943	65.3	6-set	65.5	6-set	7-set	77.1	5-ott	8-ott	21-set
1944	59.0	13-mar	64.0	13-mar	14-mar	89.2	13-mar	16-mar	17-mar
	117.6	1-ott	138.4	1-ott	2-ott	147.0	29-set	2-ott	30-set
1945	75.8	7-dic	108.0	7-dic	8-dic	130.0	7-dic	9-dic	2-ott
1946	55.6	6-dic	70.8	7-nov	8-nov	75.8	7-nov	8-dic	3-gen
1947	>>	>>	70.4	27-ago	28-ago	79.2	27-ago	10-nov	9-dic
1948	57.3	19-nov	62.8	18-nov	19-nov	83.2	26-ago	29-ago	25-ago
1949	69.4	18-set	66.8	13-gen	14-gen	82.8	10-dic	13-dic	11-dic
1950	70.0	17-ago	98.4	17-set	18-set	76.8	13-gen	16-gen	13-gen
1951	68.5	23-ago	97.0	16-ago	17-ago	100.6	17-set	20-set	17-set
1952	47.2	21-nov	73.6	23-ago	24-ago	98.0	15-ago	18-ago	15-ago
1953	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1954	47.2	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1955	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1956	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1957	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1958	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1959	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1960	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1961	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1962	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1963	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1964	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1965	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1966	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1967	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1968	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1969	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1970	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1971	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1972	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1973	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1974	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1975	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1976	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1977	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1978	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1979	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1980	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1981	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1982	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1983	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1984	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1985	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1986	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1987	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1988	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1989	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1990	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1991	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1992	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1993	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1994	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1995	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1996	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1997	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1998	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
1999	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2000	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2001	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2002	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2003	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2004	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2005	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2006	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2007	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2008	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2009	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2010	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2011	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2012	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2013	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2014	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2015	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2016	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2017	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago
2018	42.1	5-set	43.5	6-dic	7-dic	94.4	23-ago	25-ago	27-ago

Fig. 23– Giorni più piovosi, stazione meteorologica di Ruvo di Puglia periodo di osservazione 1923-2010

5.6 Radiazione solare ed eliofania

Nel definire le condizioni di insolazione di una data regione ed il numero di ore di sole (eliofania) occorre distinguere tra la radiazione solare astronomica e la radiazione globale (diretta e diffusa). La prima è sempre maggiore della seconda, che risente oltre che della latitudine e della declinazione del sole sull'orizzonte, anche della copertura del cielo, della trasparenza dell'atmosfera e della orografia del territorio.

La radiazione globale media italiana è compresa tra le 120 ed le 160 Kcal/cm², in Puglia, data la sua conformazione morfologica superficiale (51% della superficie è pianeggiante, il 47,5% collinare ed il restante 1,5% è montuosa), i valori tendono ad avvicinarsi un po' ovunque ai valori massimi, con valori di radiazione, ad esempio, superiori ai 150 Kcal/cm² osservati nella Penisola Salentina.

Per quanto riguarda l'insolazione, la Puglia è interessata mediamente da 2600 ore, con valori maggiori registrati sempre nel Salento.

5.7 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 Fig.24 è riportata la distribuzione dei venti nelle quattro stagioni: dalle stesse si osserva come i valori medi dell'intensità del vento sono generalmente alti e distribuiti in maniera uniforme, e che le direzioni predominanti dei venti sono quelle da Nord e da Sud.

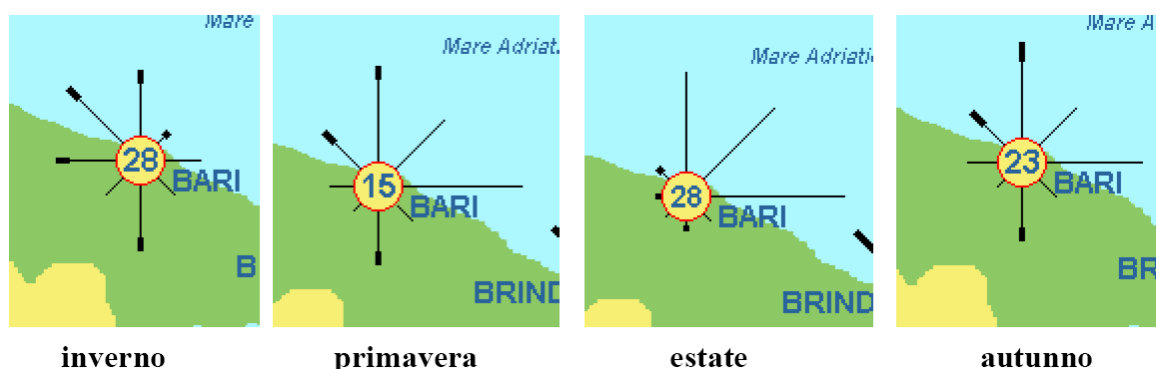


Fig.24 – Mappa dei venti

La macrozonazione, riportata nell'art. 3.3 del D.M. 14.01.08, individua la velocità di riferimento V_b , definita come il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.

Zona	Descrizione	$V_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020

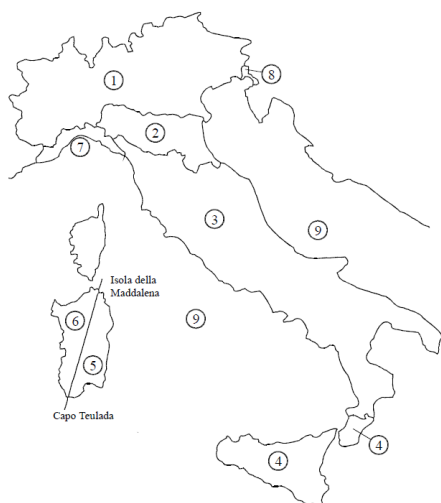


Fig.25 – Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio Italiano (D.M. 14.01.08)

5.8 Neve

La macrozonazione, riportata nell'art. 3.5. del D.M. 14.01.08, individua il carico di neve al suolo q_{sk} in riferimento alla zona di appartenenza e all'altitudine a_s . Il Comune di Ruvo di Puglia è classificato in Zona II; i valori caratteristici minimi del carico della neve al suolo sono quelli di seguito riportati:

$$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{sk} = 0,85 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$$

a_s
 a_s

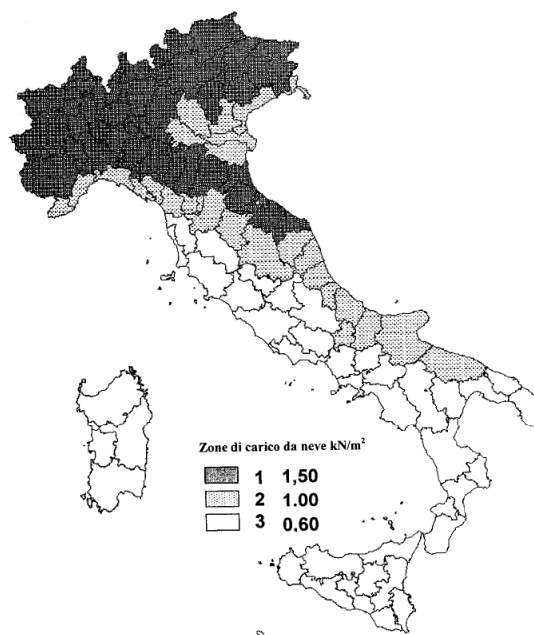


Fig.26 – Zone di carico da neve (D.M. 14.01.08)

6. RISCHIO IDRAULICO E NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE DEL PAI **(Autorità di Bacino Regione Puglia)**

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.

6.1 Pericolosità Idraulica

Con Delibera n° 015 del 08/04/2015 l'AdB Puglia ha approvato la modifica ed integrazione al PAI assetto Idraulico con l'inserimento di aree ad Alta, Media e Bassa pericolosità Idraulica riferite alla zona del centro abitato e delle aree endoreiche di tutto il territorio comunale. Per un'analisi di dettaglio si rimanda alla Tav. PS 1.1b

Gli interventi consentiti nelle aree perimetrate a pericolosità idraulica sono disciplinati dagli articoli 7, 8 e 9 delle NTA del PAI:

Art. 7 Interventi consentiti nelle aree ad alta pericolosità idraulica

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

tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino;

e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;

f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non concorrano ad incrementare il carico urbanistico;

g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;

h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

i) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), b), d), e), h) e i).

Art. 8 Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica

1. Nelle aree a media probabilità di inondazione oltre agli interventi di cui ai precedenti artt. 5 e 6 e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:

a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;

b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;

- c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
- d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino;
- e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;
- f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i.;
- g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;
- h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;
- i) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;
- j) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lett. d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;
- k) ulteriori tipologie di intervento a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti e comunque secondo quanto previsto agli artt. 5, 24, 25 e 26 in materia di aggiornamento dal PAI. In caso di contestualità, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in

appositi accordi laddove le Amministrazioni competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) nonché le condizioni che possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità. Nelle more del completamento delle opere di mitigazione, dovrà essere comunque garantito il non aggravio della pericolosità in altre aree.

2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), b), d), e), h), i), j) e k).

Art. 9 Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica

1. Nelle aree a bassa probabilità di inondazione sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.
2. Per tutti gli interventi nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.
3. In tali aree, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, il PAI persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti, ai sensi della legge 225/92, di programmi di previsione e prevenzione.

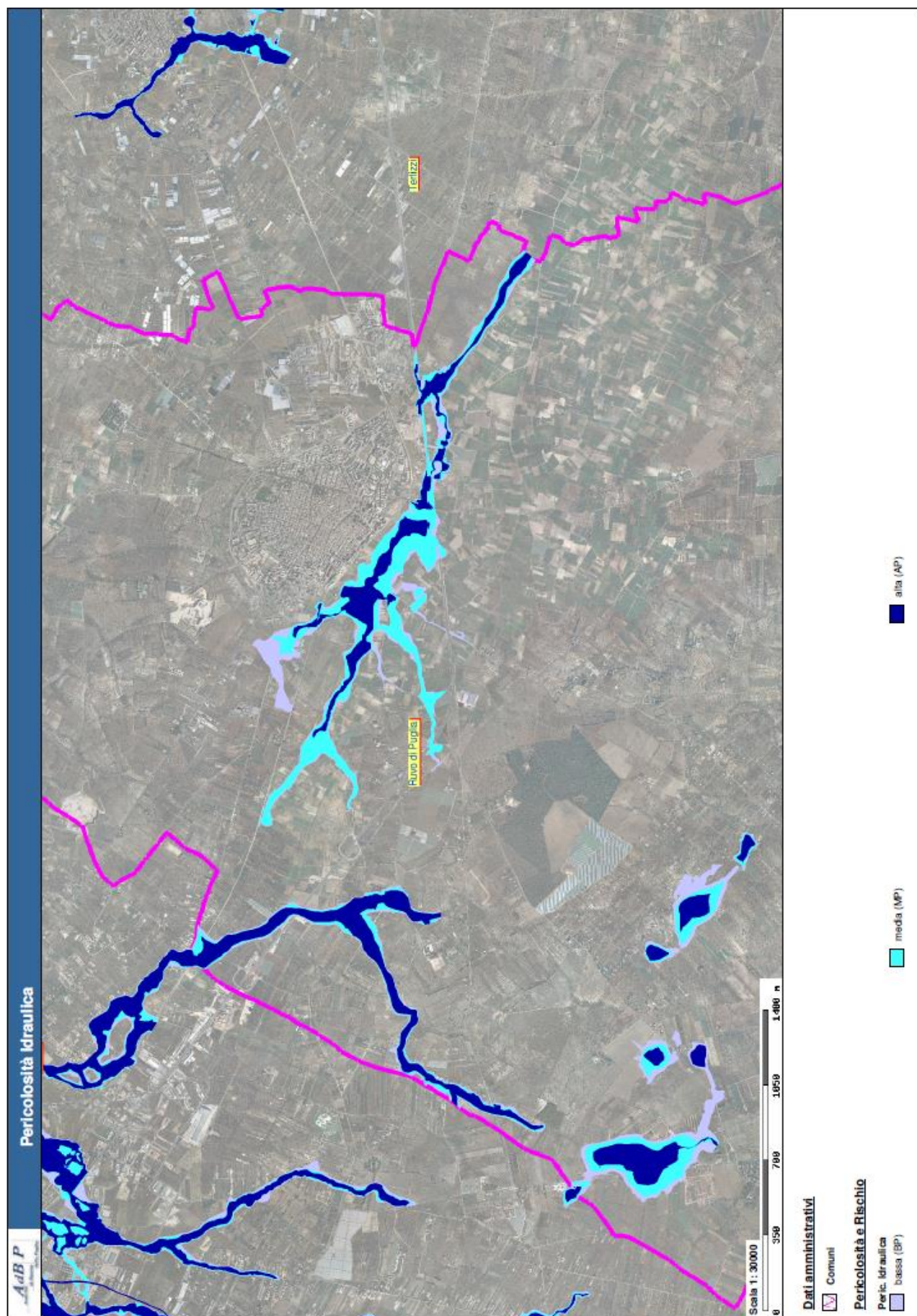


Fig.27 – Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica

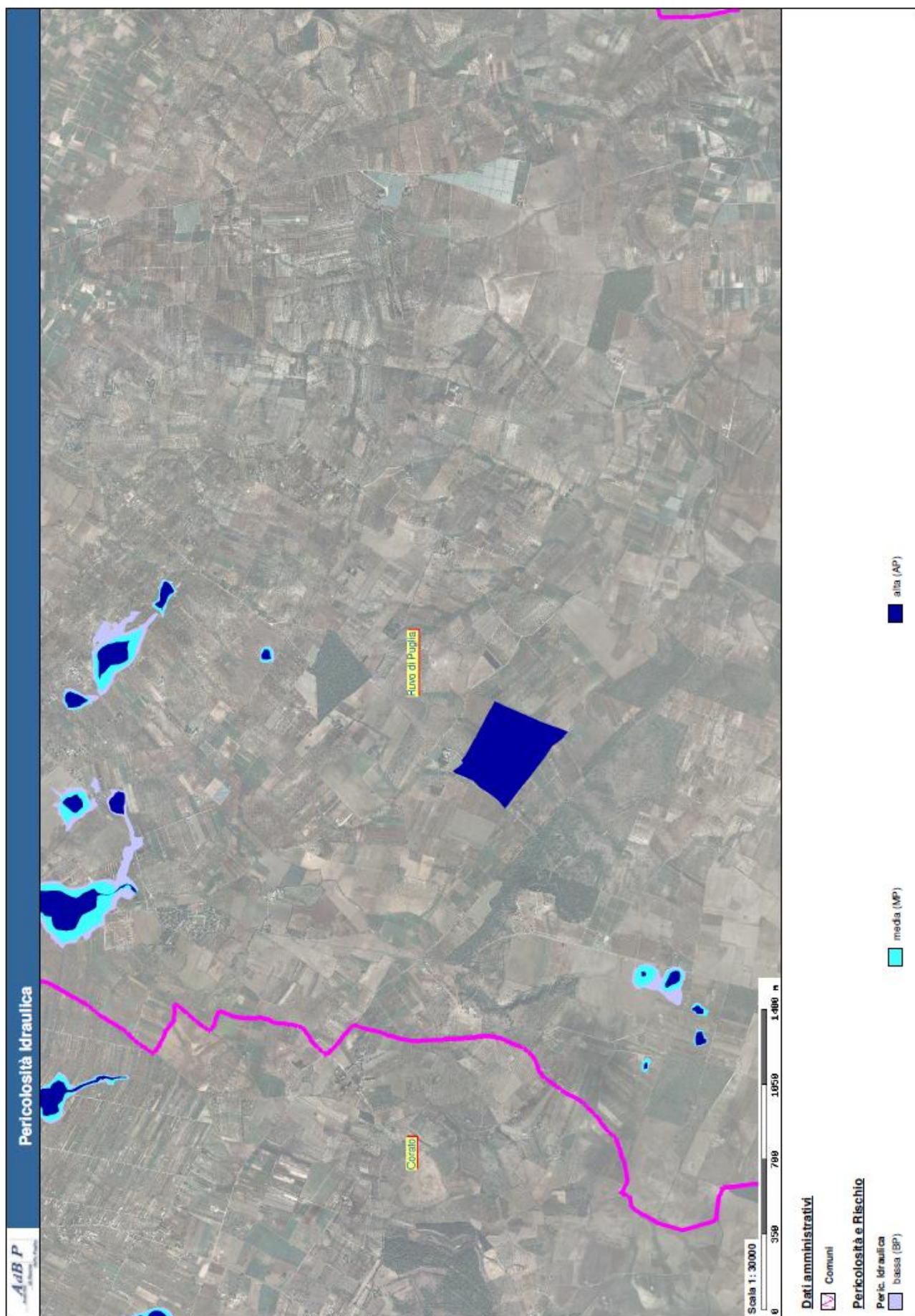


Fig.28 – Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica

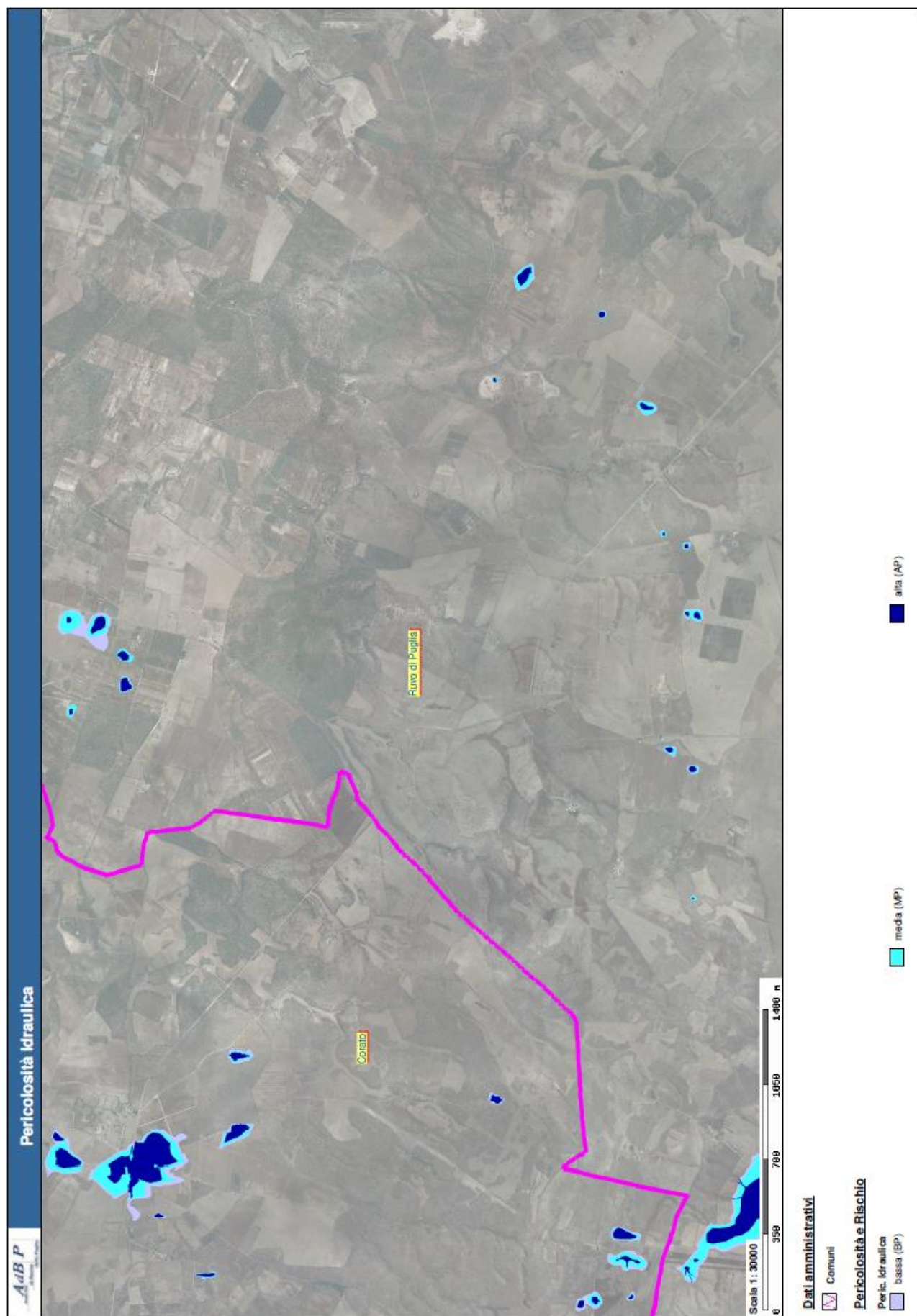


Fig.29 – Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica

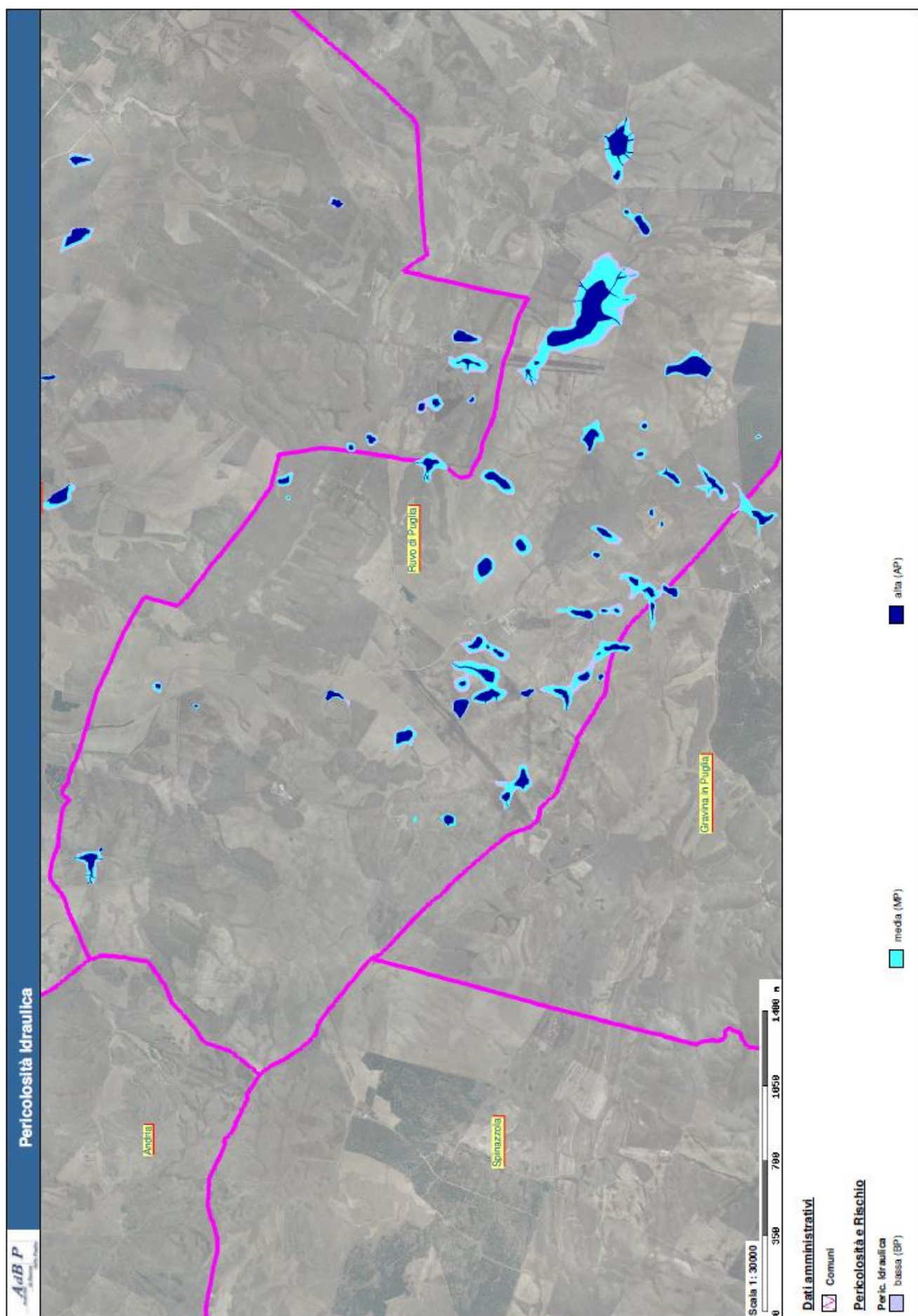


Fig.30 – Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica

6.2 Reticolo Idrografico

Al fine della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, il PAI individua il reticolo idrografico in tutto il territorio di competenza dell'AdB della Puglia, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità.

Nello specifico, il territorio comunale di Ruvo di Puglia è ampiamente interessato dalla presenza di diffusi reticoli idrografici (Tav.PS 1.1.b) disciplinati dai seguenti articoli delle NTA del PAI:

- Art. 6.8: "Quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m".
- Art 10.3: "Quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermini all'area golenale, come individuata all'art.6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

Nel rispetto degli artt. 6.7 e 10.2 delle NTA del PAI, per tutti gli interventi ricadenti nelle aree così come individuate dagli artt. 6.8 e 10.3, dovrà essere redatto specifico studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino della Puglia, che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata al fine di verificare preventivamente la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica.

6.3 Pericolosità Geomorfologica

Con Delibera n° 035 del 05/07/2013 e n°054 del 04/10/2013 l'AdB Puglia ha approvato la modifica ed integrazione al PAI Assetto Geomorfologico con l'inserimento di aree interessate da morfologie carsiche del tipo grotte e vore con classificazioni PG2 (pericolosità geomorfologica elevata) e PG3 (pericolosità geomorfologica molto elevata).

Per un'analisi di dettaglio si rimanda alla Tav. PS 1.1a

Nello specifico, oltre alla presenza di circa quaranta inghiottitoi carsici dislocati essenzialmente nella porzione meridionale del territorio comunale, l'elemento di maggiore rilievo (anche da un punto di vista areale) è rappresentato dalla galleria Pantano-Mondragone che si estende per circa 1700 m al di sotto dell'abitato. Per un approfondimento storico di tale galleria si riporta, in calce al presente paragrafo, un ragguagliato articolo tratto dagli *Atti del XV Incontro Regionale di Speleologia Pugliese*.

Gli interventi consentiti nelle aree perimetrate a pericolosità geomorfologica sono disciplinati dagli articoli 12, 13 e 14 delle NTA del PAI:

Art. 12: Interventi per la mitigazione della pericolosità geomorfologica

Nelle aree di cui agli art. 13, 14 e 15 sono consentiti:

a) gli interventi e le opere di difesa attiva e passiva per la messa in sicurezza delle aree e per la riduzione o l'eliminazione della pericolosità, ivi compresa la realizzazione di sistemi di monitoraggio e controllo della stabilità del territorio e degli spostamenti superficiali e profondi; b) gli interventi di sistemazione e miglioramento ambientale, di miglioramento del patrimonio forestale, di rinaturalizzazione delle aree abbandonate dall'agricoltura, finalizzati a ridurre la pericolosità geomorfologica, ad incrementare la stabilità dei terreni e a ricostituire gli equilibri naturali, a condizione che non interferiscano negativamente con l'evoluzione dei processi di instabilità e favoriscano la ricostituzione della vegetazione spontanea autoctona; c) gli interventi di somma urgenza per la salvaguardia di persone e beni a fronte di eventi pericolosi o situazioni di rischio eccezionali.

In particolare, gli interventi di cui ai punti a) e b) devono essere inseriti in un piano organico di sistemazione dell'area interessata ed oggetto d'intervento preventivamente approvato dall'Autorità di Bacino.

Gli interventi di cui al punto c) devono essere comunicati all'Autorità di Bacino e potranno essere oggetto di verifica da parte della stessa Autorità.

Art. 13: Interventi consentiti nelle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata

1. Nelle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3), per le finalità di cui al presente PAI, oltre agli interventi di cui all'articolo precedente e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:
 - a) interventi di consolidamento, sistemazione e mitigazione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a indagare e monitorare i processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità molto elevata, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità degli interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati;
 - b) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
 - c) interventi di ristrutturazione delle opere e infrastrutture pubbliche nonché della viabilità e della rete dei servizi privati esistenti non delocalizzabili, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento dell'area e la manutenzione delle opere di consolidamento;
 - d) interventi di demolizione senza ricostruzione, di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i. a condizione che non concorrano ad incrementare il carico urbanistico;
 - e) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche;
 - f) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità, a migliorare la tutela della pubblica incolumità, che non comportino aumenti di superficie, di volume e di carico urbanistico.
2. Per tutti gli interventi nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), c) e f).

Art. 14: Interventi consentiti nelle aree a pericolosità geomorfologica elevata

1. Nelle aree a pericolosità geomorfologica elevata (P.G.2), oltre agli interventi di cui all'articolo precedente e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:
 - a) gli ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali,

rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile senza che si costituiscano nuove unità immobiliari nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, purché corredati da un adeguato studio geologico e geotecnico da cui risulti la compatibilità con le condizioni di pericolosità che gravano sull'area.

b) Ulteriori tipologie di intervento sono consentite a condizione che venga dimostrata da uno studio geologico e geotecnico la compatibilità dell'intervento con le condizioni di pericolosità dell'area ovvero che siano preventivamente realizzate le opere di consolidamento e di messa in sicurezza, con superamento delle condizioni di instabilità, relative al sito interessato. Detto studio e i progetti preliminari delle opere di consolidamento e di messa in sicurezza dell'area sono soggetti a parere vincolante da parte dell'Autorità di Bacino secondo quanto previsto agli artt. 12, 24, 25 e 26 in materia di aggiornamento dal PAI. Qualora le opere di consolidamento e messa in sicurezza siano elemento strutturale sostanziale della nuova edificazione, è ammessa la contestualità. In tal caso, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in appositi accordi laddove le Amministrazioni competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) nonché le condizioni che possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità.

2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a) e b) del presente articolo.

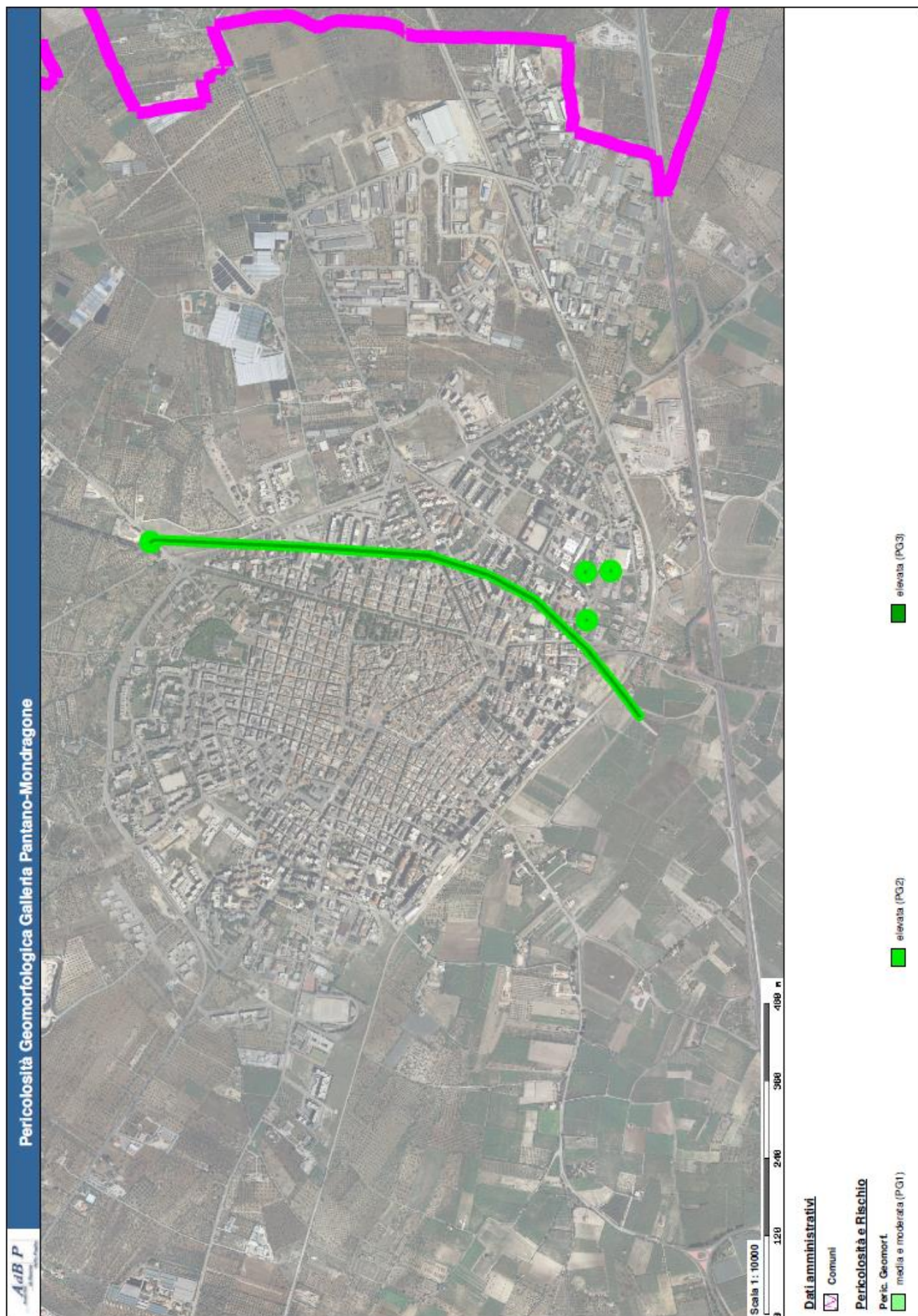


Fig.31 – Stralcio Carta della Pericolosità Geomorfologica

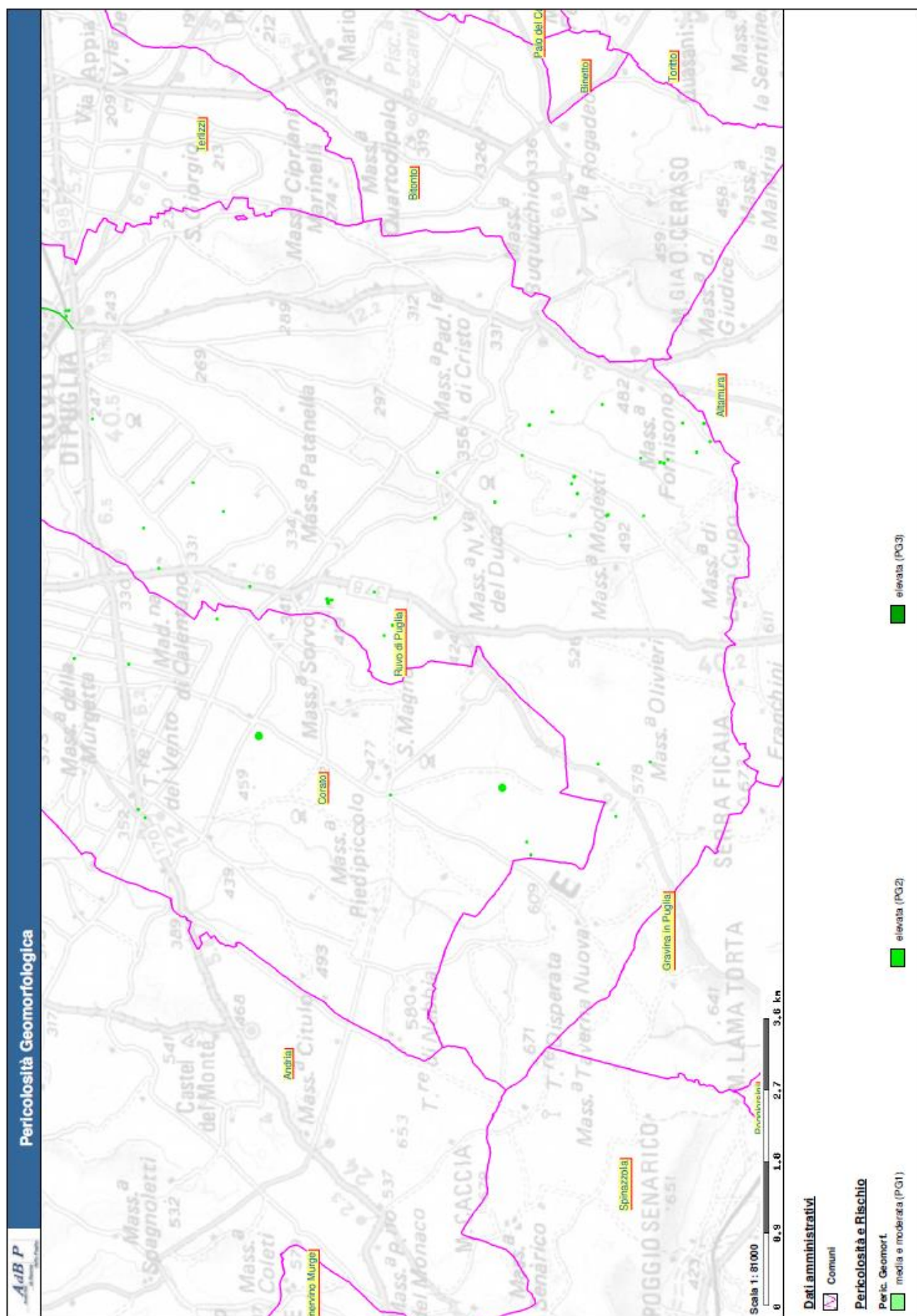


Fig.32 – Stralcio Carta della Pericolosità Geomorfologica



Spélaion 2010 – Atti del XV Incontro Regionale di Speleologia Pugliese



LA GALLERIA DI BONIFICA PANTANO-MONDRAGONE A RUVO DI PUGLIA (BA)

Vincenzo Iurilli^{1,2}, Luigi Berardi¹

¹ Gruppo Speleologico Ruvese

² Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Università degli Studi di Bari "A. Moro"

Riassunto

La galleria Pantano-Mondragone, rappresenta senza dubbio l'elemento più rilevante, almeno per estensione, nel contesto di quelle "architetture del buio" che attraversano il tessuto ipogeo ruvese, aggiungendosi ad altri passaggi e cunicoli orditi (presumibilmente) in modo da collegare il centro antico con chiese e monasteri oltre le sue mura. La storia della galleria Pantano-Mondragone, però, è la più recente e documentata, non soltanto dagli aneddoti di coloro (ormai pochi ultranovantenni) che ricordano di aver giocato nelle acque del Pantano o di aver osservato i lavori di scavo della galleria, ma anche da una serie di documenti custoditi presso gli enti competenti (Ufficio Tecnico Comunale ed Archivio di Stato). Le recenti indagini, avviate nel 1988 dal Gruppo Speleologico Ruvese, sono giunte ad una nuova, seppur parziale, ricognizione dell'opera, con la quale i dati acquisiti sono stati messi a disposizione dell'Autorità di Bacino della Puglia e del Piano Urbanistico Generale di Ruvo di Puglia, in via di redazione nel 2010. La conoscenza del tracciato consente di ipotizzare alcune implicazioni tecniche sull'interazione tra la galleria e gli edifici soprastanti. Il complesso degli aspetti di quest'opera sotterranea ne evidenzia le diverse valenze che la fanno risaltare, dopo un lungo oblio, nel patrimonio culturale e storico del territorio (non solo comunale), suggerendo la ricerca di opportunità per un suo completo recupero, che sarebbe facilitato dal buono stato di conservazione e dalla stabilità della roccia calcarea in cui è stata realizzata.

Parole chiave: Ruvo di Puglia, Galleria artificiale, Speleologia urbana.

Abstract

The artificial gallery Pantano-Mondragone, is certainly the most important cavity, at least by extension, in the context of the so-called "architecture in the darkness" underground the city of Ruvo di Puglia which is known to have passages and tunnels excavated (presumably) in order to connect the old town with churches and monasteries built outside the old city walls. The history of the gallery is also the most recent and documented. Some people (over ninety years old today) who used to play into the Pantano pond still remember the excavation works. Moreover a number of original official documents have been found at the Town Engineering Department (UTC) in Ruvo di Puglia and at the Public Record Office in Bari. Since 1988 the Caving club of Ruvo (GSR) is carrying on some studies on the current conditions of this cavity. All data and information collected in a recent inspection of the gallery and the surroundings are available for both the Apulian Basin Authority and for the General Town Planning Scheme (PUG). Finally, the information gathered about the actual path of the gallery permits to discuss some possible interactions with some recent constructions built up few decades after the excavation works. Overall, after so many years the artificial gallery of Pantano-Mondragone still represents cultural and historical heritage of this land which deserve opportunities for its restoration. The good structural status as well as the stability of the calcareous rock where it is located would make easier such kind of interventions.

Keywords: Ruvo di Puglia, artificial gallery, urban speleology.

Introduzione

L'area suburbana di Ruvo di Puglia denominata "Pantano" corrisponde ad una depressione situata presso il margine meridionale del centro urbano. Per la sua orografia e struttura geologica quest'area è sempre stata soggetta a fenomeni di ristagno d'acqua più o meno prolungato ed evidente. Dal punto di vista orografico, infatti, essa ricade in una più vasta depressione dalla forma molto allungata (un *graben*), che localmente corrisponde ad un più ristretto bacino chiuso. In particolare la zona più bassa, storicamente soggetta ad



allagamenti, si trova tra due importanti vie di comunicazione: a Sud, la S.P. 231 che collega Ruvo a Bari e Canosa di Puglia e, a Nord, la linea ferroviaria gestita dalle Ferrovie del Nord Barese. Ad Est, Sud e Ovest confina con terreni agricoli, mentre è delimitata a nord dalla collina sulla quale si sviluppa il centro abitato.

Dal punto di vista geologico l'area si connota come una depressione strutturale del basamento calcareo mesozoico, effetto di dislocazioni tettoniche di età pliocenica, con asse di allungamento parallelo alla catena appenninica. L'originaria antica depressione si presenta parzialmente riempita da depositi databili al Pleistocene (Ruta, 2010); questi sono costituiti da uno strato argilloso di base, spesso circa 20 m nell'area più depressa, e da una sottile copertura di depositi alluvionali più recenti e riporti artificiali. Recenti indagini geognostiche (geosismica a rifrazione, geoelettrica e carotaggi) hanno rivelato la presenza di un substrato roccioso calcareo fessurato altamente permeabile (permeabilità $k = 10^{-3} \div 10^{-4}$ cm/s). Lo strato di argilla impermeabile è limitato a N - NE dal versante del rilievo, costituito dalla roccia calcarea fessurata che rappresenta il terreno di fondazione del centro abitato.

I rilievi finora eseguiti non hanno rilevato nell'area singolarità di origine carsica (voragini, doline o anche inghiottitoi minori) nonostante le notizie riportate nella documentazione storica parlino dell'esistenza di una o più voragini che consentivano la regolazione naturale degli afflussi al Pantano.



Fig. 1.1 - Aspetto attuale del Pantano dopo un'abbondante pioggia. Sulla destra si intravede il centro abitato.

D'altra parte, le cavità carsiche sono frequenti nei terreni calcarei, particolarmente quelli costituenti il substrato dell'abitato. Tra queste, il "capovento di Mondragone" costituisce il recapito finale della galleria; la sua parte accessibile è profonda circa 9 metri, e la galleria vi si immette a m 3 dalla superficie.

Fino al 2009 la zona più depressa del bacino ospitava una cisterna in pietra, realizzata in un primo tentativo di bonifica nel 1908. Era lunga circa 70 m e larga 10 e, prima della realizzazione della galleria, raccoglieva parte del volume d'acqua invasato nel Pantano. La cisterna è stata demolita durante i recenti lavori per la realizzazione di un impianto di trattamento delle acque di prima pioggia raccolte da una parte della rete di drenaggio urbano a servizio del centro abitato. A causa della conformazione e della natura dei depositi, in occasione di eventi di pioggia particolarmente intensi, le parti depresse del bacino del *graben* sono soggette ad allagamento, compresa l'area più bassa del Pantano storico (fig. 1.1).

Cenni storici

Alla fine del secolo XIX e all'inizio del XX lo specchio d'acqua era una presenza abbastanza costante a Sud dell'abitato. Vi si rispecchiavano le vicine fornaci per la cottura delle terrecotte, visibili nelle fotografie dell'epoca che ritraggono una visione di Ruvo piuttosto inconsueta (fig. 2.1).



Spélaion 2010 – Atti del XIV Incontro Regionale di Speleologia Pugliese



Fig. 2.1 - Una veduta di Ruvo dal Pantano, in una cartolina d'epoca.

I primi documenti relativi alla bonifica del Pantano risalgono al 1907 e riguardano l'incarico per eseguire l'analisi dello stato dei luoghi e la proposta di soluzioni tecniche per la bonifica affidato all'ing. De Bernardis di Bari. Il tecnico propose al Comune la bonifica mediante pozzi assorbenti da mettere in comunicazione con pozzi preesistenti nelle aree limitrofe. Il Comune decise di richiedere l'intervento dello Stato invocando l'art.195 del Regio Decreto del 22 Marzo del 1900 che prevedeva "...il risanamento igienico di ambienti malsani, limitrofi ai centri abitati...". L'anno successivo il medico provinciale e l'Ingegnere Capo del Regio Corpo del Genio Civile, inviarono parere favorevole a Roma circa la necessità dell'intervento. Vennero proposte due soluzioni progettuali alternative: la prima, analoga a quella di De Bernardis, prevedeva il drenaggio delle acque nella parte più depressa messa in comunicazione con i circostanti pozzi assorbenti mediante cunicoli scavati nella roccia; la seconda, consisteva nella costruzione di un "emissario in galleria" nella collina ad est del Pantano fino a raggiungere la superficie delle campagne degradanti verso Terlizzi. Nel 1909, il Genio Civile venne incaricato dalla Commissione Tecnica Centrale per le bonifiche (Ministero dei Lavori Pubblici) per redigere il progetto di bonifica e nello stesso anno venne eseguita una ricognizione delle voragini presenti in prossimità dell'area. L'esito di questa indagine non è documentato ma è presumibile che non ci fosse nessuna possibilità di smaltire le acque né in prossimità del Pantano né verso Terlizzi. In realtà, l'esistenza di una o più cavità carsiche in grado di recepire, almeno in parte, le acque del Pantano è testimoniata dalla naturale regolazione degli afflussi – deflussi che in precedenza aveva consentito l'utilizzo della cisterna localizzata nella parte più depressa del bacino menzionato nell'introduzione. Tale cisterna presentava infatti alcune aperture laterali nelle pareti atte all'invaso delle acque stagnanti. Peraltro, gli aneddoti di coloro che da bambini giocavano in prossimità del Pantano (prima del 1929) riferiscono del pericolo di un "capovento" temuto dagli anziani dell'epoca, che probabilmente ne avevano memoria (testimonianza di T. Bernardi, 2008).

Nel 1910 si verificò un'epidemia di malaria a Ruvo, favorita senza dubbio dal proliferare nell'area paludosa della zanzara anofele, fortunatamente scomparsa. Per fronteggiare l'epidemia, lo Stato intervenne fornendo alla popolazione pillole di chinino. Come diretta conseguenza, le opere di bonifica da eseguirsi a Ruvo vennero iscritte tra i "comprensori di bonifica di I categoria" menzionati nella Legge del 20 Giugno 1912 n.712. Questa è l'ultima traccia documentale sul tema, prima della Grande Guerra del 1915-1918.

Il primo dopoguerra, peraltro, fu caratterizzato da una povertà dilagante, soprattutto nel Meridione d'Italia. La realizzazione delle opere pubbliche fu in quegli anni elemento decisivo per attenuare l'altissimo tasso di disoccupazione e anche la bonifica del Pantano si inserisce in questo scenario. Dalla corrispondenza intercorsa tra la Presidenza del Consiglio dei Ministri, il Sottoprefetto e il Sindaco di Ruvo si rileva che l'importo dei lavori di bonifica ammontava a 247.000 lire e che la redazione del primo progetto esecutivo, affidato ad una cooperativa di contadini, risale al 1919. Del progetto del 1919 non è stata rinvenuta la



documentazione originale, ma da incartamenti successivi si deduce che doveva comprendere lo scavo di un canale in galleria della lunghezza di circa 1700 m, in parte rivestito artificialmente in pietra, con un ingresso dalla parte del Pantano, chiuso da un cancello con funzione di “griglia” per i materiali più grossolani, due vasche di decantazione (all’ingresso e allo sbocco) e lo scavo di cinque pozzetti di aerazione ed ispezione distribuiti lungo il tracciato.

In una lettera del 1920, dal Commissario di Ruvo al Prefetto, si quantifica in soli 5 ettari l’estensione dei terreni che sarebbero stati concessi alla cooperativa esecutrice dei lavori. Questo dato conferma la singolarità della bonifica del Pantano nel panorama delle opere di bonifica idraulica eseguite in Puglia in quegli stessi anni (e soprattutto a cavallo tra il 1925 e il 1935). Evidentemente essa non ebbe come finalità il solo recupero di terreni coltivabili, elemento comune alla maggior parte delle aree interessate dalla riforma agraria di quegli anni, quanto piuttosto l’eliminazione di un fattore di rischio per l’incolumità delle popolazioni. D’altro canto è proprio la politica sociale di quegli anni che giustifica l’entità così rilevante delle opere progettate e poi realizzate.

Dopo ripetute interruzioni dei lavori, il 1923 vede un progetto di completamento delle opere, del quale è oggi reperibile la planimetria del tracciato della galleria. È anche interessante rilevare nella tavola del progetto una cartografia a colori dell’area allagata (fig. 2.2). A differenza dell’ipotesi di sversamento delle acque ad Est, sulle campagne verso Terlizzi, il recapito finale è individuato nella voragine naturale di Mondragone, a Nord dell’abitato, poco oltre la “Tramvia Bari-Barletta” in direzione di Molfetta ed in prossimità dell’incrocio tra la strada comunale “Mondragone” e la strada vicinale “Sciesole”. Probabilmente la scelta di un percorso siffatto era legata alla necessità di mantenere lo scavo ad una profondità quasi costante e non eccessiva, evitando anche interferenze col sottosuolo del centro abitato.



Fig. 2.2 - Cartografia del Pantano risalente al 1923. Disegno a mano su base topografica della fine del sec. XIX. Fonte: Archivio di Stato.

L’esatta collocazione del tracciato rispetto all’attuale tessuto urbano non risulta immediata, anche osservando la planimetria del progetto. Peraltro la sua base topografica è senza dubbio precedente al 1923 (probabilmente risale alla fine del secolo precedente), e riporta aree non ancora edificate lungo gran parte dello sviluppo della galleria offrendo pochi riferimenti in superficie. Esistono ancora oggi alcune testimonianze circa la posizione di qualche pozzo d’ispezione, sebbene molti di questi risultino inaccessibili, occultati dalle più recenti opere di urbanizzazione (marciapiedi, giardini, una scuola).

Tornando ai documenti, nel 1928 fu redatto dal Genio Civile il progetto di completamento delle opere che prevedeva, tra l’altro, l’ampliamento della sezione della galleria fino a 2 m in larghezza ed altezza al fine di migliorare le condizioni di lavoro e accelerare i tempi di scavo. Le opere continuarono fino al 1929, data



della consegna, come è indicato sull'imbocco della galleria dal Pantano in cui è riportata l'iscrizione "Anno VII" a sinistra di un fascio littorio; lo stesso simbolo è riportato anche sulla porta del manufatto attraverso il quale si accede alla voragine di Mondragone. Di quest'ultima fase dei lavori restano memorie nei racconti di chi, allora bambino, ricorda i giochi tra i cumuli di riporto presso i pozzetti, le raccomandazioni di non caderci, il viavai di operai e degli inusuali carrelli su piccole rotaie, o le ultime battute di caccia alle anatre presso lo specchio d'acqua in via di prosciugamento (testimonianze di C. Iurilli e F. Stragapede).

Condizioni attuali della galleria

La galleria è stata oggetto di una nuova ispezione da parte del Gruppo Speleologico Ruvese (G.S.R.) nel febbraio 2009. Essendo impraticabile l'accesso dal Pantano a causa delle piogge nei giorni immediatamente precedenti, l'ispezione è iniziata a partire dallo sbocco della galleria in corrispondenza della voragine di Mondragone.

A differenza delle condizioni dell'imbocco, l'intero tratto ispezionato non ha presentato alcun segno di deflusso recente. Piuttosto, il fondo del canale è ricoperto da uno strato di terreno di spessore variabile tra 10 e 50 cm con profonde fessure di essiccazione.

Dopo aver attraversato il tratto terminale rivestito artificialmente in pietra (70 m circa) è stato possibile addentrarsi soltanto fino al pozzo di aerazione, indicato come "5° pozzo" sulla tavola di progetto del 1923 (il secondo procedendo in questa direzione). In questo punto la progressione è impedita perché la sezione è completamente ostruita da detriti di varia natura (fig. 3.1) sversati dalla superficie attraverso il pozzetto. D'altra parte, il pozzetto più prossimo allo sbocco è agevolmente superabile presentando un più modesto accumulo di detriti (fig. 3.1); il suo imbocco in superficie è stato messo in sicurezza coprendolo con un pesante masso.



Fig. 3.1 - I depositi di materiali di risulta scaricati abusivamente dalla superficie attraverso i pozzetti di ispezione. A sinistra, un cumulo superabile, a destra il cumulo impedisce la progressione sotto il pozzo n.5.

Risulta evidente, dunque, che il funzionamento idraulico dell'opera non è più quello originario di un emissario in galleria atto ad allontanare le acque reflue dal Pantano ma, piuttosto, quello di una galleria drenante. I tempi di permanenza delle acque reflue nella zona di imbocco (fino a qualche giorno dopo eventi meteorici anche di normale entità) peraltro, trovano spiegazione nel drenaggio attraverso il calcare fessurato che costituisce le pareti e il fondo della galleria stessa. Una rappresentazione schematica di questo funzionamento è riportata in figura 3.2.



Spélaion 2010 – Atti del XV Incontro Regionale di Speleologia Pugliese

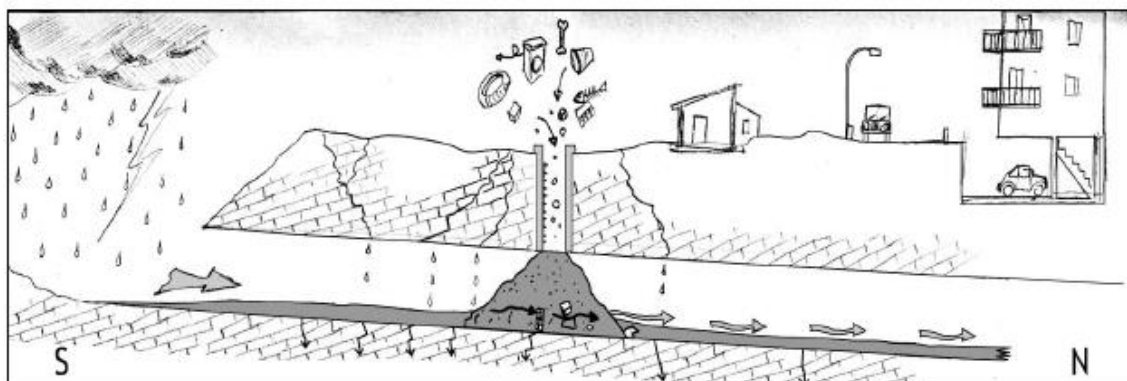


Fig. 3.2 - Sezione schematica longitudinale (non in scala) di un tratto di galleria, con ostruzione in corrispondenza di un pozzetto di aerazione. Le frecce indicano le direzioni dei flussi idrici in galleria e nelle diaclasi.

Aspetti naturali

Alcuni aspetti di naturalità non possono mancare in questa infrastruttura, sebbene creata artificialmente, poiché essa attraversa l'ammasso roccioso naturale, con brevissimi tratti rivestiti in conci di pietra. Lungo quasi tutto il tracciato, pertanto, è osservabile la successione carbonatica che costituisce il substrato roccioso di fondazione dell'edificato urbano. Si tratta di calcari compatti, dalla stratificazione suborizzontale più o meno evidente, fratturati, in cui oltre l'aspetto litologico sono osservabili e misurabili anche le strutture tettoniche. Le pareti e la volta sono, in genere, costituite dalle superfici di rottura della roccia prodotte dallo scavo, a ciò fanno eccezione alcuni tratti di volta costituiti dalla superficie piana dello strato sovrastante (come in fig. 3.3), che funge da "architrave" grazie alle sue elevate caratteristiche meccaniche, e alcuni tratti di parete che seguono diaclasi naturali aventi orientazione circa parallela a quella della galleria. Si sono osservate anche alcune intersezioni con cavità carsiche naturali, sicura fonte di infiltrazione di acqua e terra, ma non percorribili dall'uomo (fig. 3.4).



Fig. 3.3 - Un aspetto della galleria nei tratti non rivestiti. Sezione quadrata, per via della stabilità dello strato calcareo al tetto, presenza di radici e infiltrazioni di terra rossa (a sinistra) attraverso cavità carsiche intercettate dallo scavo.



Fig. 3.4 - Forme carsiche: a sinistra, una delle piccole cavità intercettate dalla volta della galleria; a destra, concrezionamento alla volta, in forma di cortine e cannule ad uno stato iniziale di accrescimento, con evidente stillicidio.

Altre forme naturali, riscontrate nella struttura artificiale, sono quelle carsiche da concrezionamento (fig. 3.4), sviluppatesi per stillicidio (tuttora attivo) a partire dal 1929: per inciso, esse risultano anche interessanti in quanto accresciutesi naturalmente ma in ambiente controllato, per cui è possibile valutarne la velocità di accrescimento, ed eventualmente altri parametri. Sono osservabili, ma in minor misura, anche gli aspetti faunistico e floristico: pochi esemplari di aracnidi (fig. 3.5) e una certa abbondanza di radici localizzabile in corrispondenza di sovrastanti alberi e di diaclasi che ne hanno consentito l'approfondimento fino alla galleria (figg. 3.5 e 3.3).



Fig. 3.5 - Forme di vita riscontrabili nella galleria: a sinistra due aracnidi (un ragno, in alto, e uno scorpione, in basso); a destra, un caratteristico aspetto delle radici di piante viventi in superficie.



Possibili relazioni con l'edificato

Da quanto si è detto, la galleria costituisce una discontinuità del sottosuolo, situata mediamente a 10-15 m di profondità dal piano campagna; dagli strati calcarei sovrastanti, fratturati, essa riceve le infiltrazioni di acque meteoriche che danno luogo a stillicidio dopo le piogge e trasportano detrito fine che si depone sul fondo (vedi fig. 3.2). Allo stesso modo, le acque percolanti possono infiltrarsi sotto il fondo, attraverso fratture e diaclasi più o meno carsificate, di fatto riducendo il potenziale deflusso idrico lungo la galleria. Entrando nello specifico, si può ritenere che le ostruzioni in corrispondenza dei pozzetti di aerazione, rallentando o bloccando il deflusso, possano provocare l'innalzamento del tirante idrico a monte fino all'eventuale locale riempimento della sezione. Questo implicherebbe il verificarsi di due effetti: da un lato l'aumento delle perdite per infiltrazione nelle fratture a scapito del deflusso verso lo sbocco della galleria; d'altra parte in queste condizioni la stessa infiltrazione può interessare oltre al fondo anche le pareti della galleria, lungo i giunti d'interstrato, che sono comunque discontinuità nella compattezza della roccia, ancor più se carsificati. Quest'ultimo meccanismo di deflusso potrebbe veicolare le acque in direzione sub-orizzontale secondo la giacitura degli strati e, combinandosi con il naturale declivio della collina, verso i locali interrati degli edifici posti a valle (vedi schema in fig. 3.6).

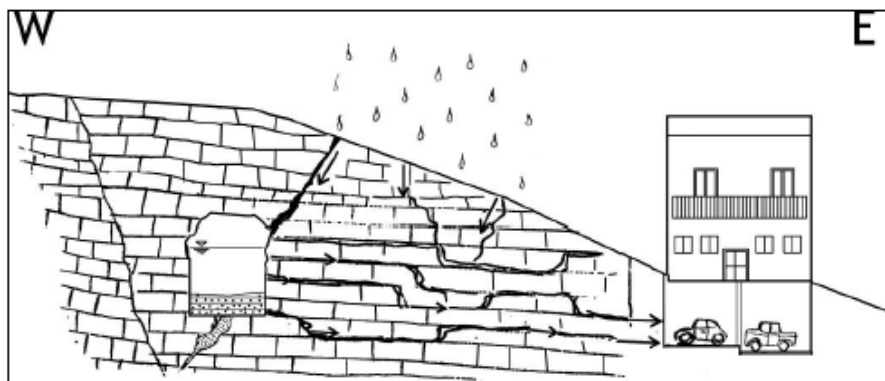


Fig. 3.6 - Sezione schematica trasversale (non in scala) della galleria. Illustra l'ipotesi di infiltrazione lungo i giunti di interstrato in caso di riempimento della sezione a causa del rallentamento del deflusso (il triangolo e la linea orizzontale nella galleria indicano un ipotetico livello dell'acqua).

Altro potenziale elemento di rischio va visto nella relazione tra la galleria e le fondazioni di infrastrutture sovrastanti. Sebbene per gran parte del tracciato, già interessato dall'urbanizzazione recente, la notevole profondità e la modesta sezione rendano tale rischio trascurabile, in prossimità delle sezioni di estremità della galleria ciò potrebbe non essere vero. Infatti, la presenza di radici, di infiltrazioni di terra rossa, e l'esistenza di sezioni artificialmente rinforzate in muratura testimoniano la minore profondità del tratto terminale, peraltro desumibile dai dati geometrici e cartografici. In particolare, quel tratto corre al di sotto di un'area periferica non urbanizzata ma ricadente nella fascia di espansione del centro abitato. Dal punto di vista geomorfologico, la stessa area si presenta lievemente depressa, corrispondente se non a una dolina, al tratto di testa di una "lama", ossia una valle, diretta verso NE. Questo lascia presupporre la possibilità di riscontrare, tra il tetto della galleria e il piano campagna (come nello schema della fig. 3.7), un maggiore spessore di terreni sciolti (colluvium) e un più accentuato grado di fratturazione e/o carsificazione degli strati calcarei, fenomeno piuttosto comune in questo tipo di depressioni. Quanto detto definisce un quadro di rischio rispetto ad eventuali attività di scavo o a sovraccarichi trasmessi da opere di fondazione; ciò potrebbe materializzarsi con dissesti del sottosuolo che pregiudicherebbero tanto l'integrità della galleria quanto quella delle sovrastrutture.

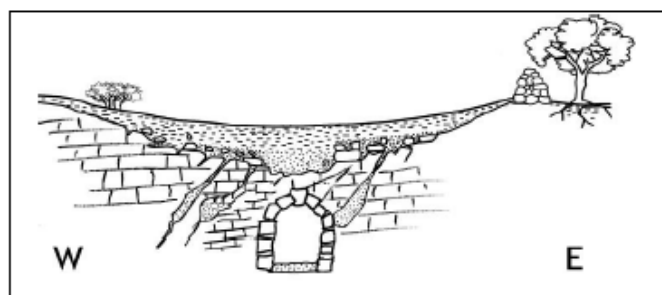


Fig. 3.7 - Ipotetica sezione trasversale (non in scala) della galleria, in corrispondenza del tratto presso il punto di recapito (voragine di Mondragone), al di sotto di una depressione determinata da una incisione valliva (lama) e/o da una dolina.

Iniziative del gruppo speleologico ruvese

Il Gruppo Speleologico Ruvese (G.S.R.) si è occupato in più occasioni della galleria Pantano-Mondragone, a partire dai sopralluoghi effettuati, saltuariamente, dal 1987. In primo luogo, l'associazione ha curato la registrazione dell'opera nel Catasto delle Cavità Artificiali della Puglia, ove compare al n. 99, classificata come "Opera di regimazione e bonifica" (tipologia A.1 secondo il Catalogo delle Commissioni Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana).

Un rapporto sullo stato delle conoscenze sulla galleria è stato presentato nell'ambito del programma "Vie di fuga" curato da associazioni ruvesi nel dicembre del 2008, al quale il G.S.R. contribuì con una tavola rotonda intitolata "Le vie nascoste della Murgia", patrocinata dalla Federazione Speleologica Pugliese e dall'Ordine Regionale dei Geologi.

Come gran parte delle cavità note, è stata oggetto di una indagine ricognitiva da parte dell'Autorità di Bacino della Puglia, in convenzione con il CNR-IRPI di Bari (2009), ai fini della prevenzione dei rischi in aree urbane. In tale occasione il GSR ha fornito una scheda sintetica con i dati essenziali dell'opera, purtroppo mancante ancora di un rilievo topografico dettagliato. Nello stesso anno, in occasione della redazione del Documento Programmatico Preliminare al Piano Urbanistico Generale, la galleria è stata inserita, per la prima volta dalla sua realizzazione, negli strumenti conoscitivi urbanistici. Pertanto è da allora un dato acquisito (invariante strutturale) nel nuovo Piano Urbanistico, è soggetta alle norme dettate dal Piano stesso nonché dal Piano di Assetto Idrogeologico e dall'Atto di indirizzo per la messa in sicurezza dei territori a rischio di cavità sotterranee (AdB-Puglia, Comitato Tecnico 25.07.2006, riportato in Fiore, 2006). Questo Atto prescrive uno standard per le indagini a corredo dei progetti insistenti in aree individuate dall'Autorità di Bacino.

Lo stato attuale della galleria è stato anche documentato in un recente servizio realizzato in collaborazione con l'emittente locale Tele Norba e trasmesso nel 2009. Infine, per effetto del Progetto "Catasto delle Grotte e delle Cavità Artificiali", in attuazione della Legge Regionale 4 dicembre 2009, n.33 "Tutela e valorizzazione del patrimonio geologico e speleologico" (art. 4), è inserita nell'elenco delle Cavità Artificiali, intese come "...l'insieme delle strutture ipogee realizzate dall'azione dell'uomo, di particolare valore storico, etc. ..."

Conclusioni

Nel poco conosciuto panorama ipogeo di Ruvo di Puglia, la galleria di bonifica Pantano-Mondragone rappresenta l'opera più rilevante, oltre che la più recente. Le indagini sui pochi documenti esistenti, custoditi in gran parte presso l'Archivio di Stato, hanno permesso di ripercorrere le fasi salienti della realizzazione dell'opera e, soprattutto, di individuarne il tracciato sulla base del progetto di completamento del 1923.

L'ispezione del GSR ha rilevato una condizione di completo abbandono della galleria, peraltro facilmente ipotizzabile vista l'assenza di qualsiasi riferimento ad essa negli strumenti urbanistici vigenti (fino al 2010).

In particolare, lo sversamento di detriti di varia natura (figg. 3.1, 3.2) attraverso i pozzetti di aerazione ha determinato occlusioni della sezione con pregiudizio della sua funzione di trasporto delle acque reflue verso il recapito finale, nella voragine di Mondragone. Questa alterazione delle condizioni di deflusso originarie porta ad ipotizzare l'attivazione di percorsi di filtrazione delle acque attraverso il fondo e le pareti della



galleria, soprattutto in concomitanza di afflussi cospicui nell'area del Pantano. Non è esclusa, pertanto, l'interazione tra l'opera e gli edifici realizzati (o da realizzarsi) in superficie, qualora questi incontrino strati di roccia calcarea interessati dagli stessi fenomeni di infiltrazione.

L'analisi plano-altimetrica del tracciato ha, inoltre, permesso di ricostruire la profondità del cielo della galleria rispetto al piano campagna. Anche questa analisi evidenzia possibili elementi di rischio nella realizzazione di sovrastrutture nella parte terminale (presso Mondragone). Infatti, la ridotta potenza dello strato calcareo sovrastante l'opera e le possibili alterazioni dovute alla presenza di una depressione in superficie (fig. 3.7), suggeriscono particolare cautela nella realizzazione di sovrastrutture, cautela peraltro prescritta dalle Norme Tecniche a corredo del P.U.G. di prossima attuazione e da un "atto di indirizzo" dell'Autorità di Bacino.

Le risultanze delle indagini riproposte in questa memoria sono state infatti acquisite dall'Autorità di Bacino e dal Piano Urbanistico Generale del Comune di Ruvo, al fine di integrare le conoscenze del sottosuolo a servizio della pianificazione del territorio.

A questo punto appare pertinente l'interrogativo circa l'opportunità di mantenere la galleria aperta e interamente percorribile. Si è già detto che i detriti accumulatisi ne inficiano l'efficienza idraulica, per cui si può ritenere quantomeno auspicabile la loro rimozione soprattutto alla luce della tendenza riscontrata nella distribuzione delle piogge nell'attuale fase climatica. Gli studi climatologici in Puglia (Boenzi *et al.*, 2007) evidenziano infatti la concentrazione delle piogge in eventi più rari ma più intensi che, unitamente ai cambiamenti di uso del suolo verso una progressiva impermeabilizzazione delle aree scolanti, favoriscono i deflussi superficiali e, di conseguenza, gli allagamenti delle zone depresse. D'altra parte la Legge Regionale la tutela con i divieti di "...a) abbandonare rifiuti; b) alterare il regime idrico con l'effettuazione di scavi, sbancamenti e colmamenti; c) alterare la morfologia del terreno" (art. 6, L.R. n.33/2009).

A ciò va aggiunta la possibilità di utilizzare la galleria in qualità di "sondaggio geognostico permanente", accessibile ed esteso per quasi 1700 m, in caso si voglia indagare su eventuali problemi di dissesto idrogeologico e/o contaminazione, anche successivamente ad eventi di qualsiasi natura (anche sismici). Analogamente potrebbe essere sfruttata per didattica, per contribuire alla consapevolezza dei caratteri del sottosuolo dell'abitato o, in altre parole, per quella che con neologismo si può chiamare "geocultura".

Altro fattore a sostegno del recupero dell'opera è il suo valore storico che la vede come un elemento identitario di prima grandezza nel centro abitato, testimone di eventi storici, sociali, economici e tecnologici vissuti nel ventesimo secolo dall'intera comunità; non esistono, infatti, opere di tal genere e dimensione in alcuno dei centri abitati della zona.

Ringraziamenti

Si ringrazia per l'utile collaborazione alla ricostruzione della storia recente il geom. Michele Barile, in passato appartenente all'Ufficio Tecnico Comunale, e coloro che hanno fornito testimonianze interessanti ed utili alla comprensione del contesto locale e alla ricostruzione storica, memori dei lavori del 1929 e del Pantano così com'era prima del prosciugamento. Purtroppo il tempo le ha portate via materialmente, lasciandone tuttavia il ricordo nel nostro sapere, grazie ai racconti che ci hanno tramandato. Si ricordano qui il prof. Cataldo Iurilli (1916-1991), il geom. Francesco Stragapede (1912-2007), e il sig. Tommaso Bernardi (1915-2009).

Bibliografia

BOENZI F., CALDARA M.A., CAPOLONGO D., PENNETTA L., PICCARRETA M. (2007) – *Analisi statistica degli eventi pluviometrici estremi in Puglia dal 1951 al 2003*. Geologi e Territorio, Periodico dell'Ordine dei Geologi della Puglia, n. 3-4/2007, 39-47.

IORE A. (2006) – *Pericolosità geologica connessa alla presenza di cavità sotterranee. Atto di indirizzo dell'Autorità di Bacino della Puglia*. Geologi e Territorio, Periodico dell'Ordine dei Geologi della Puglia, n. 1-2-3/2006, 3-11.

RUTA A. (2010) – Allegato 3 al Documento Programmatico Preliminare del Piano Urbanistico Generale: Quadro delle conoscenze e prime interpretazioni: stratigrafie di sondaggi.

REGIONE PUGLIA – Legge Regionale n. 33 del 4 dicembre 2009. Bollettino Ufficiale della Regione Puglia, n. 196 del 7-12-2009.

SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA – *Catasto Nazionale delle Cavità Artificiali*, sito verificato il 10 settembre 2011. <http://catastoartificiali.speleo.it/applications/1.0/>.

7. SISMICITA'

7.1 Quadro normativo di riferimento

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 - criteri classificazione sismica territorio nazionale;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 02.10.03 - Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile - Decreto 21 ottobre 2003 - Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica».
- Deliberazione della giunta regionale 02.03.04 n. 153 – L.R. 20/00 – OPCM 3274/03 – individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e delle tipologie di edifici ed opere strategiche e rilevanti. Approvazione del programma temporale e delle indicazioni per le verifiche tecniche da effettuarsi sugli stessi
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3431 del 03.05.2005 – Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica". (Ordinanza di proroga di tre mesi (8 agosto 2005) dell'entrata in vigore dell'Ord. P.C.M. 3274/2003).
- DM 14.09.2005 – norme tecniche per le costruzioni.
- OPCM 3519 DEL 28.04.2006 – criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone

7.2 Sismologia

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

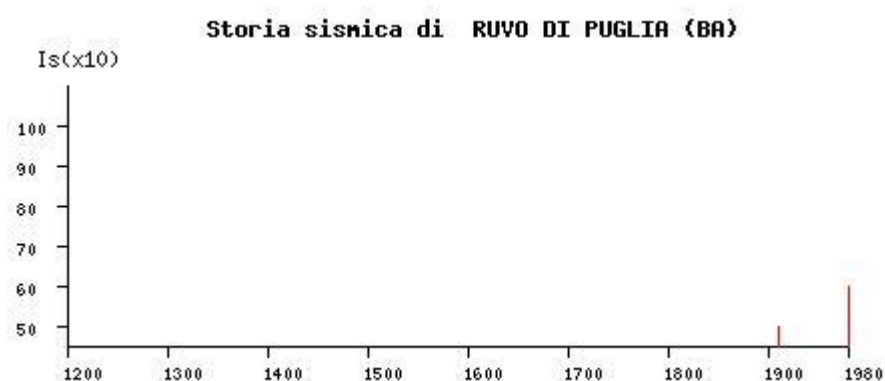
- grado di sismicità del territorio;
- grado di sismicità dei territori contigui.

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



Storia sismica di Ruvo di Puglia limitatamente ai valori di $I_s(x10) \geq 45$ (GNDT – DOM4.1)

DATA	EFFETTI	IN OCCASIONE DEL TERREMOTO DI:		
	I_s (MCS)	Area epicentrale	I_x	M_s
23.11.1980	60	Irpinia-Lucania	100	69
07.06.1910	50	Calitri	90	59
08.12.1889	40	Apricena	70	50
07.03.1933	40	Bisaccia	60	48
06.07.1966	35	Lucania	40	45
16.12.1857	F	Basilicata	110	70
06.06.1892	30	Tremiti	70	47
10.08.1893	30	Gargano	95	52
08.09.1905	NF	Golfo di S.Eufemia	105	75
26.11.1905	NF	Irpinia	75	51

Tab.1 - Storia sismica di Ruvo di Puglia per valori di intensità al sito ($I_s x 10$) decrescenti.

- **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); indica una informazione non classificabile in termini di intensità o con i codici utilizzati
- **RS** registrazione strumentale; alcuni studi riportano questa informazione, non utilizzabile dal punto di vista macrosismico, che tuttavia si è preferito conservare

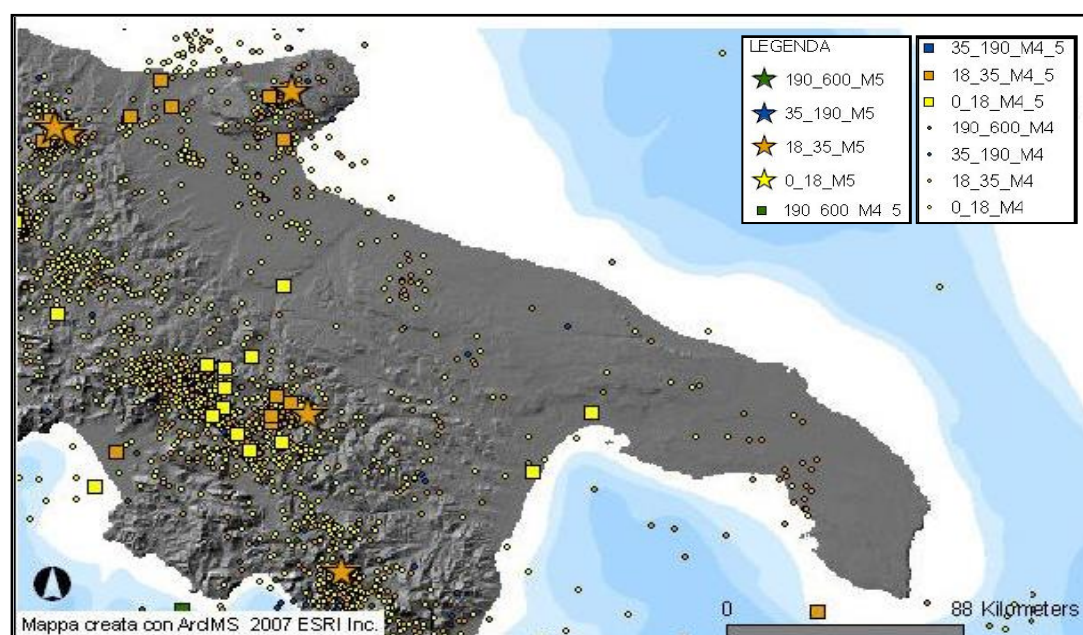


Fig.33 – Catalogo Sismico Nazionale (GNDT)

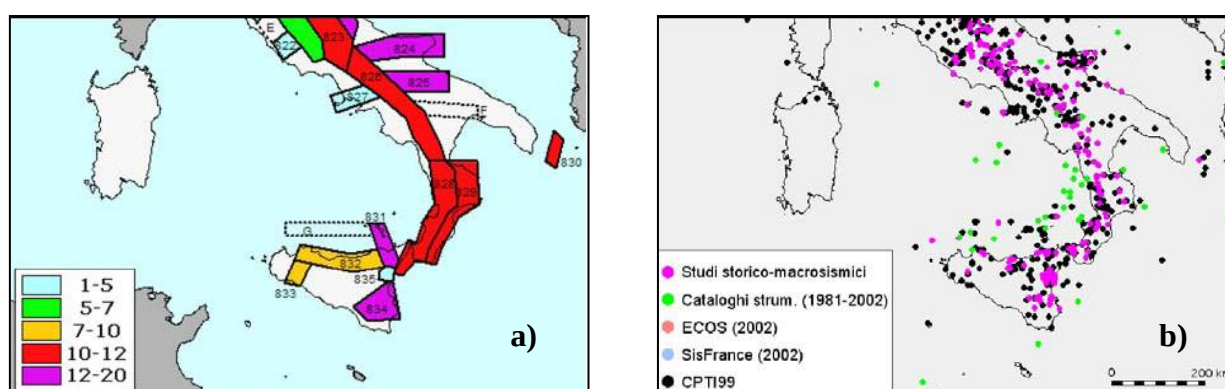


Fig. 34 – a) Classe di profondità (in Km) della zonazione sismogenetica ZS8
b) Distribuzione dei terremoti, secondo l'origine dei dati di base

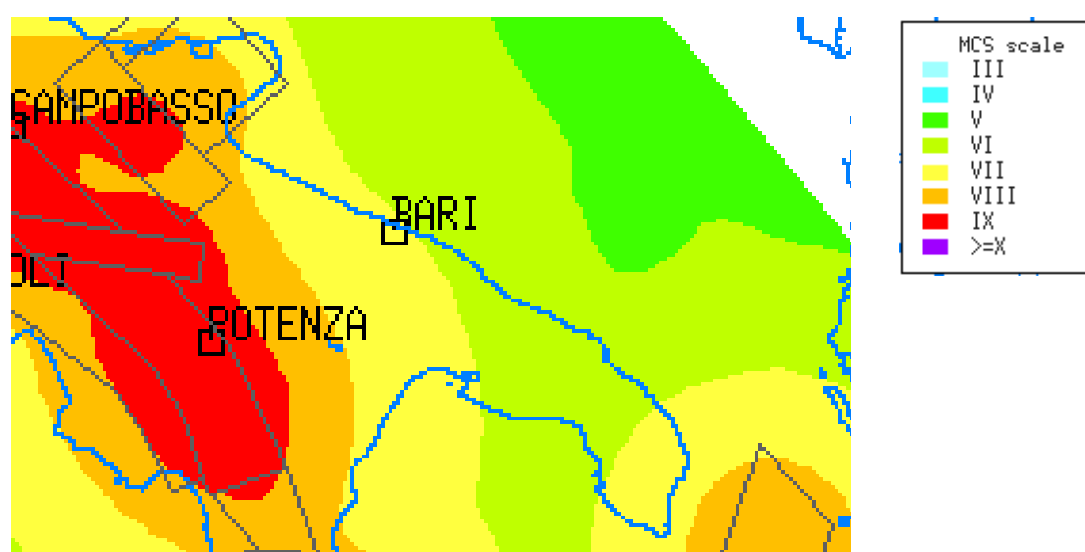


Fig.35 – Scala Mercalli

In seguito alle Ordinanze PCM 20 marzo 2003 n° 3274 e 28 aprile 2006 n°3519 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.

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).

- **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)

Decreti fino al 1984	GdL 1988	Classificazione 2003
I categoria	S=12	Zona 1
II categoria	S=9	Zona 2
III categoria	S=6	Zona 3
N.C.	N.C.	Zona 4

Il territorio comunale di Ruvo di Puglia è classificato come ZONA 3.

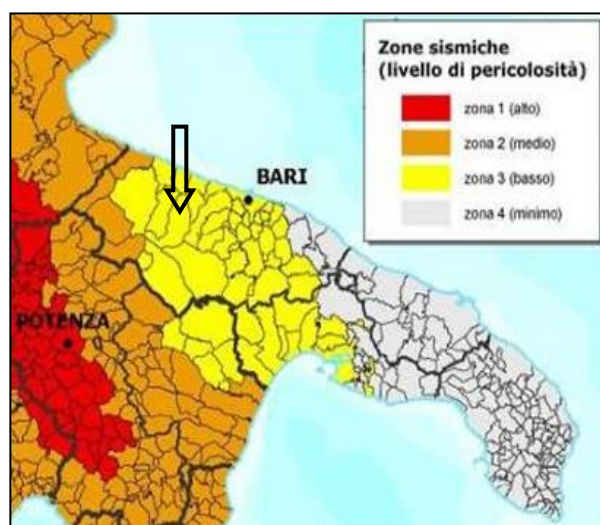


Fig.36 - Classificazione sismica della Puglia
(DGR 02.03.2004)

7.3 Microzonazione Sismica

Lo scopo di una microzonazione sismica è quello di individuare e delimitare le zone che presentano una identica risposta sismica locale, cioè zone alle quali vengono attribuiti parametri e prescrizioni finalizzati alla riduzione del rischio sismico, da utilizzare nella pianificazione urbanistica, nella progettazione di manufatti, nella direzione della sicurezza, prevenzione, pianificazione territoriale e salvaguardia dei beni naturali e antropici, nonché nella gestione delle situazioni di emergenza.

Poiché la risposta sismica locale è espressa come variazione dei parametri di base in funzione della geologia e geomorfologia di un sito, in sostanza essa rappresenta la stima delle variazioni di ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento) potrebbe subire al passaggio da una formazione rocciosa di base agli strati di terreno sovrastanti fino a raggiungere la superficie, e si esplica attraverso i seguenti passaggi:

- individuazione delle caratteristiche litologiche e topografiche;
- classificazione della categoria di sottosuolo;
- determinazione dei parametri e coefficienti sismici di riferimento;
- valutazione dell'azione sismica e definizione degli spettri di risposta elastica in accelerazione dei terreni.

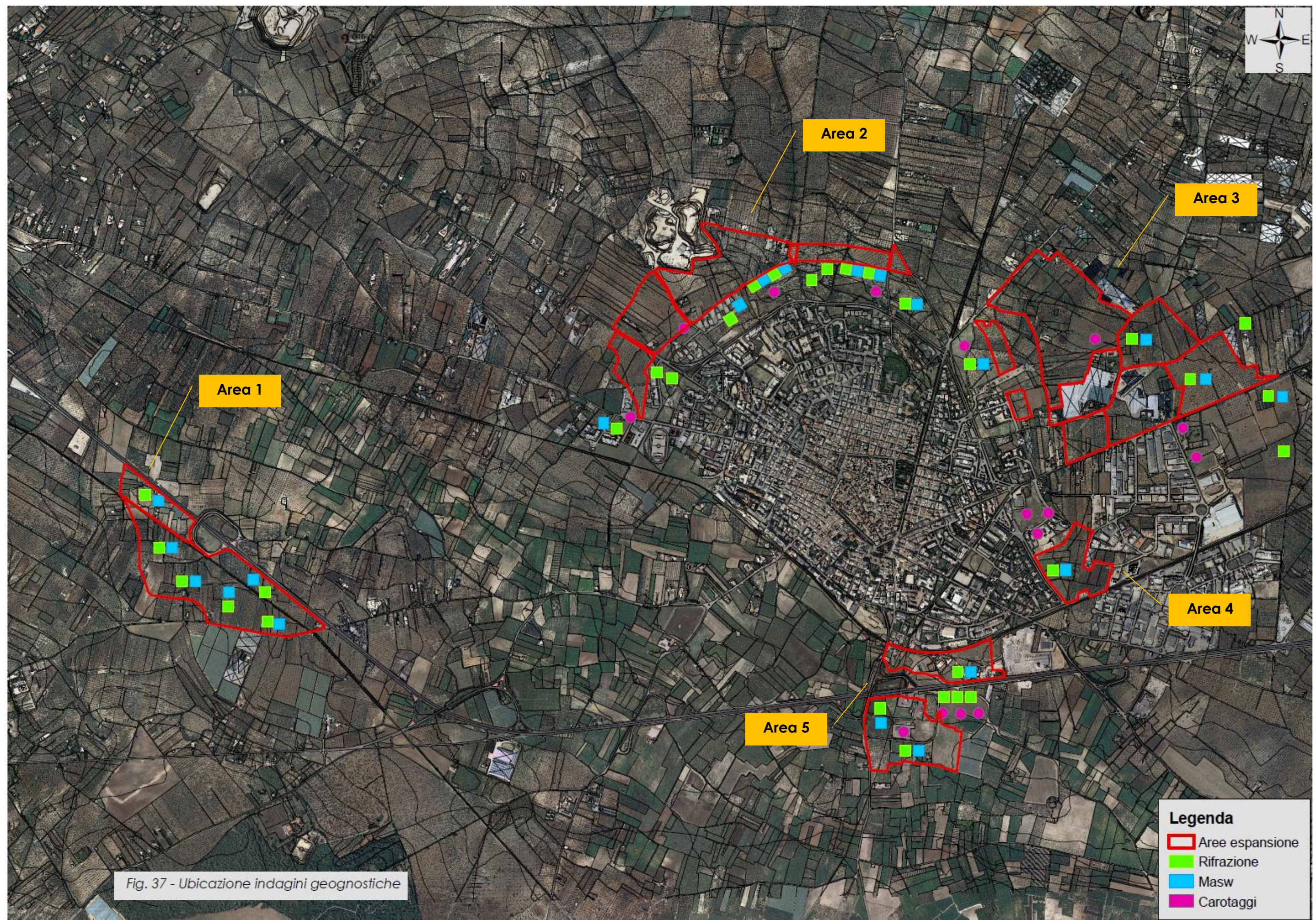
La caratterizzazione dei terreni, limitatamente alle aree di espansione urbana (identificate nell'allegata fig.37), è stata basata sullo studio geologico-fisico delle diverse porzioni di territorio.

La campagna d'indagine è stata così articolata:

- studio geologico-morfologico delle diverse aree di espansione; analisi dei dati provenienti da stratigrafie di pozzi artesiani, carotaggi, scavi di fondazioni, saggi meccanici ed affioramenti superficiali;
- esecuzione di nuovi sondaggi sismici a rifrazione ed indagini sismiche di tipo Masw;
- acquisizione di dati bibliografici provenienti da precedenti studi eseguiti in zone contermini a quelle di espansione.

Il territorio di Ruvo di Puglia è geologicamente caratterizzato da tre litotipi principali di origine sedimentaria:

- depositi alluvionali
- depositi calcareo-arenaceo-argillosi
- calcari stratificati



Inoltre, le suddette Formazioni presentano, al loro interno, variazioni verticali ed orizzontali diverse da zona a zona, in relazione all'ambiente di formazione, alla storia diagenetica, ai successivi movimenti tettonici ed all'alterazione chimico-fisica dovuta agli agenti atmosferici.

La caratterizzazione sismica delle aree studiate è stata realizzata interfacciando i dati di n° 31 stendimenti di sismica a rifrazione, per un totale di circa 1500 m lineari, e n°21 prove sismiche di tipo Masw per il calcolo delle Vs30 e conseguente classificazione della categoria di sottosuolo.

Con riferimento alla normativa, si riportano schematicamente le prescrizioni del recente D.M. 14.01.2008 riguardo la metodologia per la classificazione dei suoli e la valutazione della pericolosità sismica di base.

Azione sismica (3.2 NTC D.M.14.01.2008)

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

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 categoria A quale definita al § 3.2.2 delle NTC);
- ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , come definite nel § 3.2.1 delle NTC, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4 delle NTC.

In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , 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.

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Categorie di sottosuolo e topografiche (3.2.2 NTC D.M.14.01.2008)

Il D.M. 14.01.08 identifica 5 categorie di sottosuolo (A, B, C, D, E) più 2 categorie aggiuntive che richiedono studi specifici per la definizione dell'azione sismica (S1 ed S2), ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Le categorie sono riportate nel seguente schema:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto 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 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).</i>
C	<i>Depositi 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).</i>
D	<i>Depositi 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).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi 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	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

La velocità equivalente delle onde di taglio V_{s30} è definita dalla seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

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.

Spettri di risposta elastica in accelerazione (3.2.3.2 NTC D.M.14.01.2008)

Gli spettri di risposta elastica in accelerazione (nelle sue due componenti orizzontale e verticale) sono espressi da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale ξ del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento Pv_R .

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento Pv_R considerata, lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

nelle quali:

- T = periodo di vibrazione dello spettro di risposta elastico orizzontale;
- S_e = accelerazione spettrale orizzontale;
- S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione $S = S_s \times S_T$, dove S_s coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T coefficiente di amplificazione topografica;

- η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;
- $T_c = C_c \times T_c^*$ periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dove C_c è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo;
- $T_b = T_c/3$ è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;
- $T_D = 4,0 \times (a_g/g) + 1,6$ è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi.

Per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di fondazione, la forma spettrale su sottosuolo di categoria **A** è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico S_s , il coefficiente topografico S_T e il coefficiente C_c che modifica il valore del periodo T_c .

Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_s e C_c valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo **B, C, D** ed **E** i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella tabella seguente, nella quale g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T ,

riportati nella tabella successiva, in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale (3.2.3.2.2 NTC D.M.14.01.2008)

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale è definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

nelle quali T e S_{ve} sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale verticale e F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

I valori di a_g , F_0 , S , η sono definiti nel paragrafo 3.2.3.2.1 delle NTC 2008 per le componenti orizzontali; i valori di S_s , T_B , T_C e T_D , salvo più accurate determinazioni, sono quelli riportati nella seguente tabella

Tabella 3.2.VII – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

Categoria di sottosuolo	S_s	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Per tener conto delle condizioni topografiche, in assenza di specifiche analisi si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati nella precedente tabella 3.2.VI.

7.4 Rischio sismico

Il territorio italiano presenta un'alta pericolosità sismica ben dimostrata dalla sua storia, con eventi sismici forti che si presentano con una ricorrenza decennale, mentre quelli catastrofici possono succedersi diverse volte nel corso di un secolo.

La valutazione della pericolosità sismica di base, intesa come la probabilità che si verifichi un evento sismico di intensità superiore ad una soglia stabilita in una determinata area e in un determinato intervallo di tempo, in genere viene effettuata attraverso una metodologia di studio che conduce alla definizione di determinati parametri indice della scuotibilità del territorio esaminato. I risultati di questa analisi si riferiscono al cosiddetto bedrock sismico, ovvero una roccia di elevata consistenza in aree caratterizzate da morfologia piatta, e non tengono conto dell'assetto geologico, geologico-tecnico e geomorfologico del territorio.

Nel corso degli anni è stato dimostrato che i parametri magnitudo e accelerazione di picco, propri di un terremoto, non sono direttamente correlabili al grado di danneggiamento (intensità) prodotto da esso. Infatti, l'intensità per un determinato terremoto può variare molto da luogo a luogo, a seconda della distanza e profondità epicentrale, della tipologia degli edifici e quindi della vulnerabilità, della densità abitativa e quindi dell'esposizione.

In occasione dei più violenti e recenti terremoti avvenuti in Italia, e ai sopralluoghi e agli studi finalizzati a stabilire con una certa esattezza il grado di intensità che ogni località aveva subito, si è potuta constatare l'esistenza di grandi anomalie ed irregolarità nella distribuzione spaziale dell'intensità, a parità di tipologia e quindi di vulnerabilità degli edifici esaminati. Tali variazioni spaziali, dell'ordine anche di qualche grado su distanze di poche centinaia di metri, sono, in molti casi, da correlare a condizioni locali sfavorevoli. Difatti, in occasione di eventi sismici, le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona possono produrre effetti diversi, che devono essere presi in considerazione nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti (spesso definiti effetti locali) possono essere distinti in effetti di amplificazione locale e effetti di instabilità dovuti a fenomeni cosismici.

Effetti di amplificazione locale: sono rappresentati dall'interazione delle onde sismiche con particolari condizioni locali che possono modificare le caratteristiche del moto sismico in superficie rispetto allo scuotimento che si avrebbe sulla roccia sottostante (denominata bedrock). Le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali (topografia) e sepolte e da particolari caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni, che possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno e fenomeni di

risonanza fra modi di vibrazione del terreno e delle strutture eventualmente presenti.

Nel caso di materiali omogenei ed isotropi (ad esempio, le rocce presenti in profondità), le modificazioni nella forma ed ampiezza del segnale sismico dipendono soltanto dalle caratteristiche della sorgente sismica (energia liberata, meccanismo di rottura, ecc.) e dalla distanza di propagazione tra sorgente e sito (attenuazione anelastica). Al contrario, nel caso di terreni eterogenei in condizioni geologiche e geologico-tecniche molto variabili (caso dei materiali presenti in prossimità della superficie), le modificazioni del moto sismico sono dovute a fenomeni di riflessioni multiple, rifrazioni e trasformazione delle onde di volume in onde superficiali. Va precisato che, quando la distanza tra sorgente sismica e sito di analisi è riconducibile a distanze superiori a 1-2 volte la lunghezza di rottura della faglia, è possibile considerare gli effetti di sito come unici responsabili delle modificazioni delle onde sismiche e trascurare gli effetti dovuti all'attenuazione di natura geometrica; quando la sorgente sismica è, invece, relativamente vicina al sito di analisi, il contributo delle attenuazioni in funzione della distanza tra sorgente sismica e sito non è più trascurabile.

Effetti di instabilità dovuti a fenomeni cosismici: sono rappresentati in genere da fenomeni di instabilità, dovuti al raggiungimento della resistenza al taglio disponibile del terreno, consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse, incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità si esplicano con fenomenologie differenti a seconda delle condizioni presenti nel sito. I possibili effetti che un terremoto può provocare in un determinato sito, imputabili principalmente alle proprietà geotecniche dei terreni e all'interazione fra onde sismiche e natura dei depositi, sono:

- movimenti franosi lungo pendii;
- fenomeni di liquefazione in terreni granulari fini;
- fenomeni di densificazione in terreni incoerenti, nonché asciutti o parzialmente saturi;
- cedimenti in terreni argillosi soffici;
- scorrimenti e cedimenti differenziali in corrispondenza di contatti geologici o di faglie.

7.5 Liquefazione

Per liquefazione si intendono tutti quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio, o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;

- 2) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- 3) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 4) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{ciN} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{ciN} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 5) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

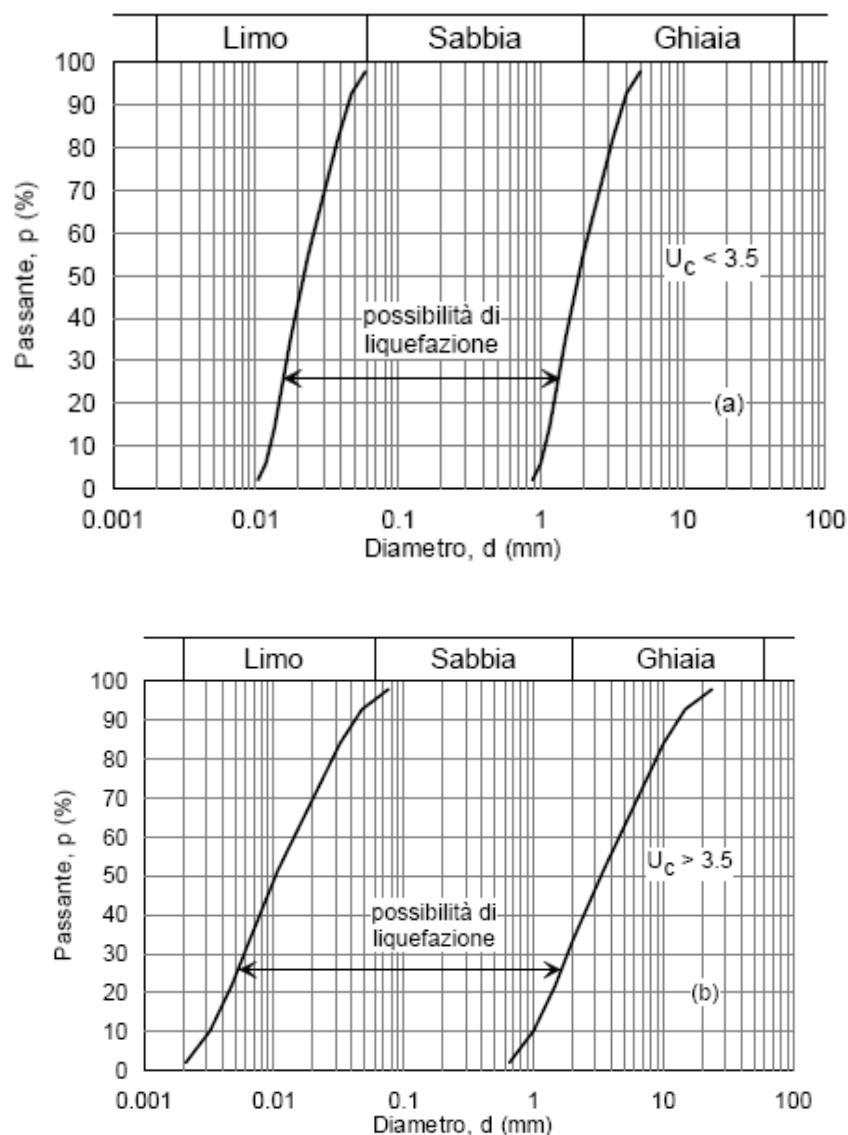


Fig.38 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Quando nessuna delle condizioni del § 7.11.3.4.2 risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

Salvo utilizzare procedure di analisi avanzate, la verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio. La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità di interesse.

L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista.

7.6 Densificazione

Sotto l'effetto delle sollecitazioni prodotte da un terremoto, i terreni granulari asciutti subiscono una compattazione volumetrica, nota come densificazione. Le conseguenze principali legate a tale fenomeno consistono in un miglioramento delle caratteristiche dinamiche del terreno (con aumento del modulo di taglio e diminuzione del coefficiente di smorzamento), a cui è associato un abbassamento del livello topografico del deposito. I parametri principali che maggiormente influenzano tale fenomenologia sono la densità relativa, l'ampiezza della deformazione di taglio, il numero di cicli di carico e lo stato di sollecitazione in sito.

7.7 Stabilità dei versanti

Il pendio in caso di terremoto può essere sottoposto ad effetti diretti o a conseguenze indirette. I primi determinano frane in corrispondenza dell'evento sismico, i secondi invece avvengono dopo qualche ora o qualche giorno (Hutchinson, 1993).

Keefer (1984) basandosi sullo studio di 40 terremoti storici, in funzione della magnitudo, ha ottenuto la massima distanza dall'epicentro entro la quale, tre diverse tipologie di frana (crollo e scivolamento (a), scivolamento coerente (a), espansioni e colamenti (c)), possono essere innescate da un sisma.

Dal grafico si nota come sismi del settimo grado di magnitudo riescono ad innescare frane a circa 200 Km dall'epicentro.

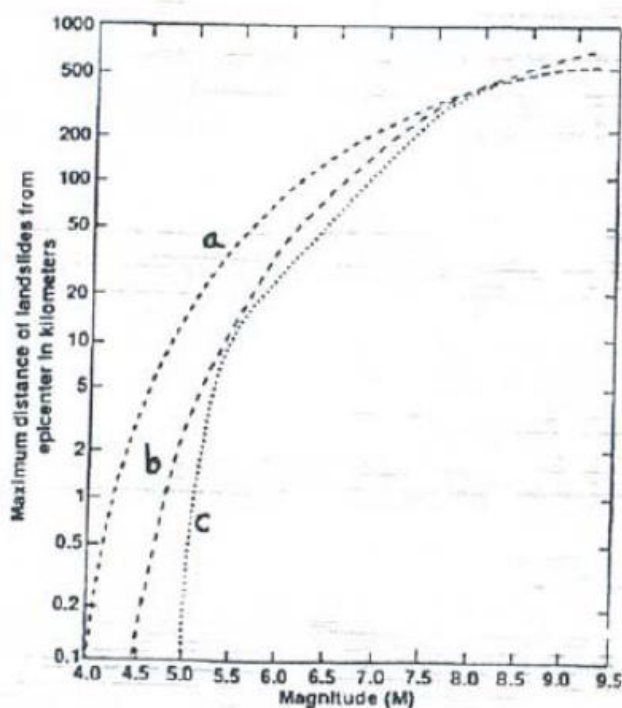


Fig.39 – Massima distanza dall'epicentro entro la quale le frane possono essere innescate (Keefer, 84)

Le condizioni di stabilità di un pendio sotto sollecitazione sismica sono legate alla configurazione geometrica del versante, all'assetto litostratigrafico-strutturale dei litotipi presenti, alle proprietà dinamiche dei materiali, alla situazione idraulica, alle caratteristiche della sollecitazione, con particolare riferimento a durata, frequenza e intensità dell'*input* (fattori di natura geologica, idrogeologica, geomorfologica, topografica e geotecnica).

Le frane connesse a terremoti possono essere raggruppate in due categorie principali in relazione agli effetti dell'*input* sismico sulla resistenza al taglio e sul comportamento tensodeformativo dei terreni coinvolti nella frana:

- instabilità inerziali → la resistenza al taglio dei terreni rimane relativamente invariata e le deformazioni registrate sono prodotte dal temporaneo incremento delle sollecitazioni dinamiche dovute al terremoto;
- instabilità per riduzione delle resistenze → si ha la degradazione della resistenza e della rigidità dei terreni con incremento delle pressioni interstiziali (ad es. liquefazione dei terreni e conseguenti meccanismi di flusso-scorrimento o degradazione ciclica).

7.8 Metodologia di indagine sismica a rifrazione

Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conico. Data una sorgente di onde elastiche e uno stendimento di geofoni lungo un profilo giungeranno in superficie ai geofoni onde dirette, onde riflesse ed onde coniche o birifratte (head wave): le onde analizzate sono quelle birifratte, cioè quelle che giungono sulla superficie di separazione con un angolo d'incidenza critico (secondo la legge di Snell) e che quindi vengono rifratte con un angolo di 90° propagandosi parallelamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza. I contrasti di proprietà possono essere legati a cause stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche; il modello interpretativo del mezzo investigato è di tipo elastico, omogeneo, continuo ed isotropo, mentre la profondità totale di indagine è legata alla lunghezza dello stendimento di ricevitori.

I valori di velocità delle onde sismiche, misurati in sito per ciascun volume di sottosuolo differenziato, unitamente alla "facies litologica" interpretata, permettono 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

7.9 Metodologia di indagine sismica MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

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. Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione. Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro

proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali. La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10Hz e 70-100Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

7.10 Parametri elasto-meccanici

I dati provenienti dal rilievo geofisico sono stati elaborati secondo le teorie che, a parere degli scriventi, 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 **Zeza** (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.
 - **Ed** (modulo di Young dinamico) - Brown e Roberthshaw
 - **Es** (modulo statico) - Rzhevsky e Novik (71), NAV FAC Manual
 - **G** (modulo di taglio) = $E_d/2(1+\nu)$
 - γ (densità naturale del terreno) – Nate e Drake
 - ϕ (angolo d'attrito) – C.S.I.R. (89), Sen & Sadagah (03)
 - **c** (coesione) – C.S.I.R. (89), Sen & Sadagah (03)
 - **RQD** - Zeza (75), Budetta e a. (01)
 - σ_r rottura a compressione - Rzhevsky e Novik (71), Zeza (78)
 - **NSpt** (n° colpi penetrometro) – Iwasaki (78), Maugeri & Carruba (83), Ohsaki & Iwasaki

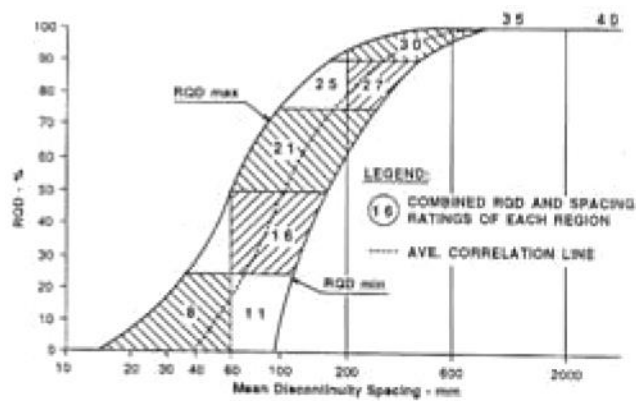


Fig.40 – Correlazione tra RQD e discontinuità (Bieniawski)

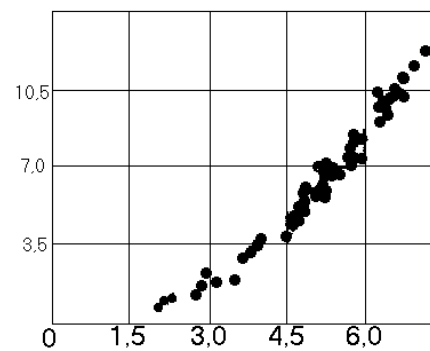
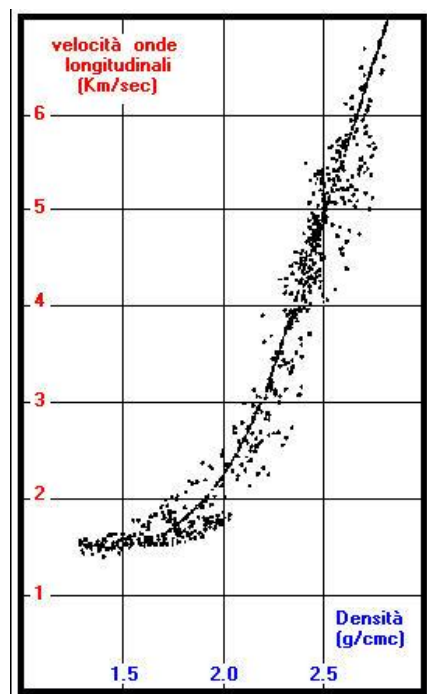


Fig.41 – Correlazione tra V_p/γ (Nate-Drake) e V_p/E_a (Brown e Robertshaw)

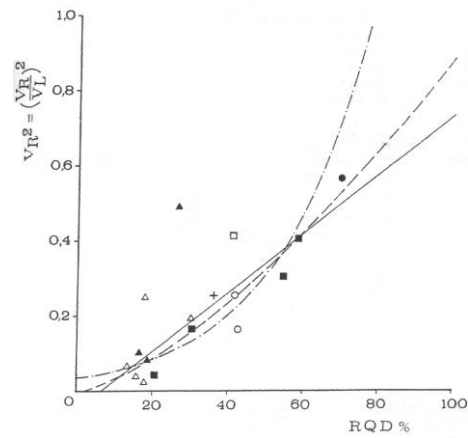
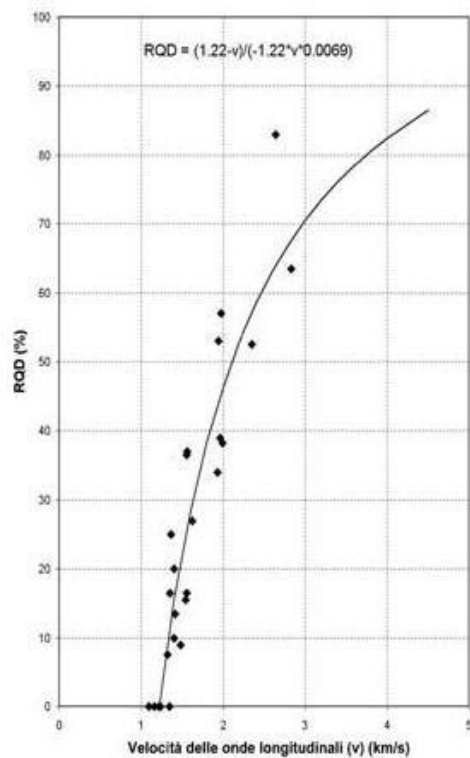


Fig.42 – Correlazione tra V e RQD (Budetta e a. 01 - Zezza 75)

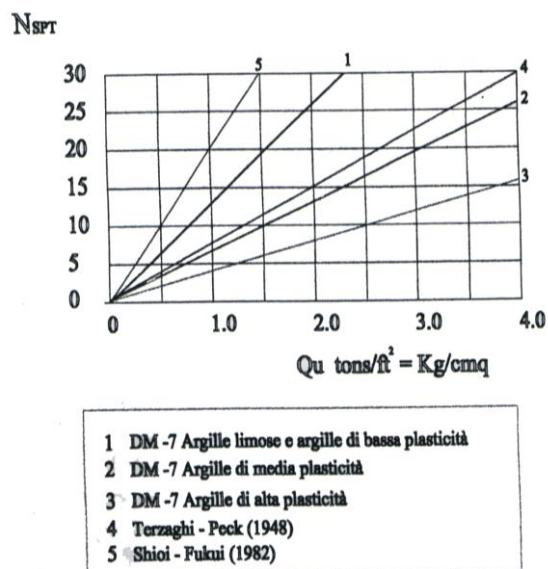
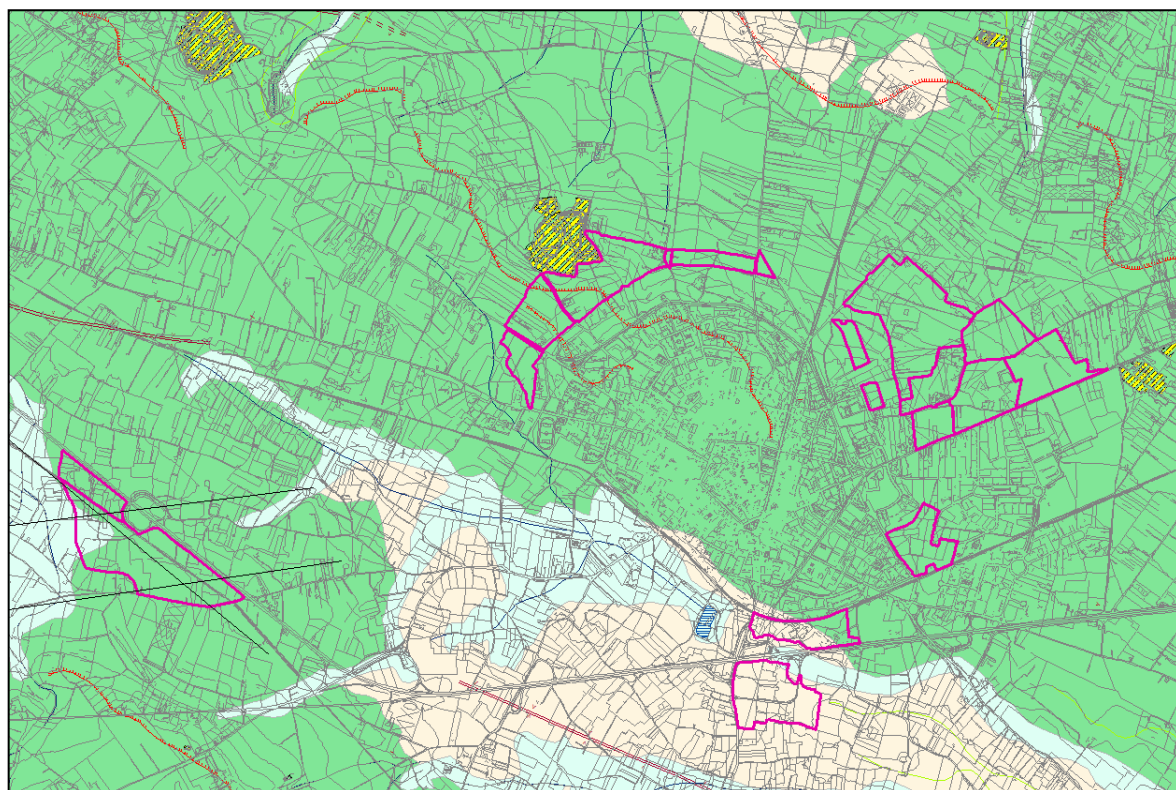
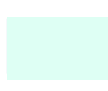


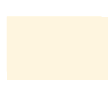
Fig.43 – Correlazioni tra NSPT e CU

8. ANALISI GEOMORFOLOGICA, GEOTECNICA E MICROSISMICA DELLE NUOVE AREE DI ESPANSIONE DEL COMUNE DI RUVO DI PUGLIA

Il territorio urbanizzato del Comune di Ruvo di Puglia è caratterizzato, dal punto di vista geologico, da un substrato calcareo Mesozoico sul quale, a luoghi, si rinvengono coperture pleistoceniche (Tavole QC1.1 e RG2).



 Depositi sciolti a prevalente componente pelitica e/o sabbiosa, a tratti di colore bruno con inclusioni di pezzame e ciottoli calcarei, localizzati principalmente in corrispondenza dei solchi erosivi localmente noti come "Lame".

 Depositi calcareo-arenaceo-argillosi organogeni più o meno cementati, costituiti da sabbie calcaree a tratti con matrice siltoso-argillosa. Livelli superficiali costituiti da calcare incrostante noto come "Carparo".

 Rocce prevalentemente calcaree o dolomitiche in strati e banchi di spessore variabile. Livelli superficiali stratiformi localmente noti come "Chiancarelle".

 Reticolo idrografico

 Recapito finale di bacino endoreico

 Perimetro aree di espansione

Fig.44 –Stralcio Carta Idrogeomorfologica

Il banco roccioso cretaceo, ascrivibile alla formazione del "Calcare di Bari", è costituito da una serie sedimentaria prevalentemente calcareo-dolomitica, di colore variabile dal bianco al grigio al nocciola, nel cui contesto s'intercalano, più o meno frequentemente, calcari micritici o bioclastici a grana fine.

Le dolomie ed i calcari si presentano in strati o in banchi, ripetutamente laminati, con diffuse cariatature dovute a processi di dissoluzione carsica.

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.

Le forme del carsismo sono ovunque presenti e si sviluppano, con intensità diversa, in superficie ed in profondità nei calcari mesozoici. La loro origine è legata a fenomeni di aggressione chimica che le acque ricche di anidride carbonica generano sulle rocce carbonatiche.

Le cavità presentano forma e dimensioni varie; le più comuni sono interstrato e da frattura, spesso sono parzialmente o interamente riempite da terra rossa o da depositi di varia natura.



Foto 5 - Particolare di uno scavo di fondazione con evidenza degli strati calcarei superficiali ad alta fratturazione ("Chiancarelle") e fratture di interstrato con inclusioni di terra rossa -

Le “Terre rosse” da un punto di vista mineralogico sono classificabili come argilla caolinica con calcite ed idrossidi di alluminio e ferro; esse rappresentano il residuo insolubile derivante dalla dissoluzione chimica delle rocce carbonatiche.

Tali depositi si rinvencono generalmente in sacche abbastanza limitate anche se talvolta, in corrispondenza di depressioni morfologico-strutturali e carsiche, possono presentare spessori rilevanti.

La storia evolutiva, con specifico riferimento all'età e alle condizioni di sedimentazione, determina il diverso comportamento geotecnico di tali depositi asseconda delle caratteristiche granulometriche, della plasticità e del grado di consolidazione.

A titolo indicativo si riporta una sintetica caratterizzazione geotecnica.

P. S. g/cmc	P. volume g/cmc	L. liquido %	Lim. ritiro %	I. plastico %	I. consist.	I. rigonf. %	acqua %
2,68-2,85	1,20-1,75	42 - 79	10 - 20	19 - 53	0,3 - 1,4	0,027	20 - 45

I precedenti parametri fisico-meccanici sono espressi in un intervallo con valori minimi, riferiti a depositi recenti di terra rossa, e valori massimi riferiti a depositi di terra rossa fossilizzata. Riguardo al valore di rigonfiamento, la terra rossa si colloca generalmente tra i terreni argillosi pugliesi più inerti, quindi le variazioni volumetriche e le pressioni dovute al rigonfiamento in presenza d'acqua sono trascurabili.



Foto 6 – Carotaggio in un potente deposito di terra rossa

I “*Depositi calcareo-arenaceo-argillosi*” ampiamente rappresentati nelle porzioni meridionali dell'abitato, trasgressivi sul basamento calcareo mesozoico, sono a luoghi caratterizzati da termini francamente calcarenitici, di colore bianco-giallastro, con grado di cementazione estremamente variabile.

Tali depositi passano a termini più marcatamente limoso-argillosi, con intercalazioni sabbiose, soprattutto in corrispondenza di aree morfologicamente depresse.



Foto 7 – Materiale di scavo riveniente da saggio geognostico su depositi calcareo-arenaceo a debole cementazione



Foto 8 - Fronte di scavo su depositi calcareo-arenacei in matrice limoso-sabbiosa.

I “*Depositi Alluvionali*” sono localizzati in corrispondenza delle principali linee di deflusso idrico superficiale; trattasi essenzialmente di depositi terrosi di colore bruno con ciottolame calcareo, derivanti dalla disaggregazione e dal dilavamento dei calcari e delle calcareniti.



Foto 9 - Depositi alluvionali di colore bruno

Da un punto di vista morfologico il territorio mostra i tipici caratteri della regione costiera pugliese, caratterizzata da una serie di ripiani posti a quote via via più basse verso l'Adriatico. Trattasi di terrazzi marini allungati quasi parallelamente alla costa e leggermente inclinati a Nord, che si raccordano mediante piccole scarpate sagomate dall'azione del mare e rappresentanti antiche linee di costa.

Nello specifico, al nucleo urbano, localizzato in corrispondenza di un alto morfologico, si contrappone la zona meridionale caratterizzata da un'estesa depressione confinata tra la linea ferroviaria Bari Nord e la s.p. 231; la restante porzione dell'hinterland cittadino riprende il tipico schema morfologico dell'altopiano murgiano (Tav. RG.5)

Nel complesso i caratteri morfologici collegati alla natura carbonatica delle rocce affioranti sono quelli tipici delle zone carsiche, con un reticolo

idrografico superficiale pressoché assente ed una idrografia sotterranea molto sviluppata; esiste infatti una falda carsica profonda molto estesa e in movimento verso mare, confinata a profondità di circa 200 mt dal livello del mare, come testimoniato dalle stratigrafie di pozzi per acqua perforati in zona.

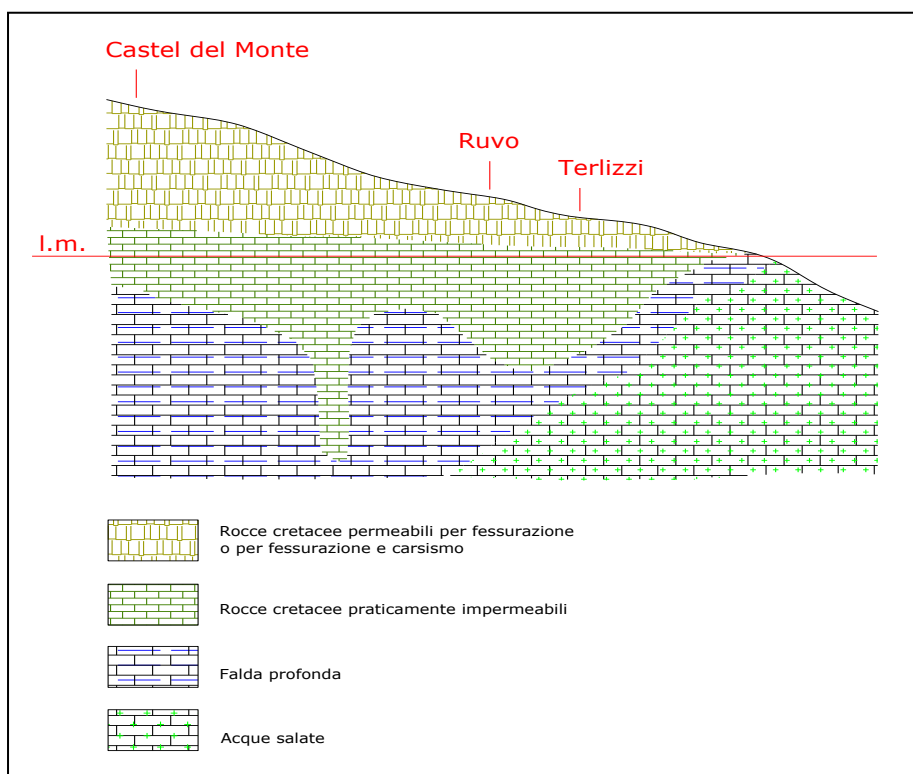


Fig. 45 - Sezione idrogeologica schematica con l'andamento del tetto della falda profonda.

La falda profonda non circola a pelo libero bensì in pressione e molto spesso a notevoli profondità al di sotto del livello marino. La profondità di rinvenimento del tetto dell'acquifero è sensibilmente variabile da zona a zona ed in maniera irregolare. La distribuzione dei caratteri di permeabilità delle rocce carbonatiche è legata in gran parte all'attività, distribuzione, intensità ed evoluzione del fenomeno carsico ipogeo.

Essendo il fenomeno carsico variabile di intensità da zona a zona, in relazione alle condizioni litologiche, stratigrafiche e tettoniche, ne deriva un contesto idrogeologico complesso e difficilmente schematizzabile, che possiede come caratteristica fondamentale una permeabilità relativamente bassa e marcatamente discontinua, specie alle profondità alle quali si rinviene la falda.

Nelle Murge Nord-Occidentali la circolazione di fondo della falda avviene in pressione e si esplica a grandi profondità (200-400 m sotto il livello del mare), con carichi e gradienti idraulici spesso molto elevati (7-8%).

Dalle colonne di perforazione si evince che quando la falda è confinata in prossimità di taluni livelli asfittici impermeabili, circola al di sotto del livello medio marino con valori di carico idraulico differenti da pozzo a pozzo e, una volta intercettata, risale stabilizzandosi intorno a quote variabili da m +20 a m +25 s.l.m.

Le falde idriche superficiali, sono localizzate nella porzione meridionale del territorio ruvese, in località note come "La Pozza", "Le Fontane", "Arena". Tali falde superficiali sono confinate all'interno del complesso sabbioso siltoso-argilloso, prevalentemente costituito da sabbie calcareo-quarzose il cui tetto è spesso interessato dalla presenza di calcare incrostante ("Crosta Pugliese").

Il fenomeno dell'infiltrazione delle acque meteoriche, all'interno della falda idrica profonda, è fortemente condizionato dal grado di permeabilità del banco roccioso calcareo-dolomitico e dalla presenza di depositi carbonatici pleistocenici.

In generale le rocce calcaree, impermeabili alla scala del campione, sono dotate di una permeabilità per fessurazione e carsismo con valori di K compresi generalmente tra 10^{-1} e 10^{-5} cm/sec.

Le coperture quaternarie, caratterizzate da una permeabilità per porosità, possono essere più o meno permeabili secondo la granulometria, il grado di cementazione e la percentuale di componente argillosa che può rendere tali depositi fino a completamente impermeabili.

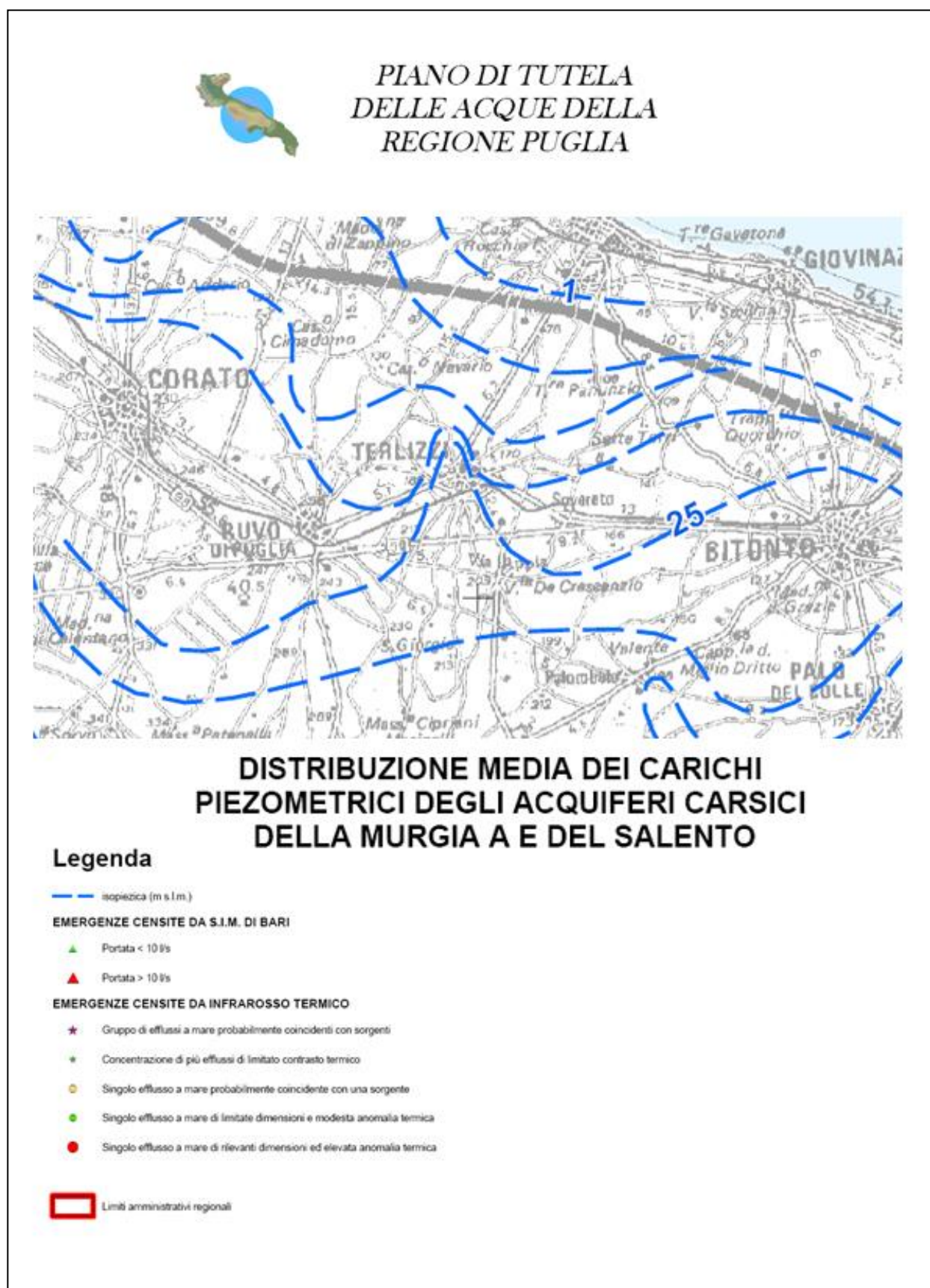


Fig.46 – Stralcio Tavola PTA



Fig.47 – Stralcio Tavola PTA

Di seguito si riporta lo studio dettagliato delle cinque aree di espansione del Comune di Ruvo di Puglia, identificate in fig. 37, al fine di delinearne ed approfondirne le conoscenze geologiche.

8.1 Area 1

8.1.1 Caratteri locali

L'Area 1 è ubicata a Sud Ovest del centro urbano e si estende lungo la SP 231, tra il km 53,400 e il km 52,400.

L'intera area ricade nella Tavoletta IGM F° 176 II NE "Corato" (fig. 48), ovvero nel Foglio 437063 della Carta Tecnica Regionale e copre, complessivamente, una superficie di circa 30 Ha.

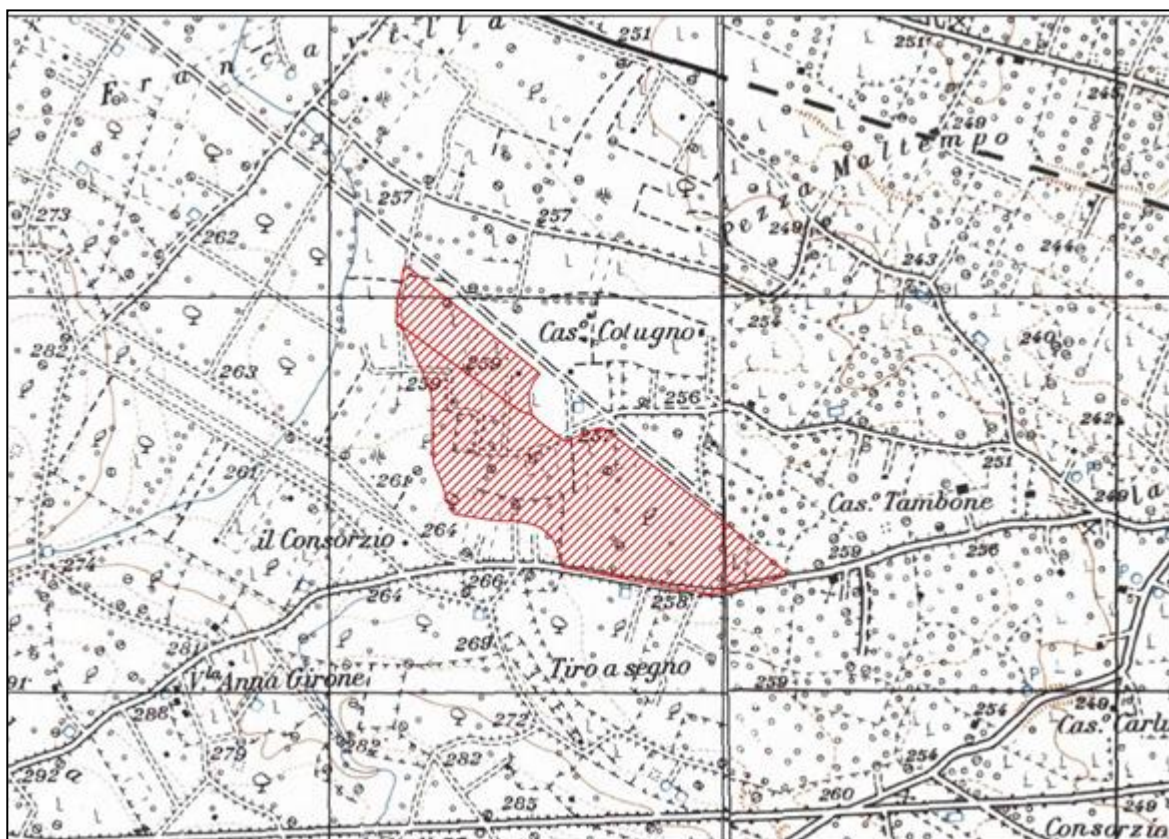


Fig.48 – Stralcio IGM



Fig.49 – Stralcio Ortofoto

Dal punto di vista morfologico, l'area si estende su un versante che presenta una pendenza media di c.a. 2.5 %, con quote comprese tra i 265 m s.l.m. e i 255 m s.l.m..

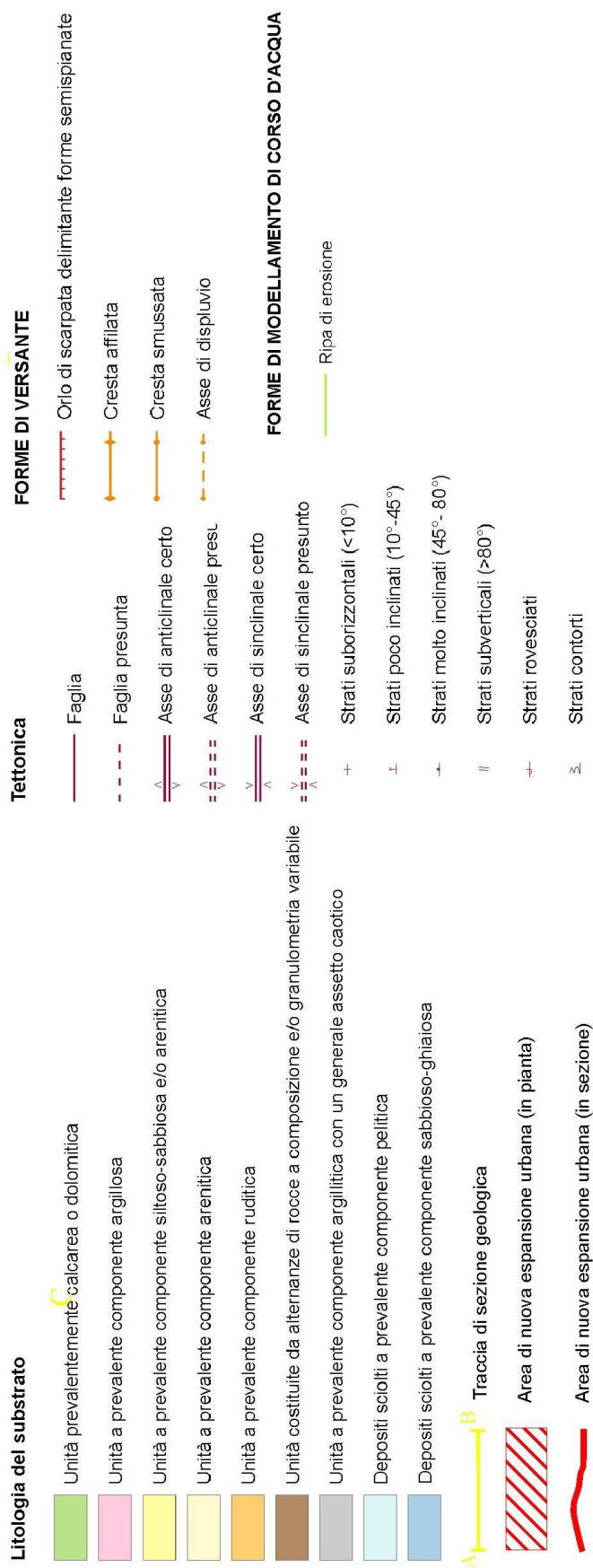
Per il dettaglio delle sezioni morfologiche si rimanda alla Fig.52 e alla Tav.RG.4

Entro i limiti dell'area non sono presenti rilevanti elementi morfologici (fig. 50): l'area 1 è ubicata infatti a valle di una serie di terrazzi morfologici, con orientazione NE-SO, che dal settore murgiano digradano progressivamente sino all'abitato di Ruvo di Puglia. A nord e ad est dell'area 1, inoltre, si sviluppa parte del reticolo che alimenta il bacino endoreico del "Pantano"; a ovest dell'area 1, invece, si sviluppa parte del reticolo che confluisce nella "Lama Inglese" e, più a valle, nella "Lama di Pietra", che lambisce l'abitato di Corato.

Dal punto di vista geologico, l'Area 1 si attesta sui calcari detritici, blandamente deformati, appartenenti alla Formazione del Calcare di Bari (Turoniano – Barremiano), ad un'altezza stratigrafica compresa tra il Livello "Palese" ed il Livello "Corato". Nel settore sud-occidentale dell'area sono presenti depositi alluvionali, correlabili alla presenza del reticolo di cui sopra.



Fig. 50: Stralcio Carta Idro-geomorfologica della Regione Puglia con ubicazione dell'Area 1 e tracce delle sezioni geologiche.



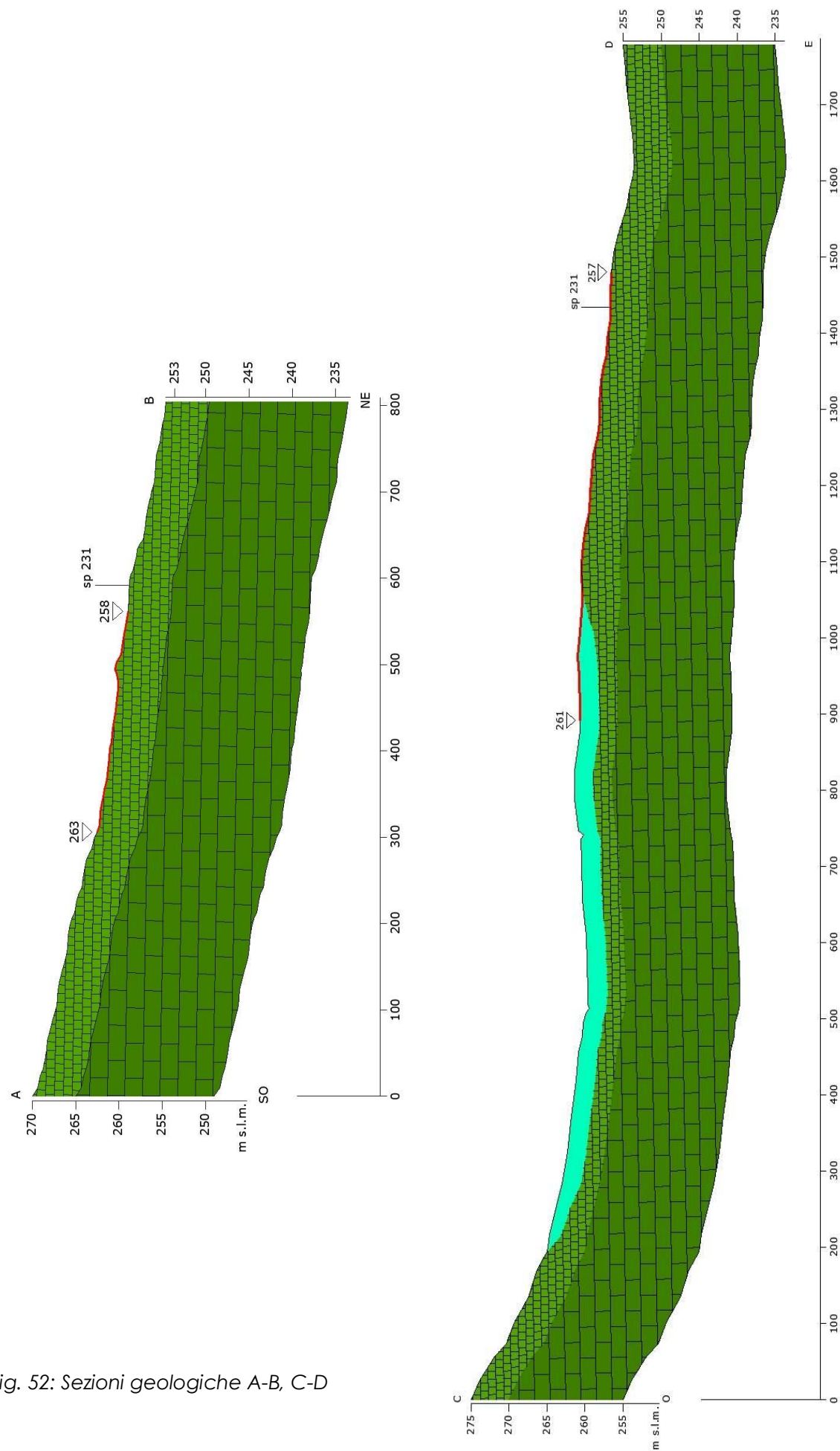


Fig. 52: Sezioni geologiche A-B, C-D

8.1.2 Compatibilità con il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia

Con riferimento alle Norme Tecniche di Attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico, approvato con Delibera Regionale n.39 del 30 novembre 2005, l'Area 1 non ricade in area a pericolosità idraulica e a rischio geomorfologico [Carta di Rischio e della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica aggiornata al 01/06/2015].

L'area in oggetto non è inoltre interessata da reticoli idrografici e non rientra tra le aree di rischio di cui gli art. 6 e 10 delle NTA del PAI [Carta Idrogeomorfologica aggiornata al 09.06.2015]

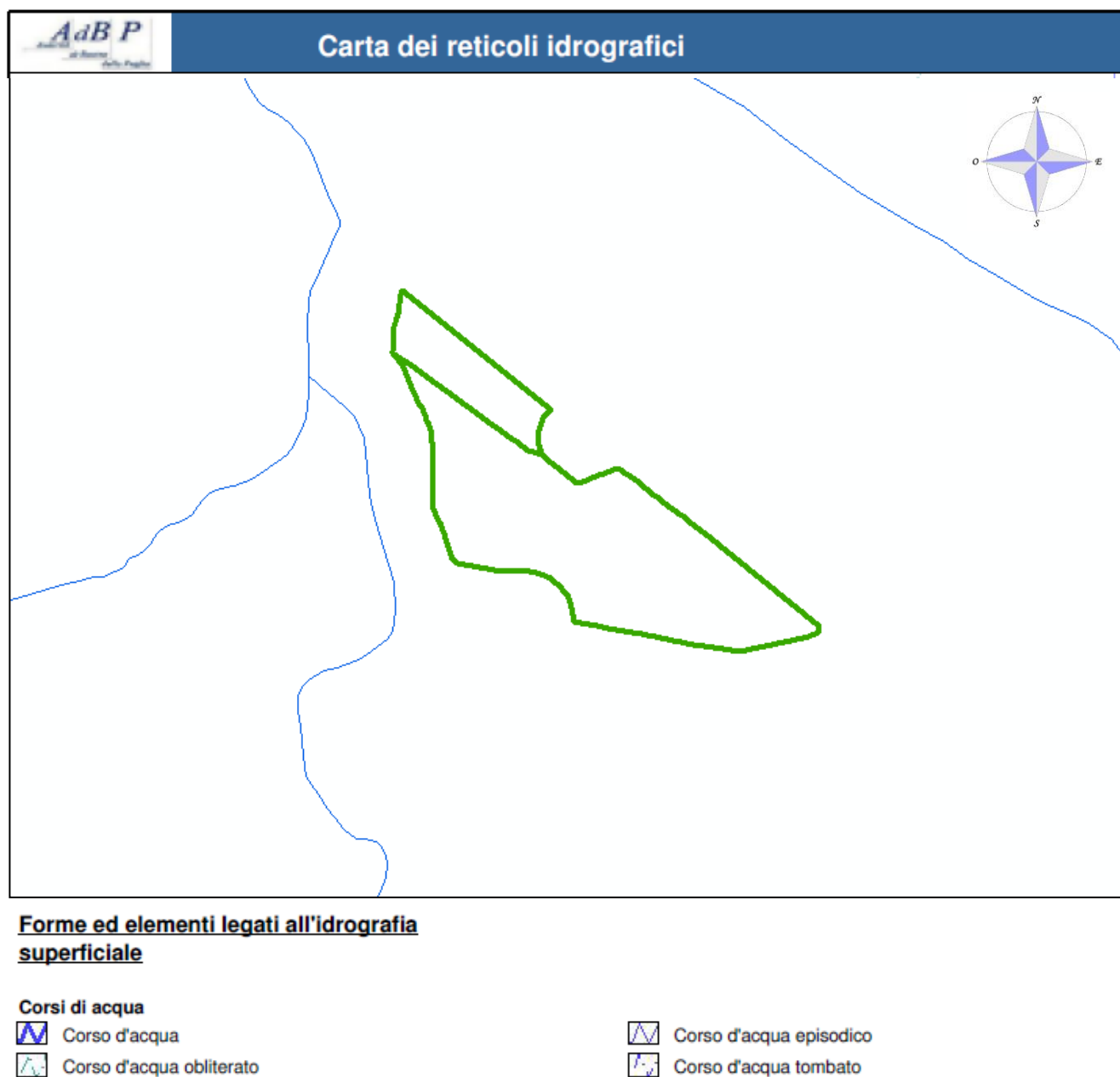


Fig. 53: Stralcio Carta dei Reticoli Idrografici (AdB Puglia)

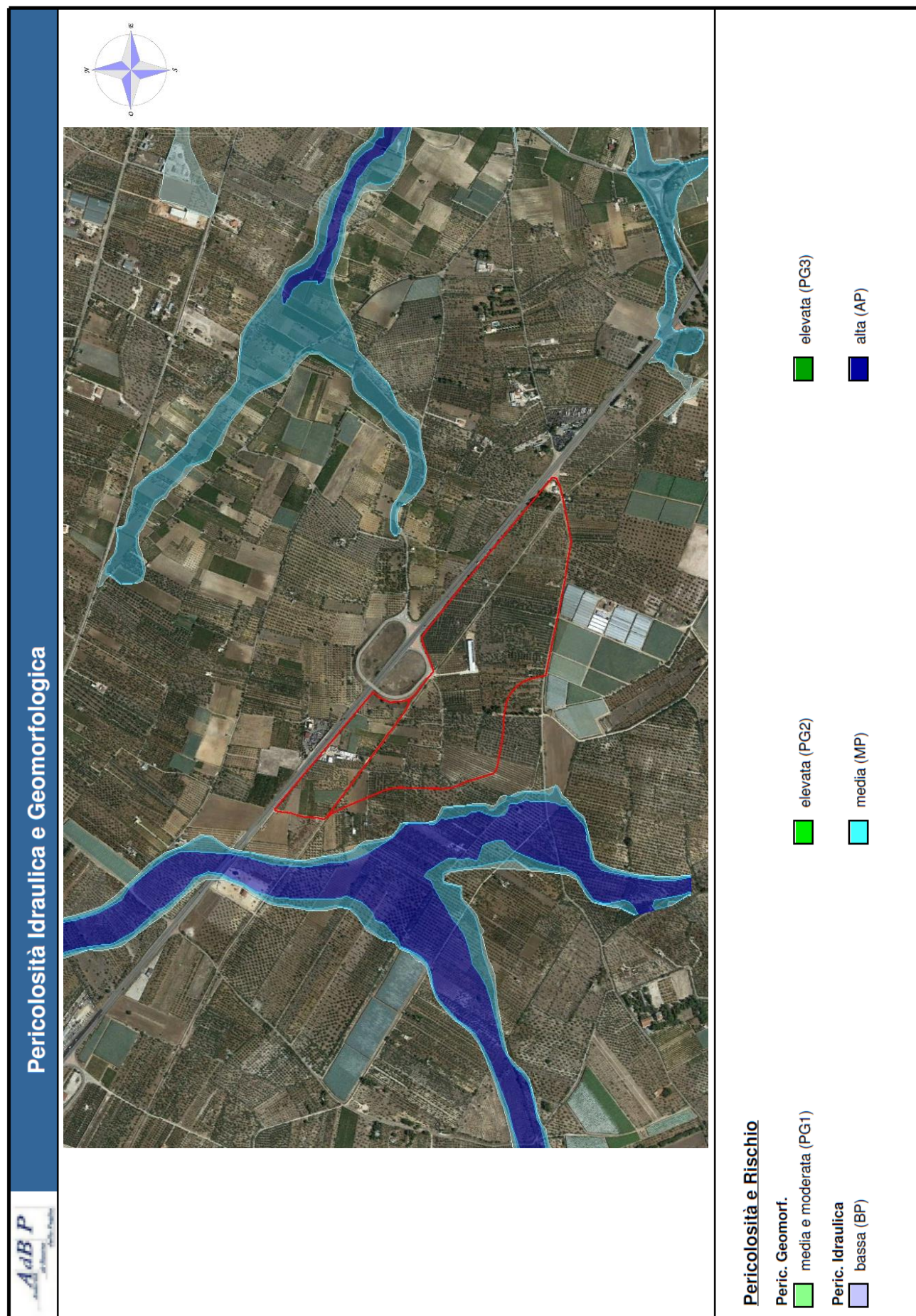


Fig. 54: Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica (AdB Puglia)

8.1.3 Indagini geognostiche

La litostratigrafia e le caratteristiche geomeccaniche sono state ricostruite sulla base dei dati rivenienti da n°6 prospezioni sismiche a rifrazione e n°6 indagini Masw ed ubicate nello stralcio planimetrico di fig.55

Nel complesso i risultati ottenuti hanno permesso di ricostruire il seguente assetto litostratigrafico:

- depositi di copertura: presentano uno spessore medio variabile tra circa 0.70 e 1.20 m; le velocità delle onde sismiche risultano comprese in un range variabile tra 250 e 750 m/sec; la facies di riferimento è quella del terreno agrario; i valori maggiori sono associabili a terreno agrario frammisto a pezzame calcareo;
- depositi alluvionali: sono localizzati nell'estrema porzione occidentale dell'area in studio, presentano uno spessore massimo di circa 2.50 m con velocità delle onde sismiche comprese tra 400 e 700 m/sec;
- calcari: rappresentano il bed-rock della successione stratigrafica, trattasi di una successione di strati calcarei caratterizzati nelle porzioni più superficiali da un maggiore grado di fratturazione/alterazione che tende a diminuire con la profondità; in generale gli strati a maggiore fratturazione presentano uno spessore massimo di circa 4.0 m e valori delle velocità delle onde P comprese tra 1000 e 1300 m/sec; gli strati calcarei a medio-basso grado di fratturazione sono localizzati ad una profondità rispetto al p.c. compresa tra 1 e 4 m con velocità delle onde P comprese tra 1700 e 2500 m/sec.

Al di sotto di tali livelli i calcari presentano un basso grado di fratturazione e sono caratterizzati da valori medi delle velocità delle onde P di circa 3200 m/sec che tendono progressivamente ad aumentare con la profondità.

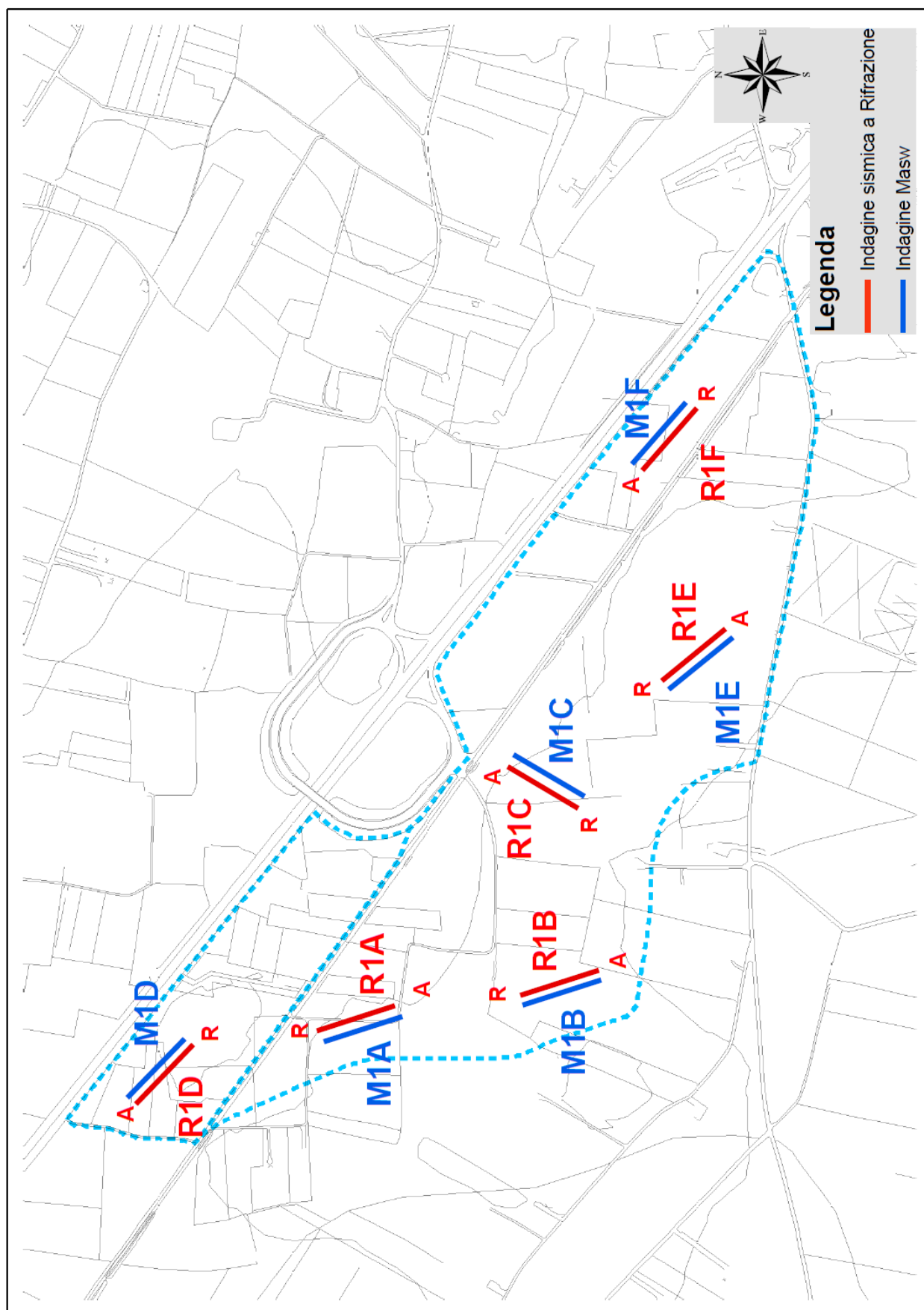


Fig.55 – Stralcio Area1 con indicazione delle indagini geognostiche

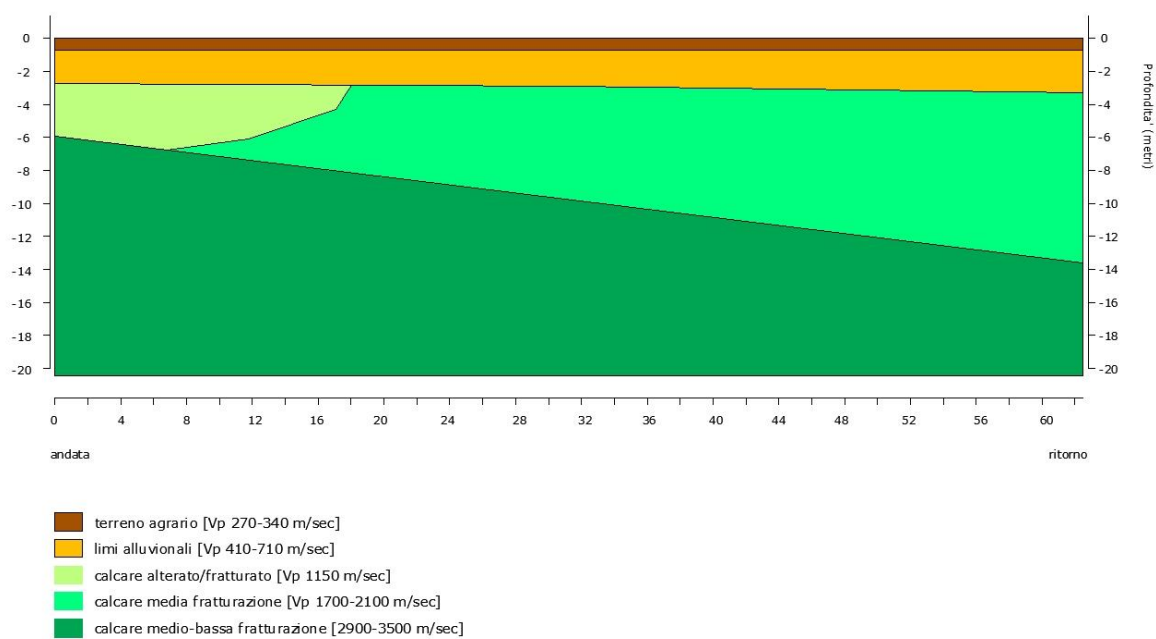


Fig.56 – Sezione sismostratigrafica base sismica “R1A”

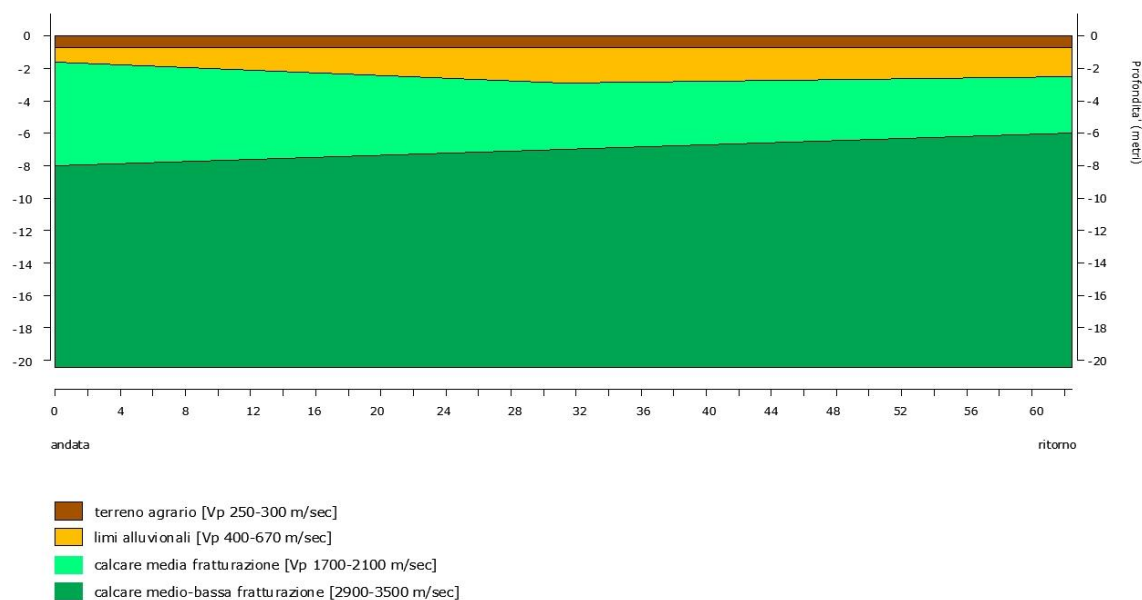


Fig.57 – Sezione sismostratigrafica base sismica “R1B”

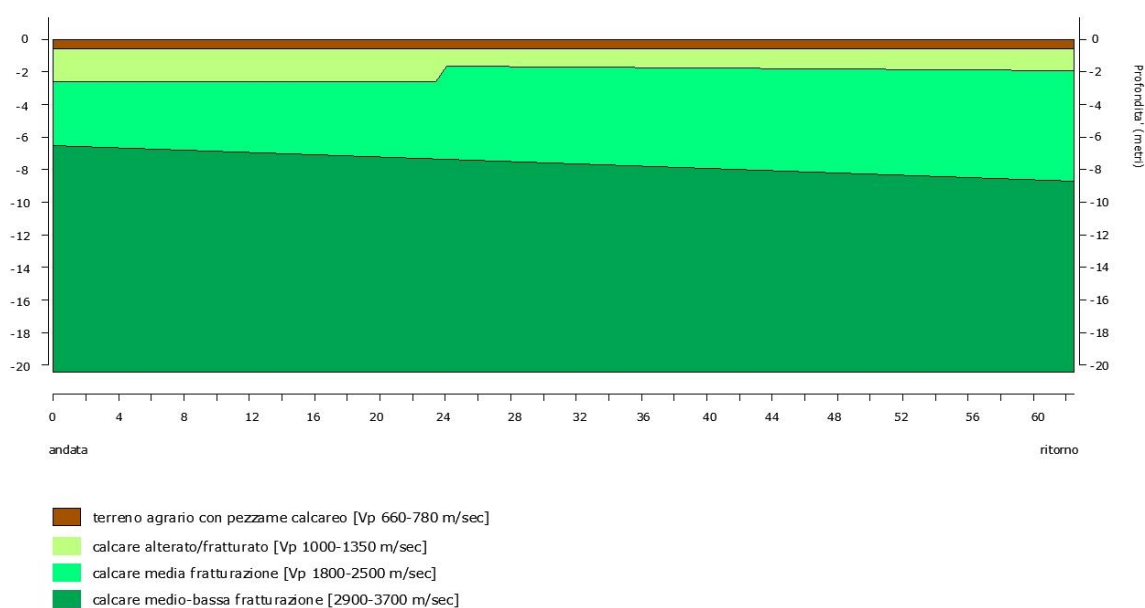


Fig.58 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R1C"

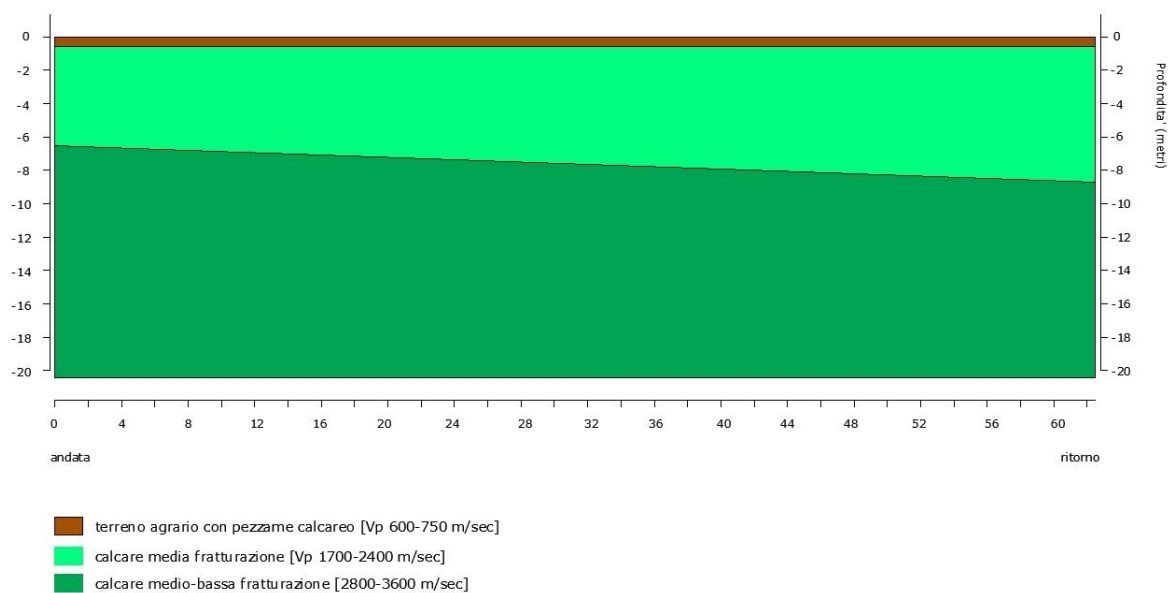


Fig.59 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R1D"

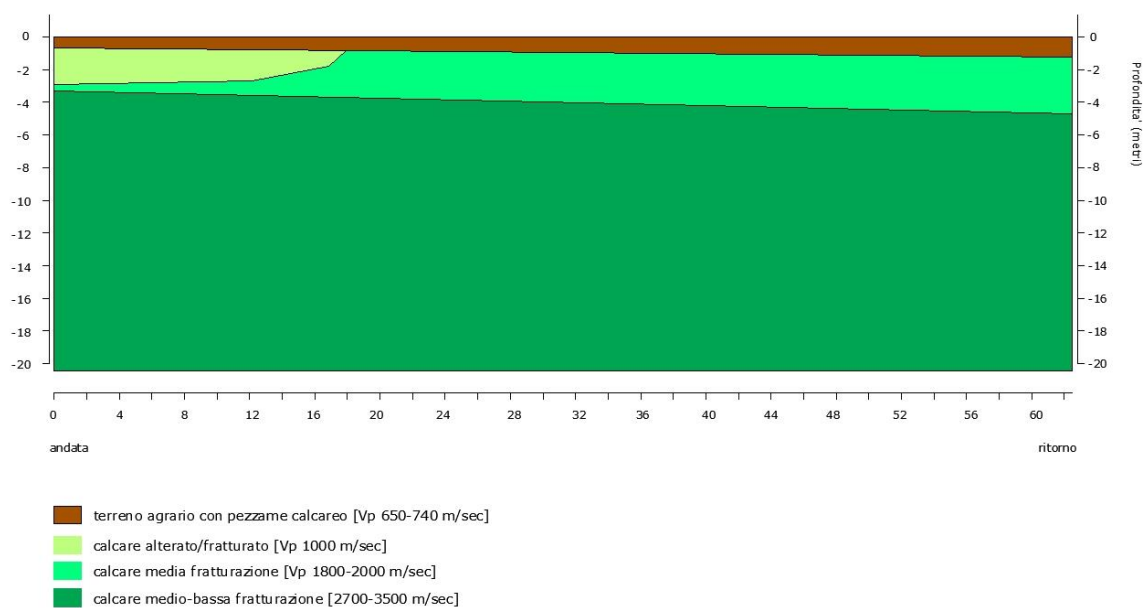


Fig.60 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R1E"

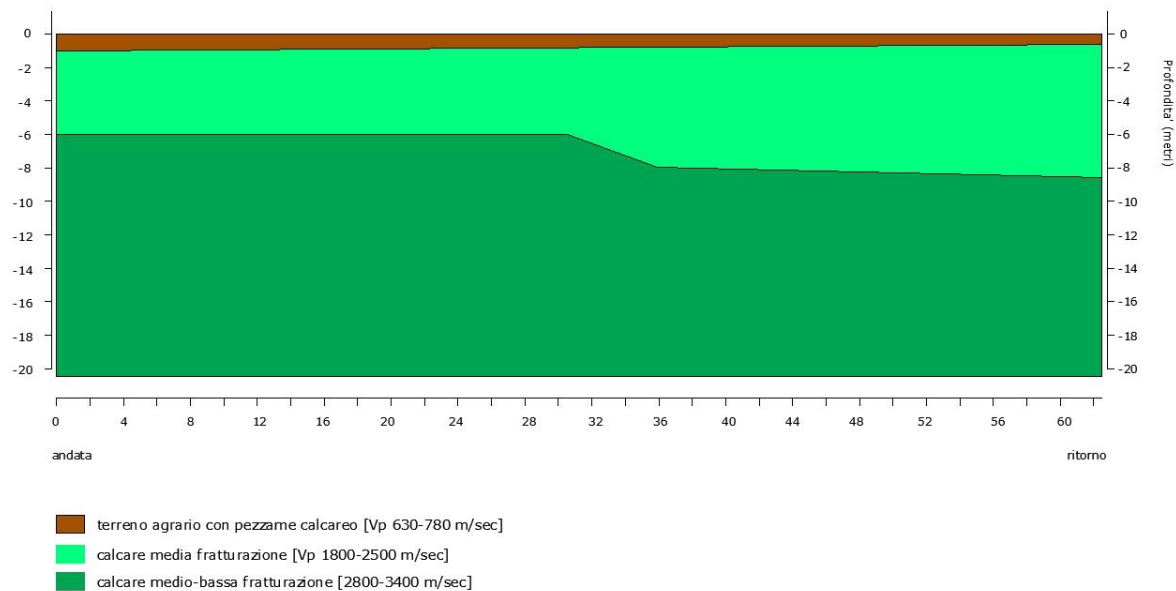


Fig.61 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R1F"

8.1.4 Parametri geotecnici

I dati provenienti dal rilievo geofisico sono stati elaborati secondo le teorie 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.

I valori di velocità delle onde sismiche misurati in sito correlati 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. Per le teorie e le classificazioni adottate si rimanda alla nota teorica di pag.79

I parametri derivati risultano verificati nel complesso struttura/terreno cui si riferiscono e risultano associati ad un volume significativo di suolo che, localmente, può presentare caratteri differenti dai valori proposti.

Litologia		limi alluvionali	calcare		
fratturazione/alterazione			alta	media	bassa
Parametri sismici					
velocità onde P	m/s	400 - 700	1000 - 1300	1700 - 2500	2700 - 3700
velocità onde S	m/s	121 - 211	468 - 624	837 - 1312	1443 - 2107
mod. dinamico Young E_d	Mpa	67 - 229	1128 - 2098	3936 - 10172	12396 - 27191
Parametri elasto-meccanici					
spessore	m	0.00-2.50	0.00-4.00	0.50-10	> 10
densità in sito γ	g/cm ³	1.6 - 1.8	1.9 - 2	2.1 - 2.3	2.3 - 2.4
mod. statico di Young E_s	Kg/cm ²	2 - 88	1150 - 1785	3852 - 10861	13362 - 29994
modulo di taglio G	MPa	23 - 79	415 - 777	1469 - 3882	4768 - 10790
modulo di Poisson μ		0.4 - 0.4	0.36 - 0.35	0.34 - 0.31	0.3 - 0.28
coesione	kPa	1 - 3	133 - 170	200 - 260	280 - 330

8.1.5 Microzonazione sismica

Con riferimento alle norme tecniche sulle costruzioni in zona sismica (D.M. 14 gennaio 2008), l'area oggetto di studio ricade nel territorio comunale di Ruvo di Puglia (BA) classificata come zona sismica di bassa categoria ($Z=3$). A tal riguardo, sempre nel rispetto del D.M. 14 gennaio 2008, sono state realizzate n.6 indagini sismiche con procedura MASW per la determinazione del V_{s30} e relativa individuazione della categoria di sottosuolo. Il calcolo è stato eseguito a profondità di 1,5 m e 3,0 m dal piano campagna al fine di poter rapportare il dato ottenuto ad esigenze prettamente ingegneristiche. In allegato alla presente relazione si riportano parametri, coefficienti sismici e spettri di risposta elastica del terreno, determinati in corrispondenza delle indagini Masw e relativi ad interventi edilizi ricadenti in Classe d'uso II.

Per la teoria di calcolo, con metodologia MASW, si rimanda alla nota teorica di pag.79.

A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m</i>	$V_{s30} > 800$ m/s	1.0
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$360 < V_{s30} \leq 800$ m/s	1.0-1.2
C	<i>Depositi 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_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$180 < V_{s30} \leq 360$ m/s	1.0-1.5
D	<i>Depositi 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_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$V_{s30} \leq 180$ m/s	0.9-1.8
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)</i>	$180 < V_{s30} \leq 360$ m/s $V_{s30} \leq 180$ m/s	1.0-1.6
S1	<i>Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u30} < 20$ 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</i>	$V_{s30} < 100$ m/s	Specifiche analisi
S2	<i>Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti</i>	-	Specifiche analisi

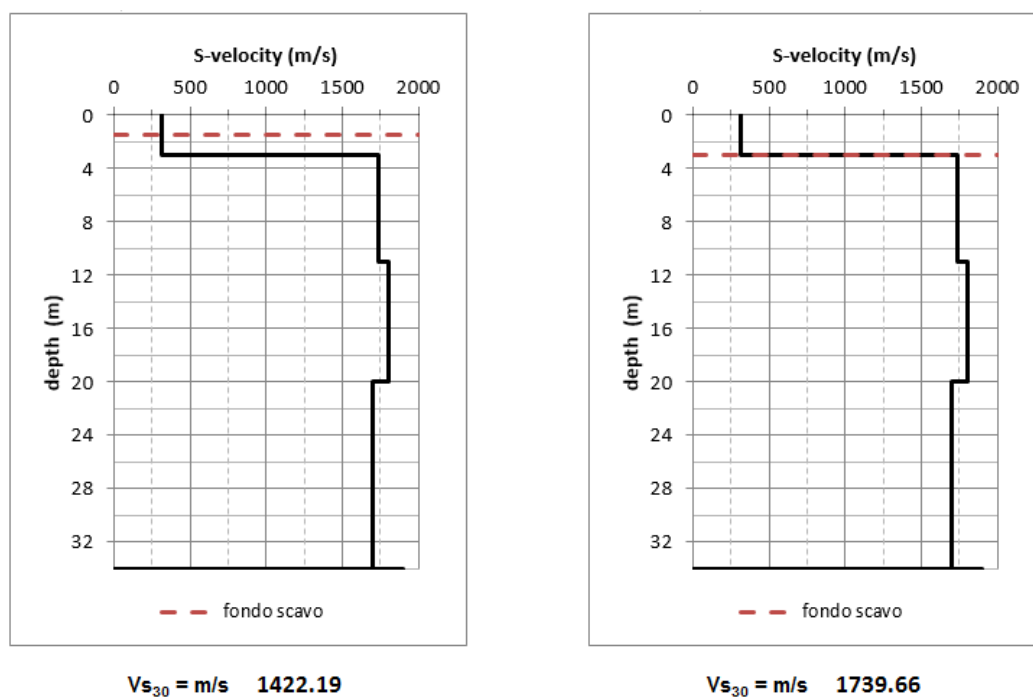


Fig.62 – Profilo V_{s30} medio Masw “M1A” a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

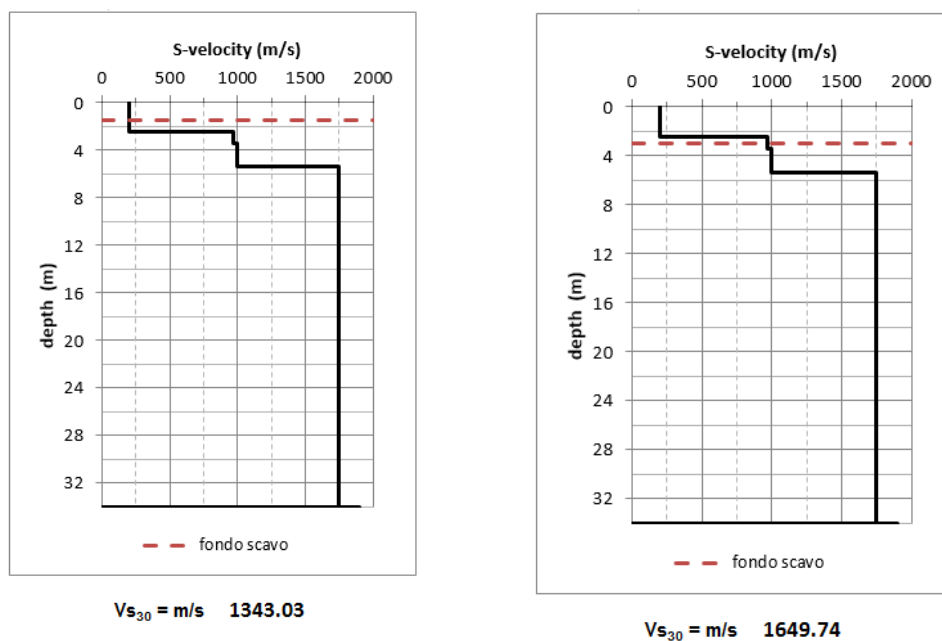
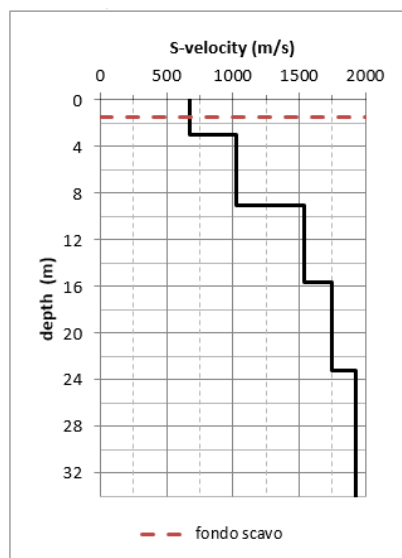
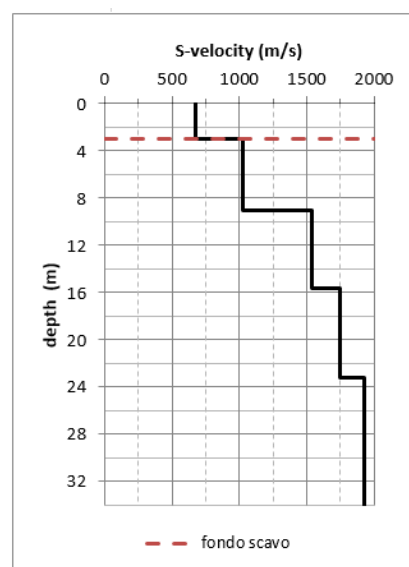


Fig.63 – Profilo V_{s30} medio Masw “M1B” a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

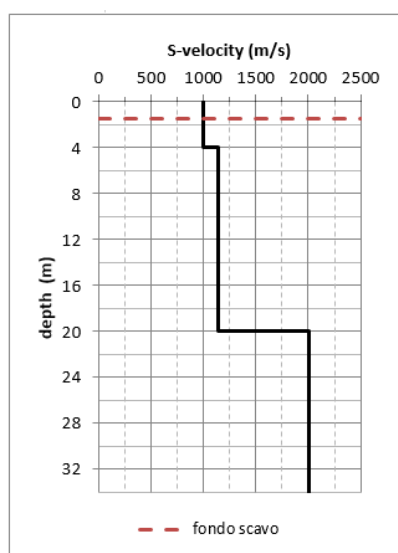


$V_{s30} = \text{m/s } 1263.61$

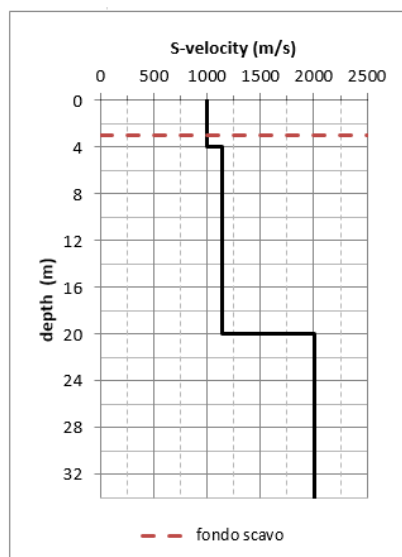


$V_{s30} = \text{m/s } 1344.79$

Fig.64 – Profilo V_{s30} medio Masw “M1C” a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

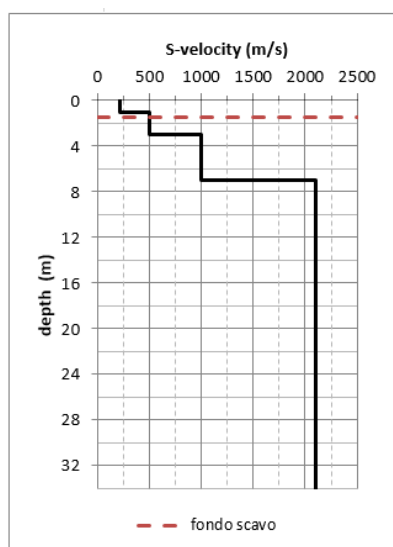


$V_{s30} = \text{m/s } 1210.67$

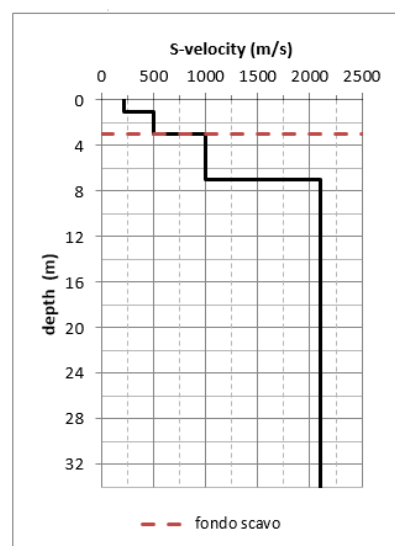


$V_{s30} = \text{m/s } 1248.45$

Fig.65 – Profilo V_{s30} medio Masw “M1D” a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

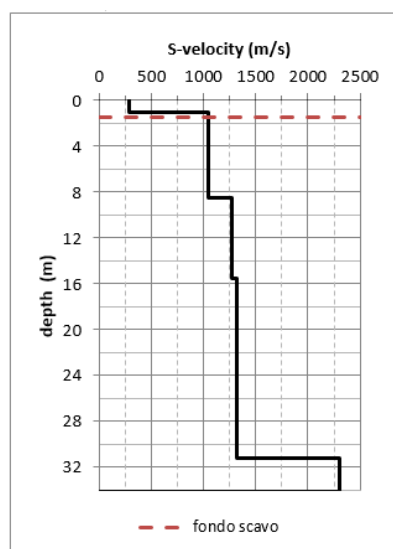


$V_{s30} = \text{m/s } 1425.34$

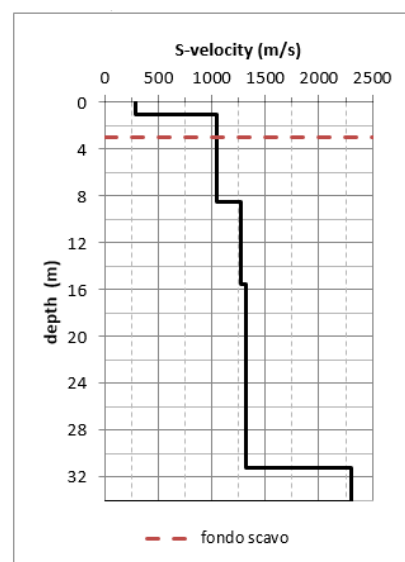


$V_{s30} = \text{m/s } 1598.98$

Fig.66 – Profilo V_{s30} medio Masw "M1E" a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.



$V_{s30} = \text{m/s } 1148.72$



$V_{s30} = \text{m/s } 1184.49$

Fig.67 – Profilo V_{s30} medio Masw "M1F" a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

8.1.6 Considerazioni conclusive e prescrizioni

Con riferimento alle N.T.A. dell'AdB Puglia si evidenzia che nell'area in oggetto non sono segnalate situazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica e non rientra tra le aree di rischio di cui gli art. 6 e 10 delle NTA del PAI.

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza della falda carsica profonda e dall'assenza di falde superficiali.

Litologicamente l'area è contraddistinta dalla presenza, sotto la copertura agraria/detritica ed a luoghi alluvionale, da un substrato roccioso caratterizzato, nelle porzioni più superficiali, da un maggiore grado di fratturazione/alterazione con inclusioni di terra rossa.

Dal punto di vista morfologico l'intera Area 1 non presenta criticità legate a fenomeni di instabilità in atto. Considerata comunque la natura carsica dei terreni di fondazione occorre ribadire che le maggiori insidie sono rappresentate dalla potenziale presenza di cavità volumetricamente significative e/o di consistenti sacche di terra rossa. Assume, dunque, importanza strategica la programmazione di indagini preventive a qualunque intervento atte a verificare l'eventuale esistenza di tali anomalie.

Le indagini eseguite hanno permesso di classificare il terreno di fondazione in Classe A; considerate anche le condizioni topografiche e litologiche è possibile escludere qualunque rischio di liquefazione e/o densificazione dei terreni e potenziali amplificazioni alla risposta sismica locale.

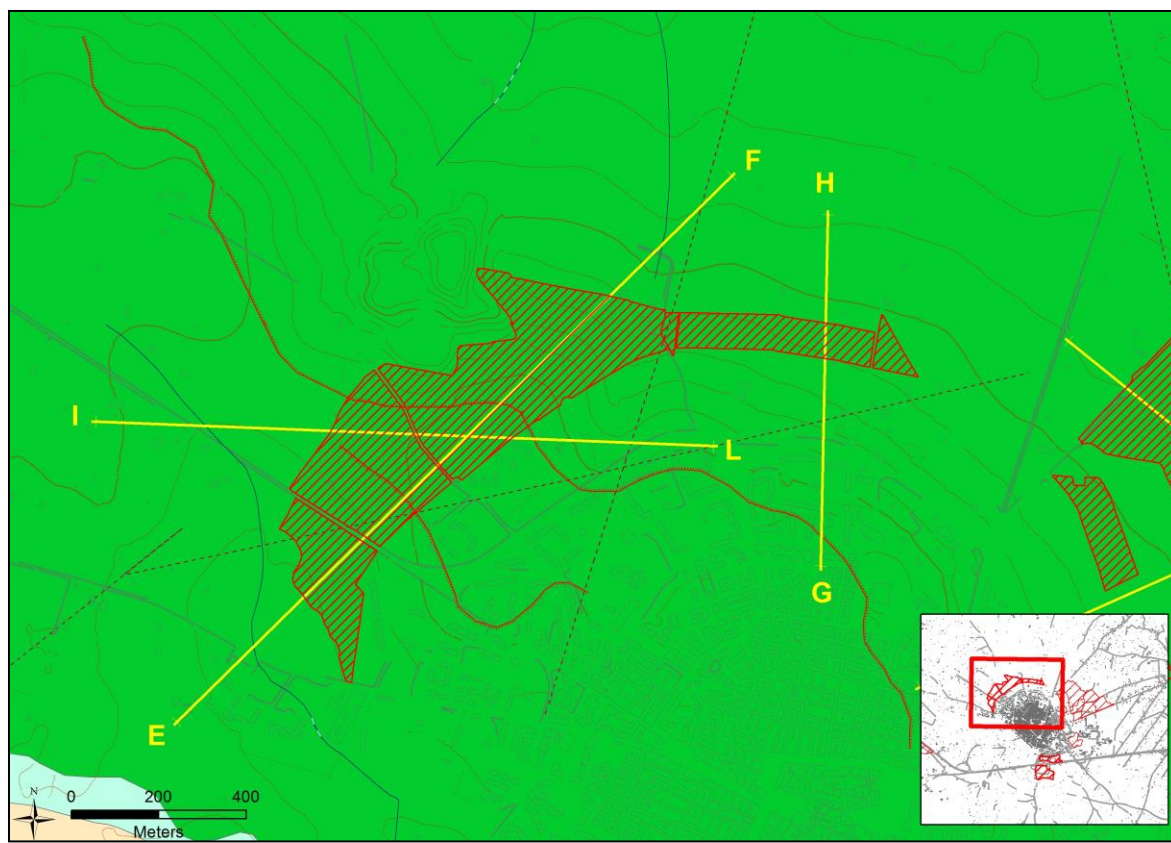
In previsione di nuovi interventi progettuali, il piano di sedime delle strutture di fondazione dovrà necessariamente essere localizzato sotto la copertura agraria/detritica ed alluvionale e comunque in corrispondenza degli strati rocciosi dotati di proprietà e caratteristiche geomeccaniche compatibili con le opere a realizzarsi.

Nella fase esecutiva di nuovi progetti, con la necessità di predisporre piani di sicurezza, dovranno essere studiate ed approfondite le problematiche concernenti l'esecuzione degli scavi di fondazione e la stabilità dei fronti di scavo. Dovrà infatti essere attentamente valutato lo stato di discontinuità dell'ammasso roccioso al fine di identificare puntualmente aree a pericolosità di crolli lungo le pareti dello scavo; per scavi in trincea a fronte verticale, di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti deve essere prevista un'armatura di sostegno delle pareti di scavo (D.M. 14.01.08)

E' necessario sottolineare che tutte le considerazioni riportate hanno carattere esclusivamente generale per l'intera Area 1, pertanto ogni nuovo intervento dovrà essere preliminarmente vagliato e progettato sulla base di ulteriori e mirate indagini geognostiche.



Fig.69 – Stralcio Ortofoto



Litologia del substrato

- Unità prevalentemente calcarea o dolomitica
- Unità a prevalente componente argillosa
- Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica
- Unità a prevalente componente arenitica
- Unità a prevalente componente ruditica
- Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile
- Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico
- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica
- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-gliosa

- Traccia di sezione geologica
- Area di nuova espansione urbana (in pianta)
- Area di nuova espansione urbana (in sezione)

Tettonica

- Faglia
- Faglia presunta
- Asse di anticlinale certo
- Asse di anticlinale presu.
- Asse di sinclinale certo
- Asse di sinclinale presunto
- Strati suborizzontali ($<10^\circ$)
- Strati poco inclinati ($10^\circ-45^\circ$)
- Strati molto inclinati ($45^\circ-80^\circ$)
- Strati rovesciati
- Strati contorti

FORME DI VERSANTE

- Orlo di scarpata delimitante forme semispianate
- Cresta affilata
- Cresta smussata
- Asse di dislivello

FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA

- Ripa di erosione

Fig. 70: Stralcio della Carta Idro-geomorfologica della Regione Puglia con ubicazione dell'Area 2 e traccia delle sezioni geologiche.

Dal punto di vista morfologico, l'Area 2 si sviluppa trasversalmente al rilievo su cui è impostato il centro abitato di Ruvo di Puglia (fig. 70): l'area 2 è infatti attraversata da due orli di terrazzo che segnano i limiti nord-orientale e sud-occidentale di detto rilievo, entrambi ubicati nei pressi del raccordo tra la SP2 (Ruvo-Corato) e l'Estramurale Nord. Inoltre, immediatamente a nord dell'area 2 si delinea parte del reticolo che alimenta, più a nord, la "Lama dell'Aglio", che attraversa i territori comunali di Molfetta e di Bisceglie.

Un'ulteriore elemento morfologico di rilievo, seppur di natura antropica, è rappresentato dalla presenza della Cava Columella, ad oggi ancora parzialmente attiva, che si sviluppa immediatamente a Nord dei terreni in esame confinando con gli stessi per circa 600 metri.

In fase di progettazione sarà indispensabile predisporre adeguate verifiche di stabilità dei fronti di scavo secondo quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 [Norma Tecniche per le Costruzioni, paragrafo 6.8] e dalla Circolare n° 617 del 2/2/2009 [Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 ai paragrafi C 6.8] al fine di definire una appropriata fascia di sicurezza lungo tutto il ciglio di scarpata determinatosi dalle pregresse attività estrattive in funzione dei cunei di rottura e/o piani di scivolamento dei fronti di scavo.

Dal punto di vista geologico, l'area 2 si attesta sui calcari detritici, blandamente deformati, appartenenti alla Formazione del Calcere di Bari (Turoniano – Barremiano).

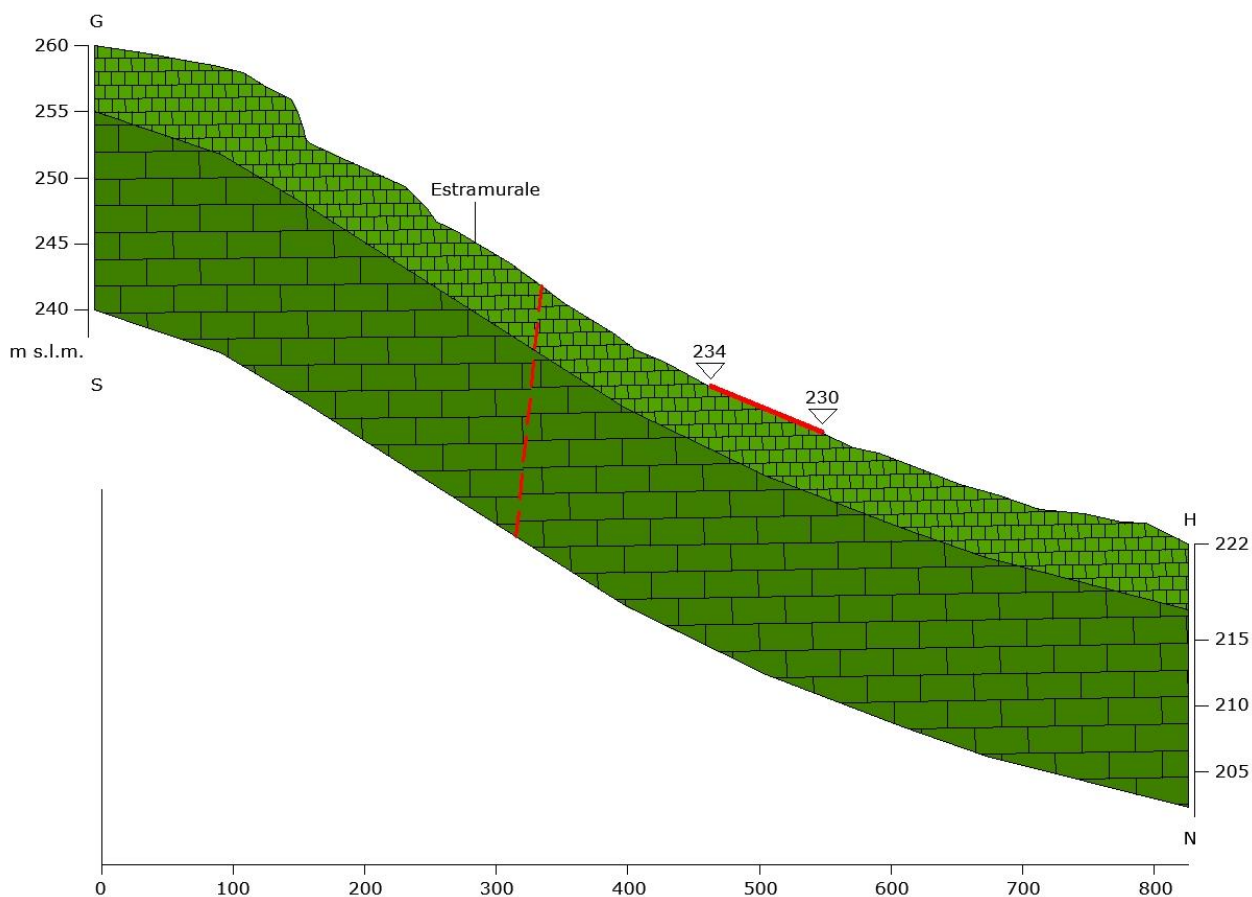


Fig. 71: Sezione geologica G-H

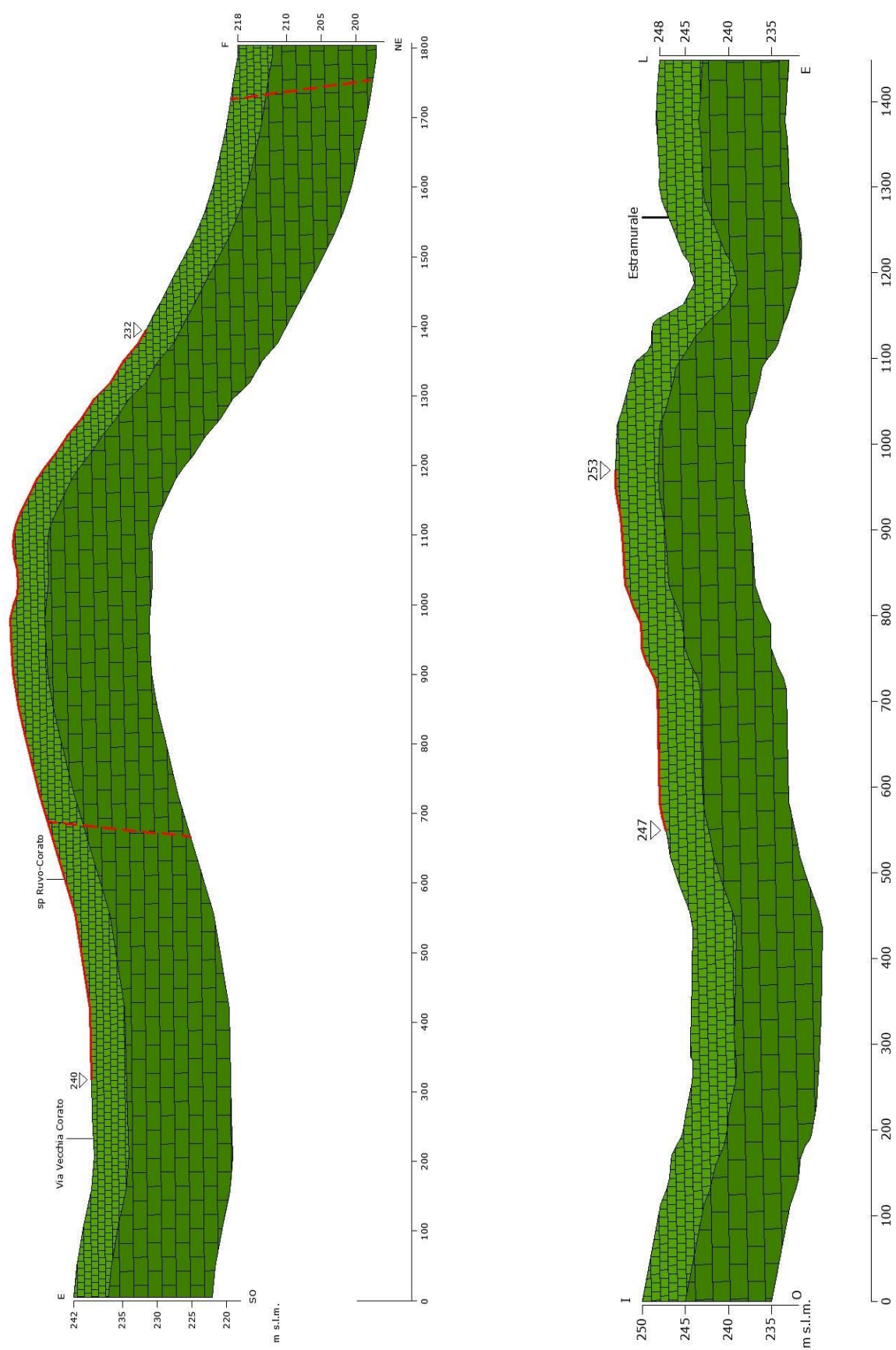
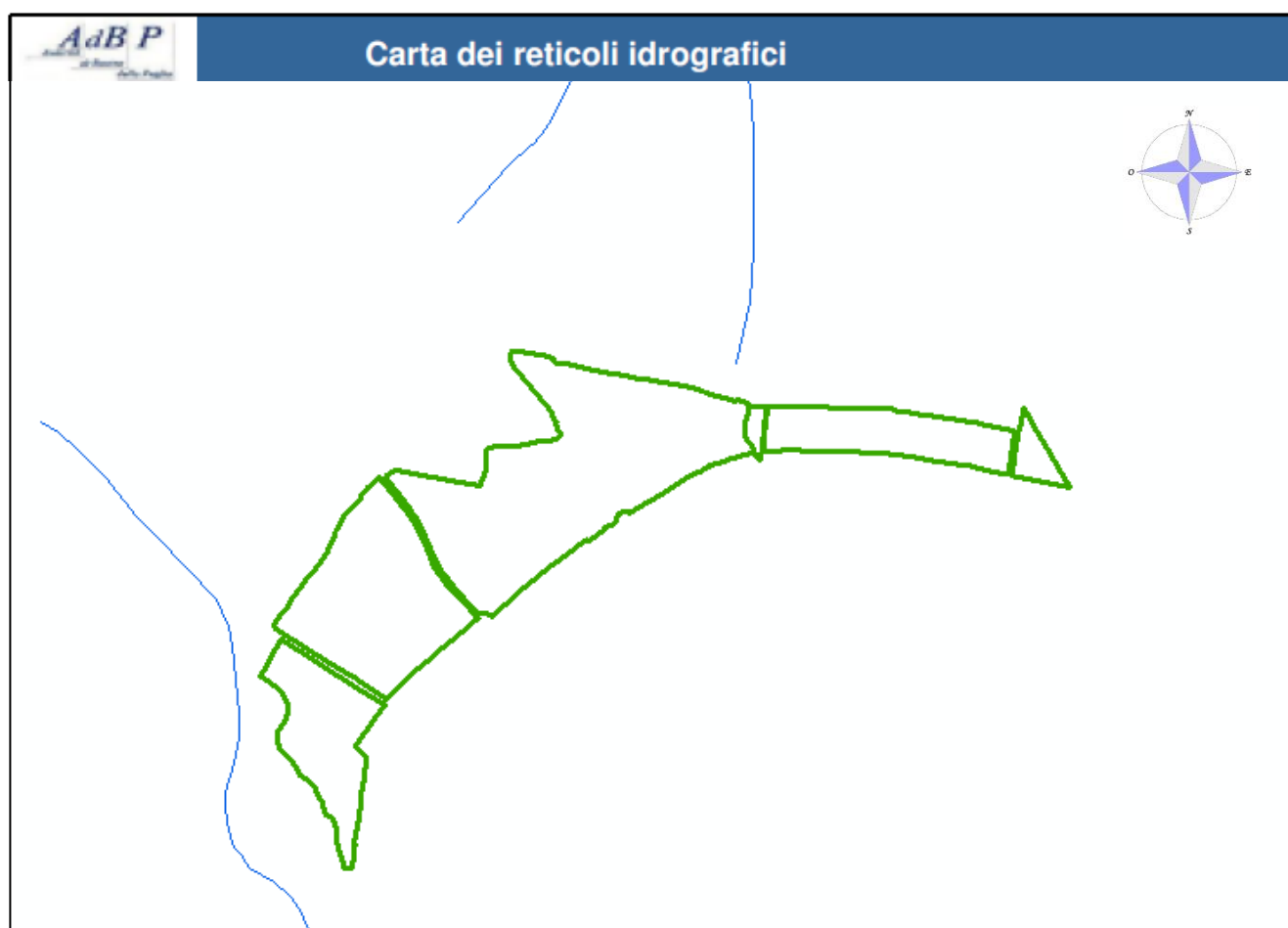


Fig. 72: Sezioni geologiche E-F, I-L

8.2.2 Compatibilità con il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia

Con riferimento alle Norme Tecniche di Attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico, approvato con Delibera Regionale n.39 del 30 novembre 2005, l'Area 2 non ricade in area a pericolosità idraulica e a rischio geomorfologico [Carta di Rischio e della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica aggiornata al 01/06/2015].

L'area in oggetto non è inoltre interessata da reticoli idrografici e non rientra tra le aree di rischio di cui gli art. 6 e 10 delle NTA del PAI [Carta Idrogeomorfologica aggiornata al 09.06.2015]



Forme ed elementi legati all'idrografia superficiale

Corsi di acqua

 Corso d'acqua

 Corso d'acqua obliterato

 Corso d'acqua episodico

 Corso d'acqua tombato

Fig. 73: Stralcio Carta dei Reticoli Idrografici (AdB Puglia)

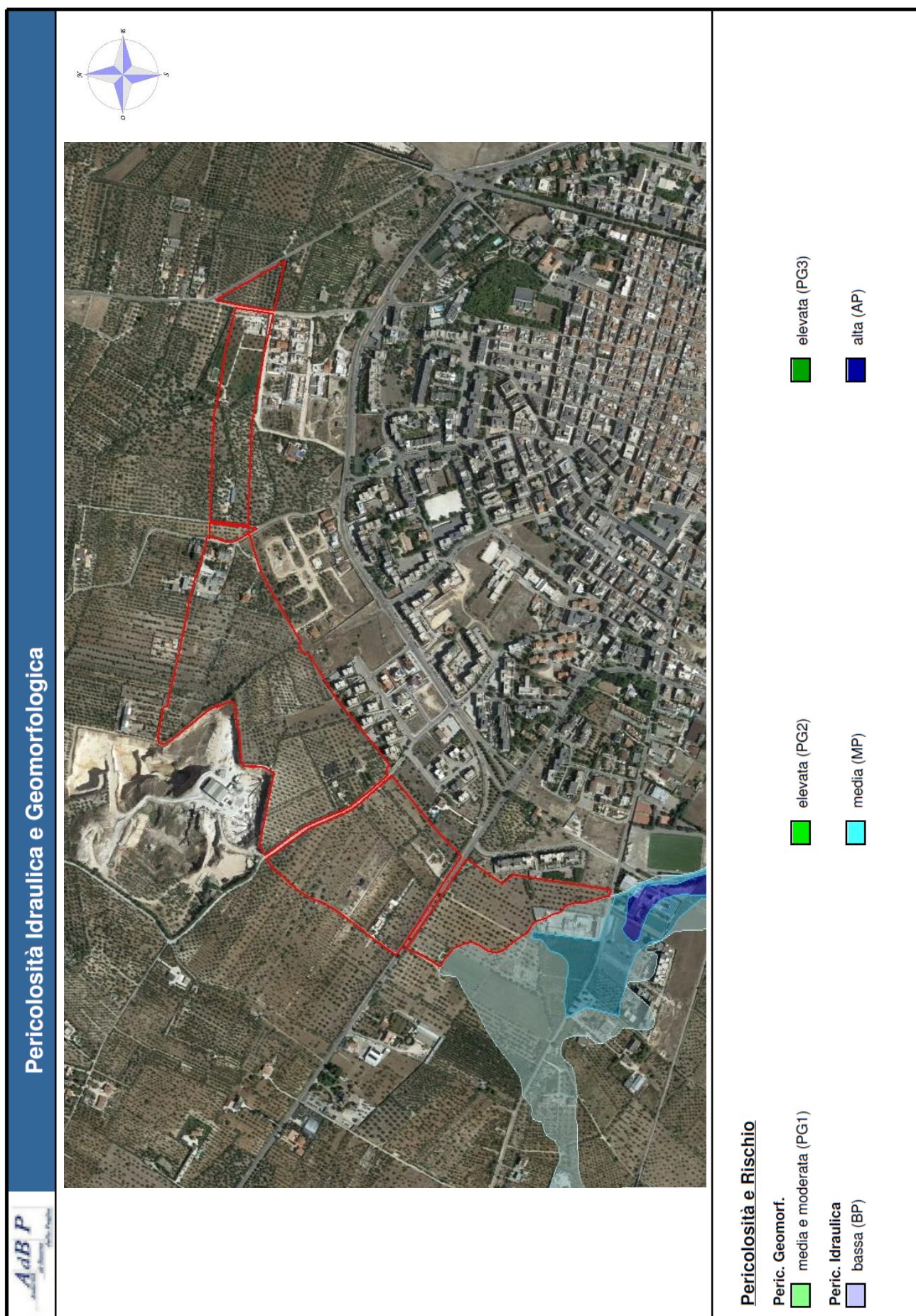


Fig. 74: Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica (AdB Puglia)

8.2.3 Indagini geognostiche

La litostratigrafia e le caratteristiche geomeccaniche sono state ricostruite sulla base dei dati rivenienti da 12 prospezioni geofisiche, tipo sismica a rifrazione e 6 indagini Masw eseguite dallo scrivente in occasione di precedenti studi ed ubicate come da stralcio planimetrico di fig.75

Nel complesso i risultati ottenuti hanno permesso di ricostruire il seguente assetto litostratigrafico:

- depositi di copertura: presenta uno spessore medio di circa 1 m; le velocità delle onde sismiche risultano comprese in un range variabile tra 300 e 400 m/sec; la facies di riferimento è quella del terreno vegetale poco addensato;
- calcari: rappresentano il bed-rock della successione stratigrafica, trattasi di una successione di strati calcarei caratterizzati nelle porzioni più superficiali da un maggiore grado di fratturazione/alterazione che tende a diminuire con la profondità; in generale gli strati a maggiore fratturazione presentano uno spessore variabile tra 1.0 e 7.0 m e valori delle velocità delle onde P comprese tra 1000 e 1400 m/sec con locali scadimenti a circa 800 m/sec in corrispondenza di zone ad elevata alterazione; gli strati calcarei a medio-basso grado di fratturazione sono localizzati ad una profondità rispetto al p.c compresa tra 1 e 10 m con velocità delle onde P comprese tra 1500 e 3000 m/sec.
Al di sotto di tali livelli i calcari presentano un basso grado di fratturazione e sono caratterizzati da valori medi delle velocità delle onde P di circa 3200 m/sec che tendono progressivamente ad aumentare con la profondità.

In prossimità dell'Area 2, in sede di redazione del P.R.G.C., sono state realizzate inoltre 4 trivellazioni a carotaggio continuo le cui stratigrafie sono di seguito allegate. I quattro sondaggi sono stati eseguiti fino a 10 m di profondità ed hanno evidenziato, al di sotto di una modesta copertura agraria, un basamento calcareo e calcareo-dolomitico in strati e banchi di spessore variabile con colore dal bianco al grigio. A luoghi sono stati intercettati sottili livelletti di terra rossa, mentre il grado di fratturazione risulta in generale diminuzione con la profondità.

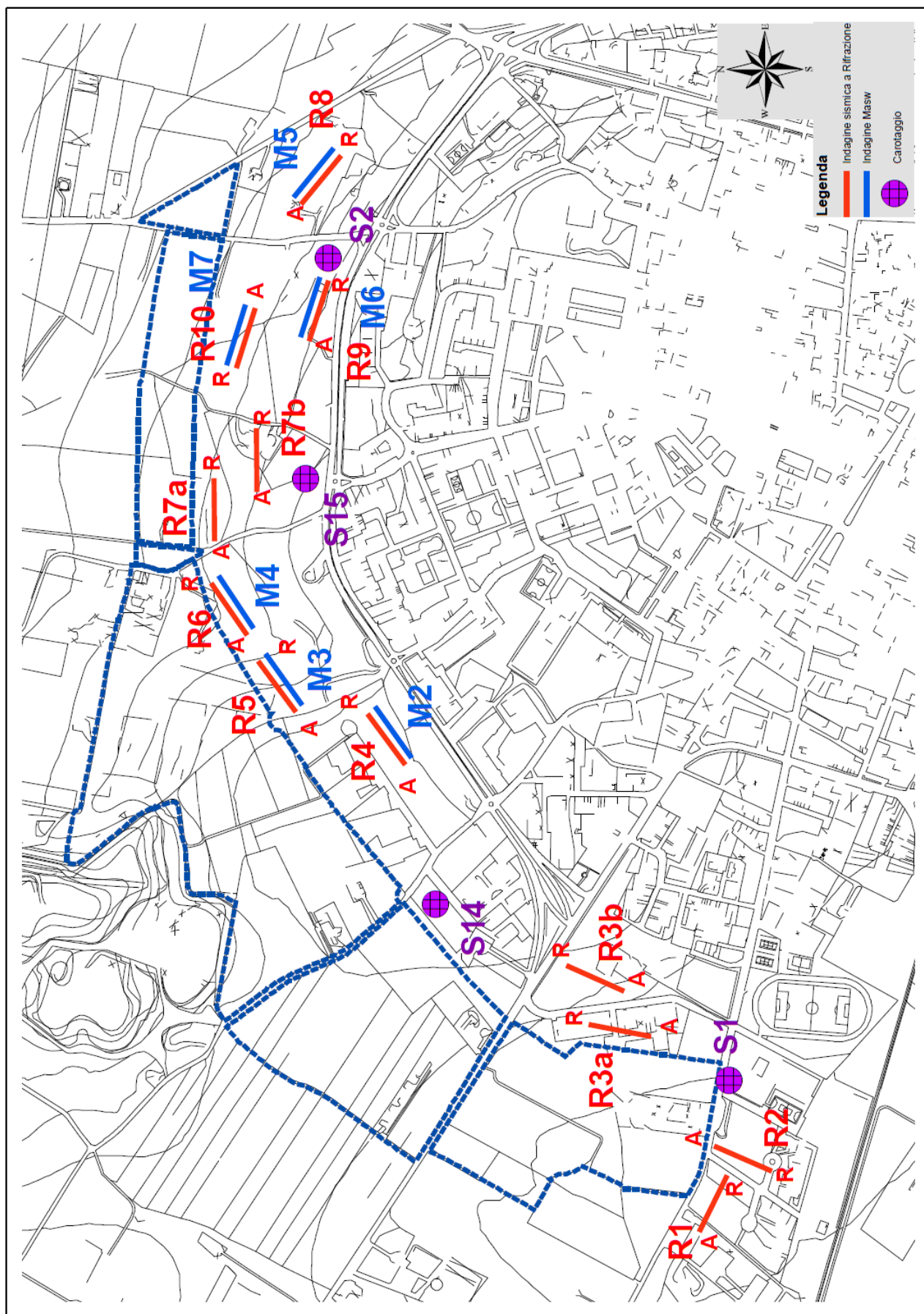


Fig.75 – Stralcio planimetrico "Area 2" con ubicazione delle indagini geognostiche

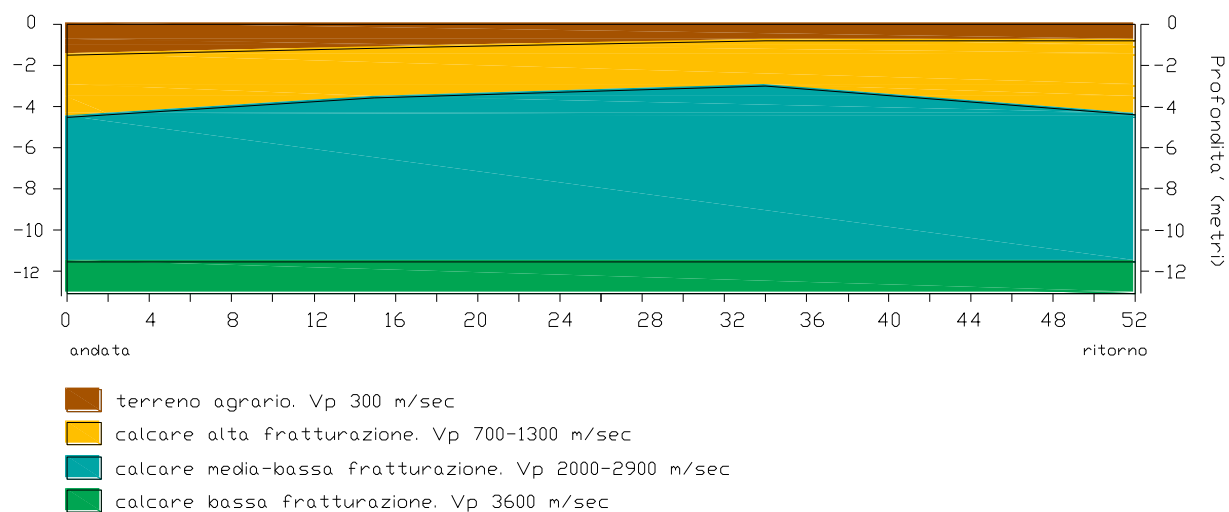


Fig.76 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R1"

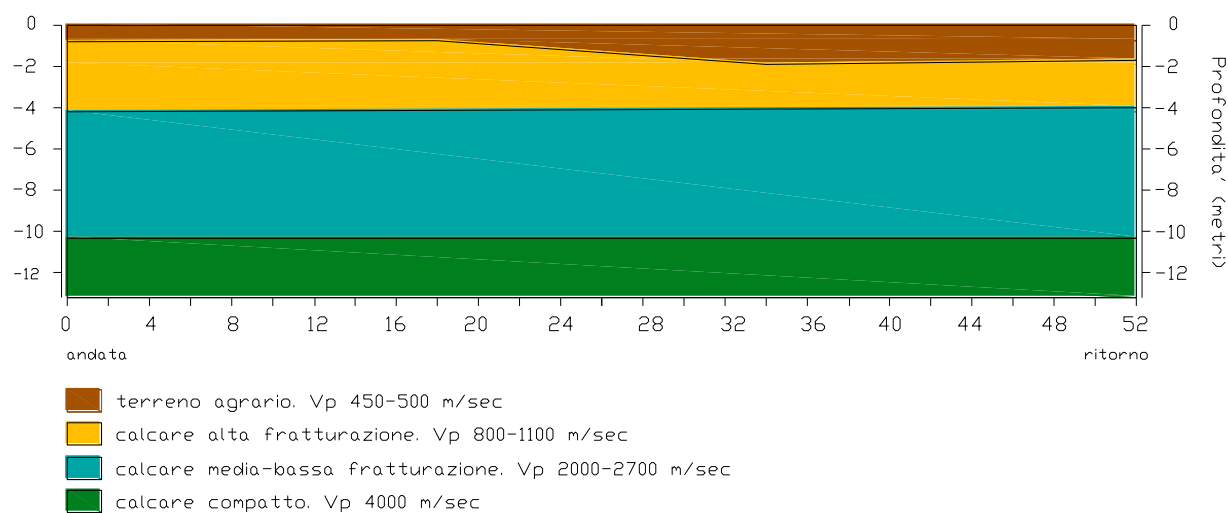
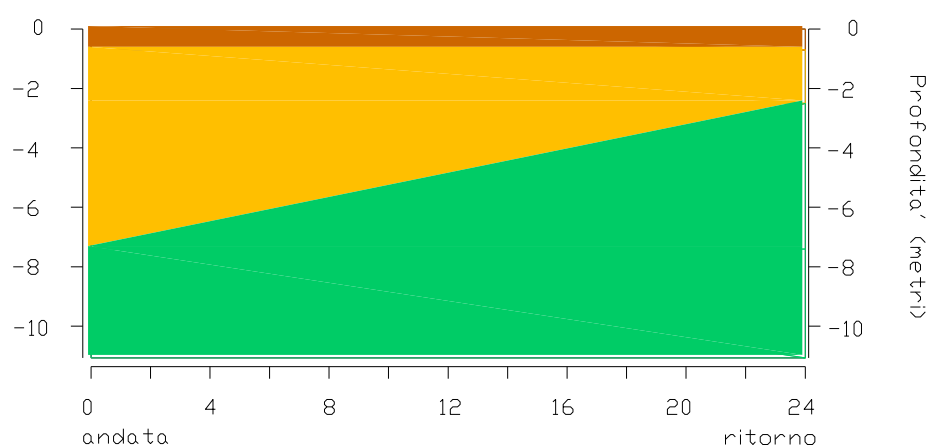
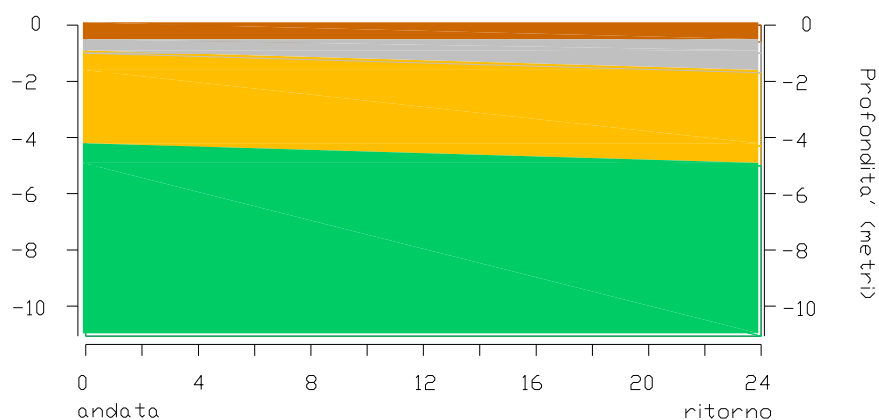


Fig.77 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R2"



- terreno agrario. Vp 250-300 m/sec
- calcare alta fratturazione. Vp 1000-1300 m/sec
- calcare media-bassa fratturazione. Vp 2000-2200 m/sec

Fig.78 – Sezione sismostratigrafica base sismica “R3a”



- terreno agrario. Vp 250-300 m/sec
- riporto. Vp 700 m/sec
- calcare alta fratturazione. Vp 1000-1300 m/sec
- calcare media-bassa fratturazione. Vp 2000-2200 m/sec

Fig.79 – Sezione sismostratigrafica base sismica “R3b”

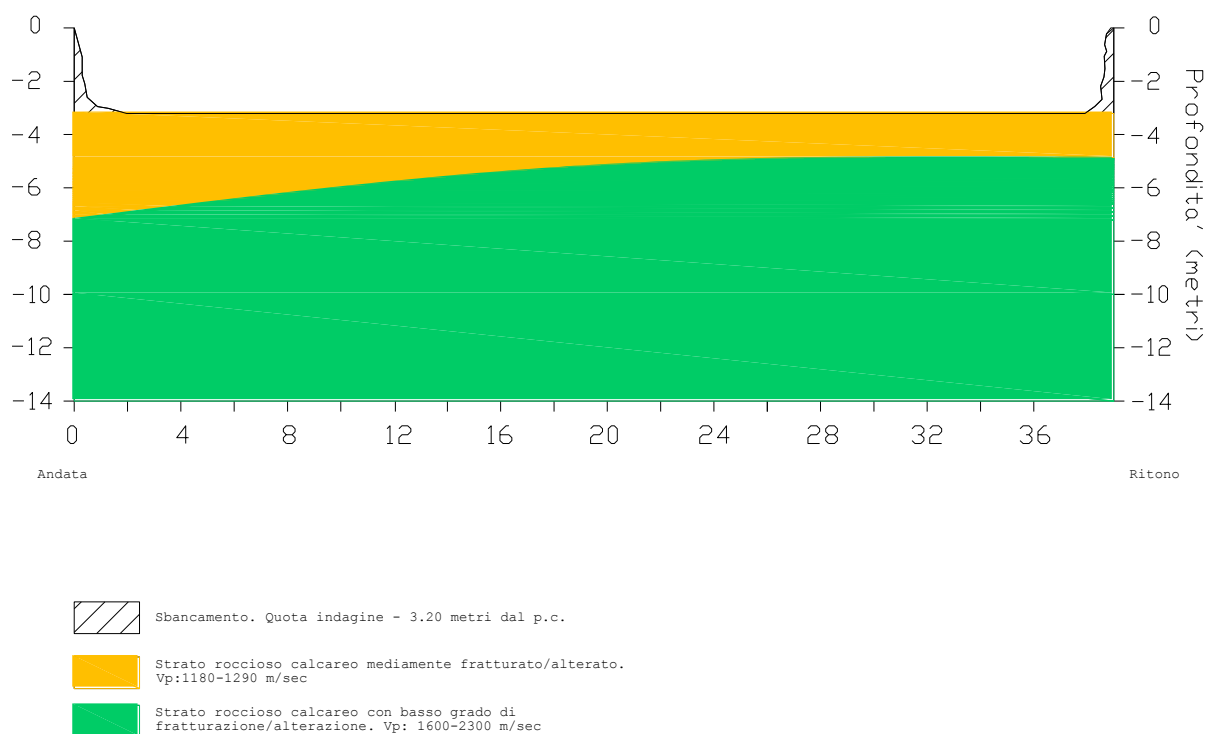


Fig.80 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R4"

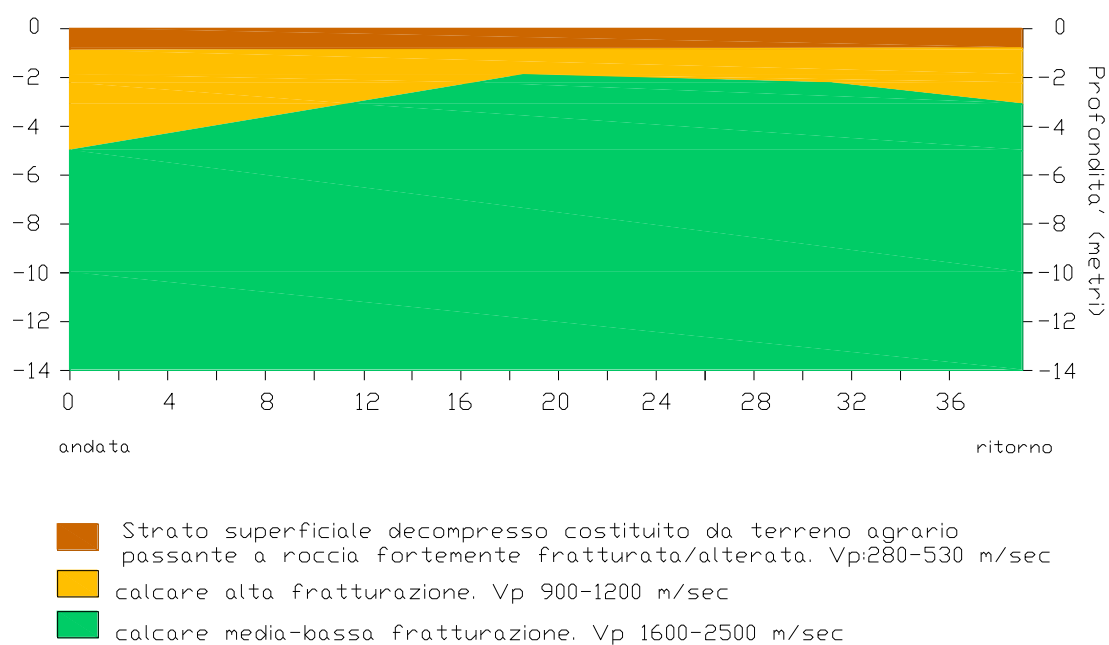


Fig.81 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R5"

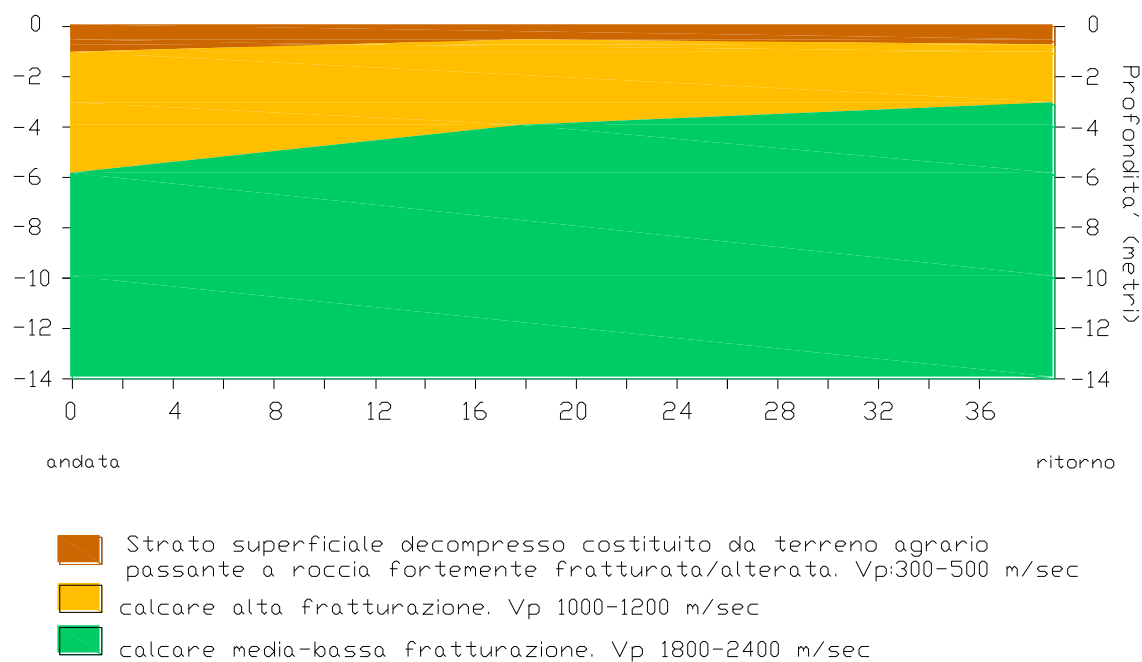


Fig.82 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R6"

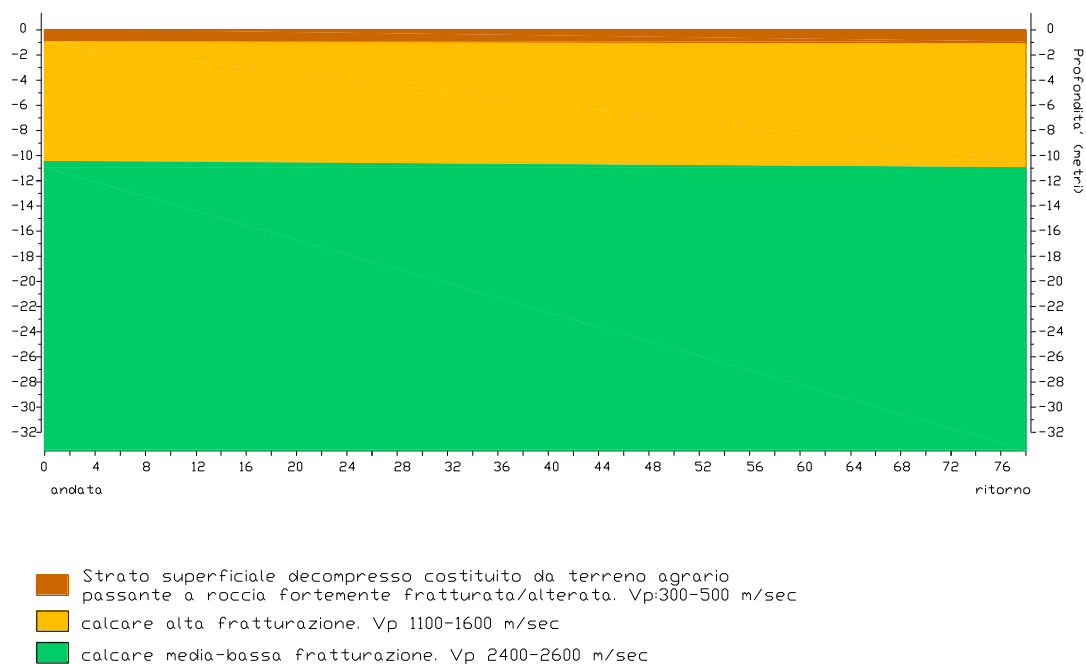


Fig.83 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R7a"

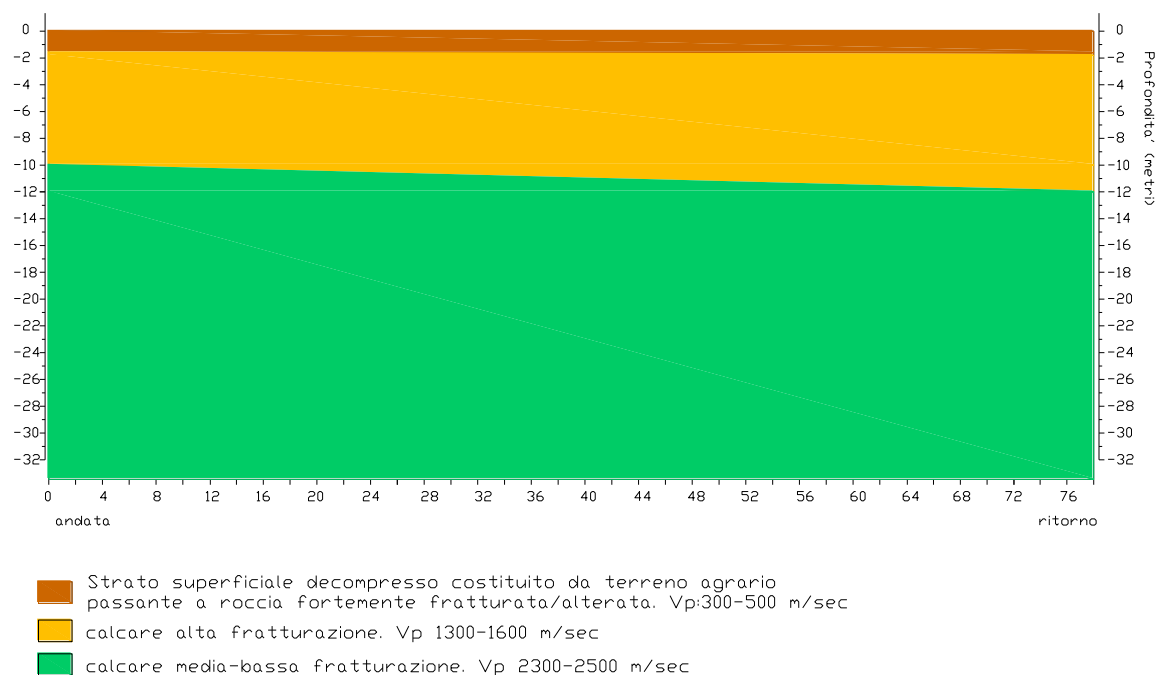


Fig.84 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R7b"

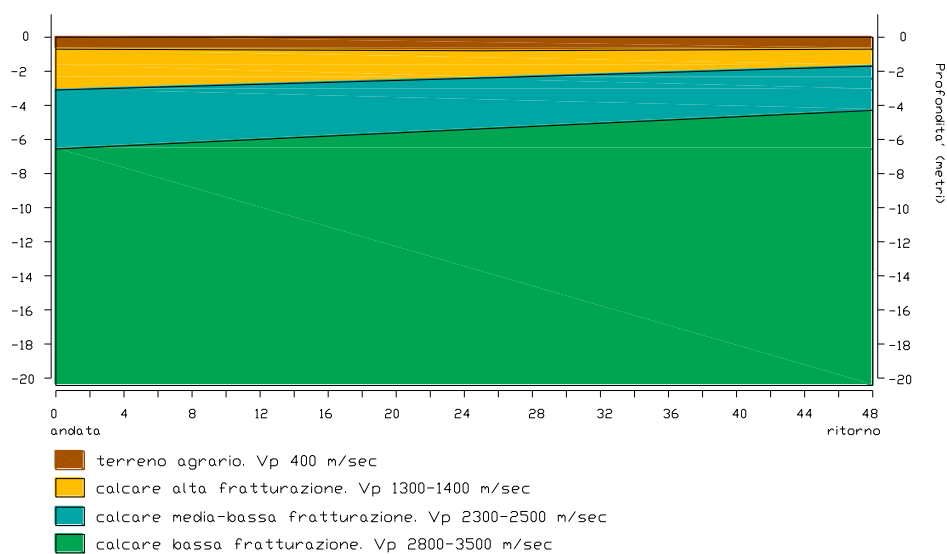


Fig.85 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R8"

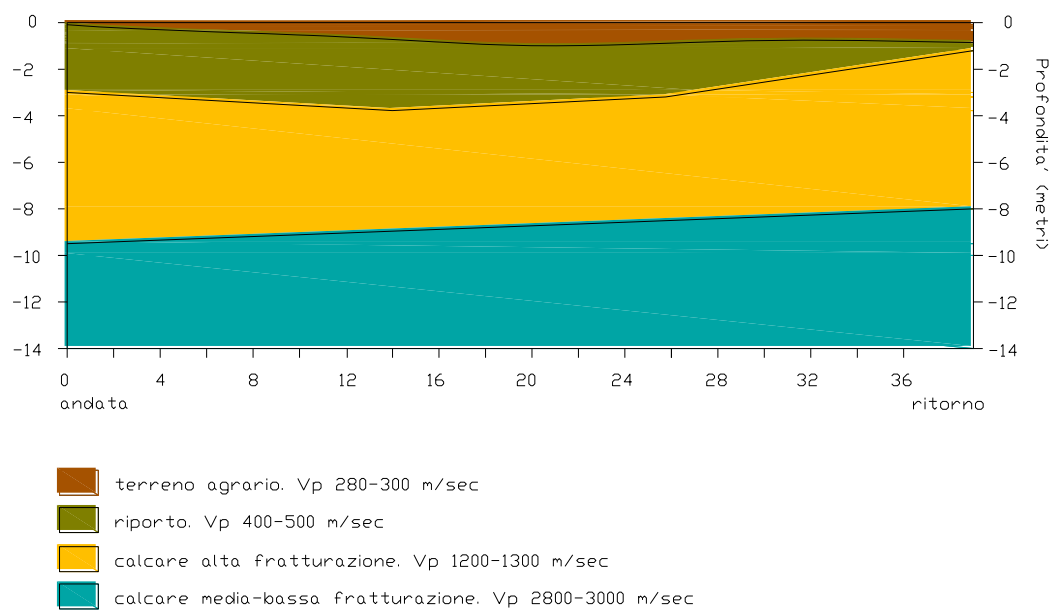


Fig.86 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R9"

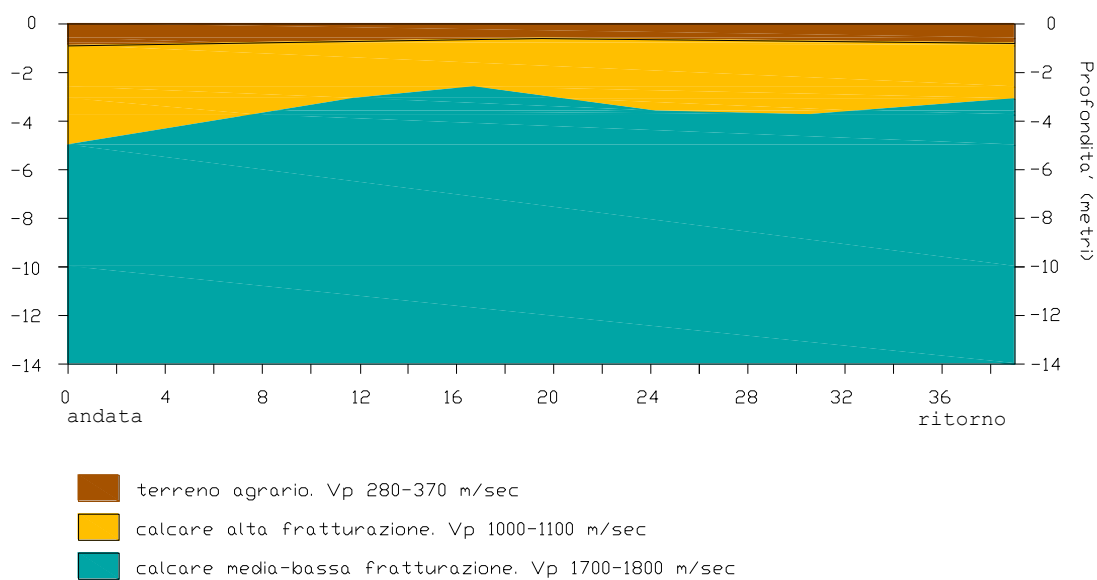


Fig.87 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R10"

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Committente	Comune di Ruvo di Puglia			
Località	Via Alessandro Volta	Sondaggio N°	S1	
Profondità Sondaggio	10	[m]	Metodo di perforazione	Rotazione
Prof. falda dal piano campagna	ASSENTE	[m]	φ di perforazione	100 Quota 239 s.l.m

Stratigrafia	Falda	Descrizione	Spessore
0		Terreno agrario	0.3 mt
1		Calcarei e calcari dolomitici in strati e banchi di spessore variabile. Colore da bianco a grigio. Presenza di livelli intensamente fratturati con locali inclusioni di terra rossa.	2.70 mt
2			
3			
4		Calcarei e calcari dolomitici in strati e banchi di spessore variabile. Colore bianco-grigio. Grado di fratturazione in generale diminuzione con la profondità.	
5			
6			
7			
8			
9			
10		FONDO FORO	

Fig.88 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico "S1".
(fonte dati P.R.G.C.-Ruvo di Puglia)

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Committente	Comune di Ruvo di Puglia						
Località	Estramurale Nord				Sondaggio N°	S2	
Profondità Sondaggio	10	[m]	Metodo di perforazione		Rotazione		
Prof. falda dal piano campagna	ASSENTE	[m]	Ø di perforazione	100	Quota	254	s.l.m

Stratigrafia	Falda	Descrizione	Spessore
0		Terreno agrario	0.1 mt
1			
2			
3			
4			9.90 mt
5		Alternanza di strati calcarei e calcareo dolomitici da poco a mediamente fratturati. Colore bianco-grigio	
6			
7			
8			
9			
10		FONDO FORO	

Fig.89 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico "S2".
(fonte dati P.R.G.C._Ruvo di Puglia)

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Committente	Comune di Ruvo di Puglia				
Località	Estramurale nord			Sondaggio N°	S14
Profondità Sondaggio	10	[m]	Metodo di perforazione	Rotazione	
Prof. falda dal piano campagna	ASSENTE	[m]	φ di perforazione	100	Quota 253 s.l.m

Stratigrafia	Falda	Descrizione	Spessore
0		Terreno agrario	0.2 mt
1		Calcarei e calcari dolomitici, micritici, cristallini, a luoghi fortemente tenaci e compatti; aumento della fratturazione nelle parti superficiali e più profonde.	4.20 mt
2			
3			
4			
5		Terra rossa	0.10 mt
6		Calcarei meno fratturati.	1.50 mt
7		Terra rossa	0.10 mt
8		Calcarei poco fratturati	> 10.00 mt
9			
10		FONDO FORO	

Fig.90 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico “S14”.
(fonte dati P.R.G.C._Ruvo di Puglia)

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Committente	Comune di Ruvo di Puglia				
Località	Estramurale nord		Sondaggio N°	S15	
Profondità Sondaggio	10	[m]	Metodo di perforazione	Rotazione	
Prof. falda dal piano campagna	ASSENTE	[m]	φ di perforazione	100	Quota 250 s.l.m

Stratigrafia	Falda	Descrizione	Spessore
0		Terreno agrario	0.6 mt
1		Calcarei e calcari dolomitici, micritici, cristallini, a luoghi fortemente tenaci e compatti; aumento della fratturazione in profondità	3.40 mt
2			
3			
4		Calcarei poco fratturati	1.40 mt
5			
		Terra rossa	0.10 mt
6		Calcarei poco fratturati	> 10.00 mt
7			
8			
9			
10		FONDO FORO	

Fig.91 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico "S15".
(fonte dati P.R.G.C._Ruvo di Puglia)

8.2.4 Parametri geotecnici

I dati provenienti dal rilievo geofisico sono stati elaborati secondo le teorie 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.

I valori di velocità delle onde sismiche misurati in sito correlati 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. Per le teorie e le classificazioni adottate si rimanda alla nota teorica di pag.79

I parametri derivati risultano verificati nel complesso struttura/terreno cui si riferiscono e risultano associati ad un volume significativo di suolo che, localmente, può presentare caratteri differenti dai valori proposti.

<i>Litologia</i>		calcare		
<i>fratturazione/alterazione</i>		alta	medio-bassa	bassa
Parametri sismici				
velocità onde P	m/s	1000 - 1400	1500 - 3000	3200 - 3400
velocità onde S	m/s	468 - 673	721 - 1632	1769 - 1908
mod. dinamico Young Ed	Mpa	1190 - 2687	3225 - 17861	20832 - 24060
Parametri elasto-meccanici				
densità in sito γ	g/cm ³	2 - 2.2	2.3 - 2.6	2.6 - 2.6
mod. statico di Young Es	Kg/cm ²	1214 - 2448	3053 - 19506	22845 - 26473
modulo di taglio G	MPa	438 - 995	1195 - 6923	8137 - 9472
modulo di Poisson μ		0.36 - 0.35	0.35 - 0.29	0.28 - 0.27
rottura monoassiale in lab.	Kg/cm ²	450 - 500	500 - 700	750 - 750
RQD	%	27 - 35	37 - 65	68 - 70
coesione calcari	t/m ²	14 - 19	20 - 31	32 - 33
indice RMR		38 - 52	55 - 85	88 - 90

8.2.5 Microzonazione sismica

Con riferimento alle norme tecniche sulle costruzioni in zona sismica (D.M. 14 gennaio 2008), l'area oggetto di studio ricade nel territorio comunale di Ruvo di Puglia (BA) classificata come zona sismica di bassa categoria ($Z=3$). A tal riguardo, sempre nel rispetto del D.M. 14 gennaio 2008, si riportano le risultanze di 6 indagini sismiche con procedura MASW per la determinazione del V_{s30} e relativa individuazione della categoria di sottosuolo. Il calcolo è stato eseguito a profondità di 1,5 m e 3,0 m dal piano campagna al fine di poter rapportare il dato ottenuto a esigenze prettamente ingegneristiche.

In allegato alla presente relazione si riportano parametri, coefficienti sismici e spettri di risposta elastica del terreno, determinati in corrispondenza delle indagini Masw e relativi ad interventi edilizi ricadenti in Classe d'uso II.

Per la teoria di calcolo, con metodologia MASW, si rimanda alla nota teorica di pag.79.

A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m</i>	$V_{s30} > 800$ m/s	1.0
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$360 < V_{s30} \leq 800$ m/s	1.0-1.2
C	<i>Depositi 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_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$180 < V_{s30} \leq 360$ m/s	1.0-1.5
D	<i>Depositi 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_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$V_{s30} \leq 180$ m/s	0.9-1.8
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)</i>	$180 < V_{s30} \leq 360$ m/s $V_{s30} \leq 180$ m/s	1.0-1.6
S1	<i>Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u30} < 20$ 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</i>	$V_{s30} < 100$ m/s	Specifiche analisi
S2	<i>Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti</i>	-	Specifiche analisi

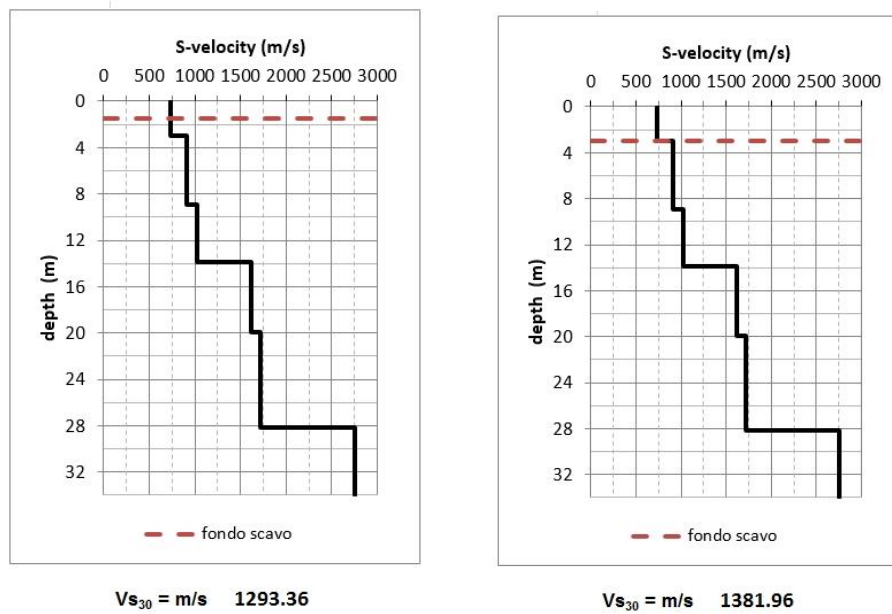


Fig.92 – Profilo V_{s30} medio Masw "M2" a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

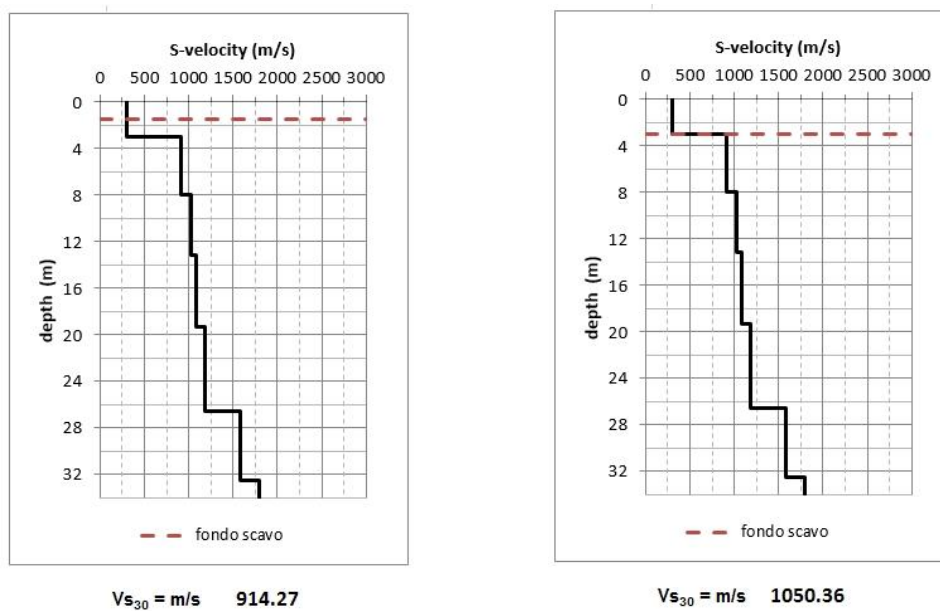
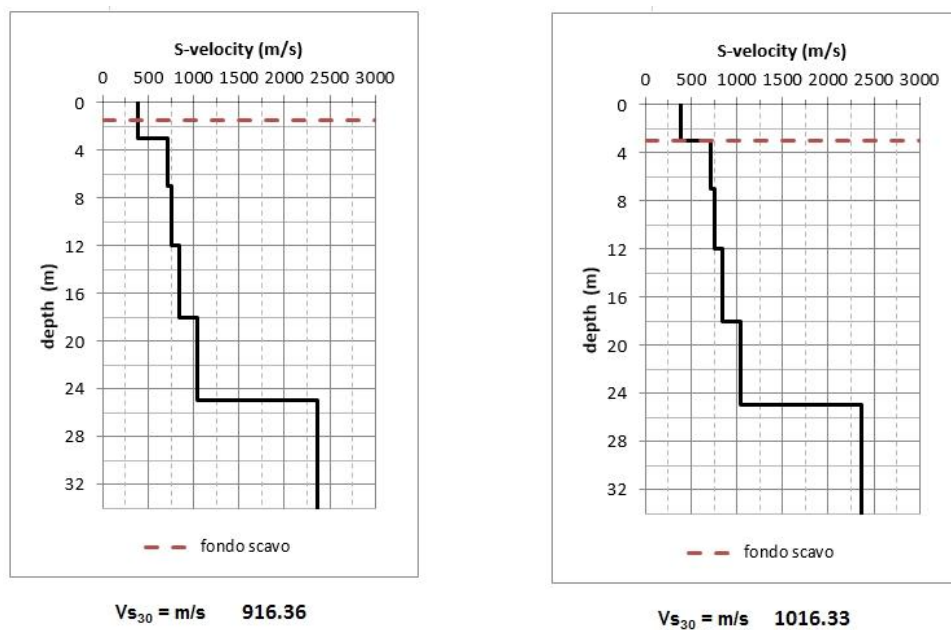
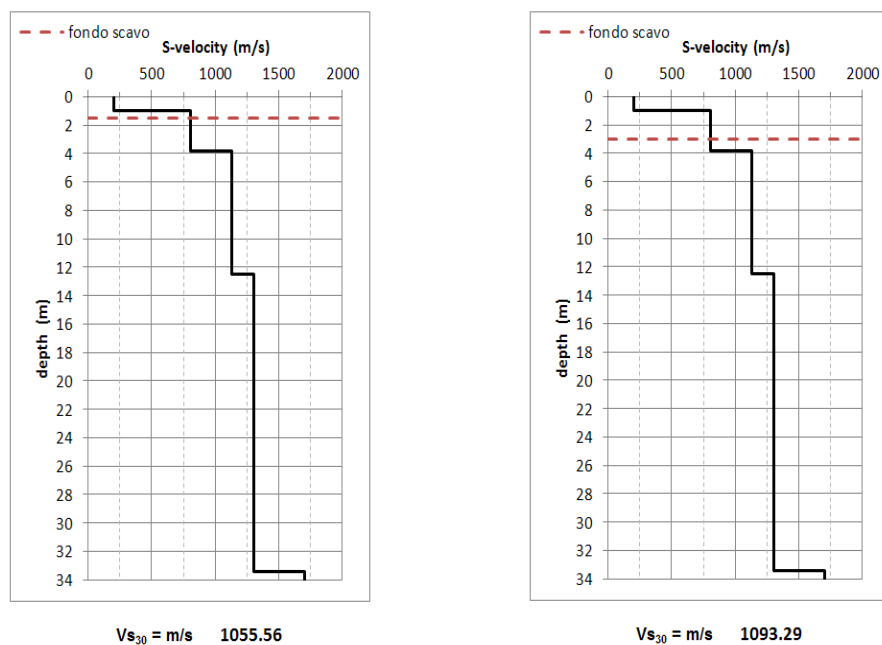


Fig.93 – Profilo V_{s30} medio Masw "M3" a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

Fig.94 – Profilo V_{s30} medio Masw “M4” a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.Fig.95 – Profilo V_{s30} medio Masw “M5” a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

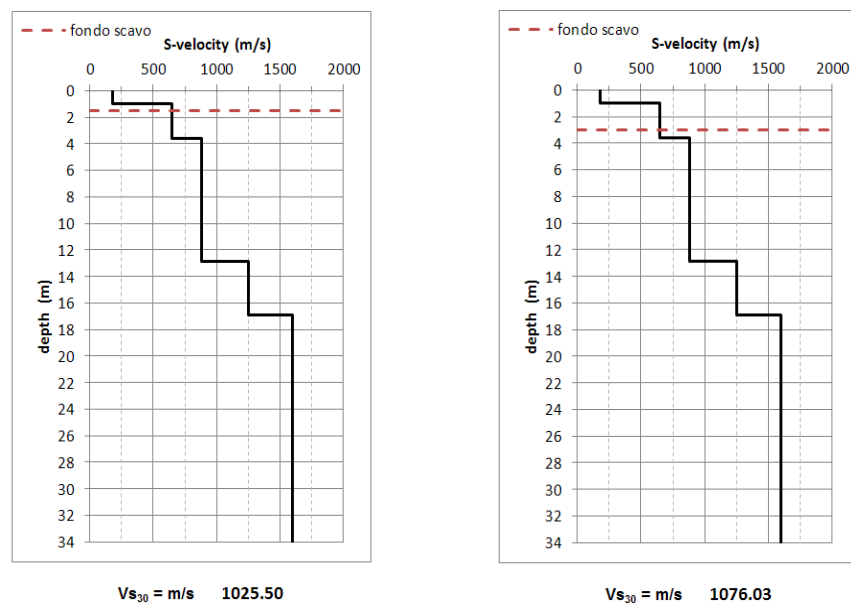


Fig.96 – Profilo V_{s30} medio Masw “M6” a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

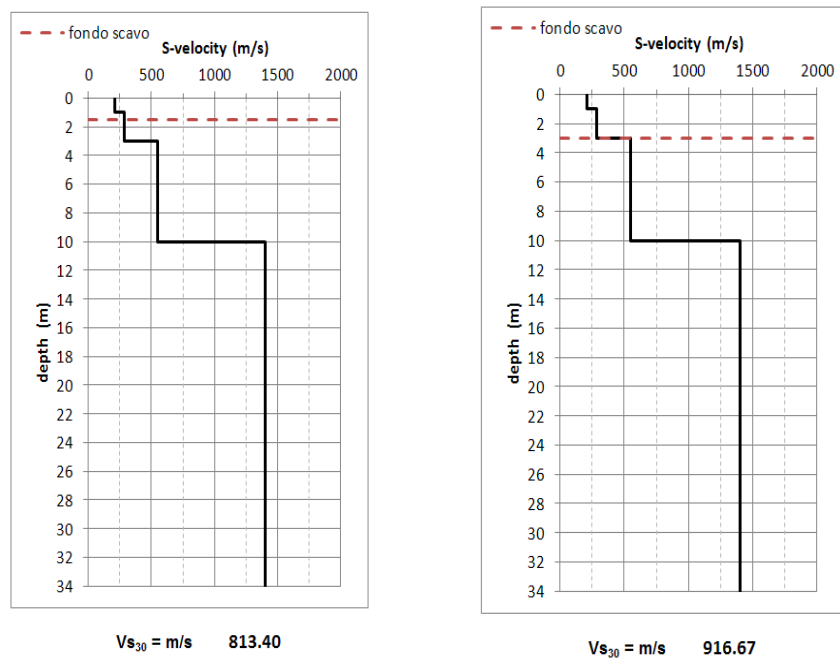


Fig.97 – Profilo V_{s30} medio Masw “M7” a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

8.2.6 Considerazioni conclusive e prescrizioni

Con riferimento alle N.T.A. dell'AdB Puglia si evidenzia che nell'area in oggetto non sono segnalate situazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica e non rientra tra le aree di rischio di cui gli art. 6 e 10 delle NTA del PAI.

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza della falda carsica profonda e dall'assenza di falde superficiali.

Litologicamente l'area è contraddistinta dalla presenza, sotto la copertura agraria/detritica, da un substrato roccioso caratterizzato, nelle porzioni più superficiali, da un maggiore grado di fratturazione/alterazione con inclusioni di terra rossa.

Dal punto di vista morfologico l'intera Area 2 non presenta criticità legate a fenomeni di instabilità in atto.

Fenomeni invece di potenziale instabilità si potrebbero generare in corrispondenza del ciglio di scarpata antropica determinatosi dalle pregresse attività estrattive dell'adiacente Cava Columella. In fase di progettazione sarà indispensabile predisporre adeguate verifiche di stabilità dei fronti di scavo secondo quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 [Norma Tecniche per le Costruzioni, paragrafo 6.8] e dalla Circolare n° 617 del 2/2/2009 [Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 ai paragrafi C 6.8] al fine di definire una appropriata fascia di sicurezza lungo tutto il ciglio di scarpata in funzione dei cunei di rottura e/o piani di scivolamento dei fronti di scavo.

Considerata inoltre la natura carsica dei terreni di fondazione occorre ribadire che le maggiori insidie sono rappresentate dalla potenziale presenza di cavità volumetricamente significative e/o di consistenti sacche di terra rossa. Assume, dunque, importanza strategica la programmazione di indagini preventive a qualunque intervento atte a verificare l'eventuale esistenza di tali anomalie.

Le indagini eseguite hanno permesso di classificare il terreno di fondazione in Classe A; considerate anche le condizioni topografiche e litologiche è possibile escludere qualunque rischio di liquefazione e/o densificazione dei terreni e potenziali amplificazioni alla risposta sismica locale.

In previsione di nuovi interventi progettuali, il piano di sedime delle strutture di fondazione dovrà necessariamente essere localizzato sotto la copertura agraria/detritica e comunque in corrispondenza degli strati rocciosi dotati di proprietà e caratteristiche geomeccaniche compatibili con le opere a realizzarsi.

Nella fase esecutiva di nuovi progetti, con la necessità di predisporre piani di sicurezza, dovranno essere studiate ed approfondite le problematiche concernenti l'esecuzione degli scavi di fondazione e la stabilità dei fronti di scavo. Dovrà infatti essere attentamente valutato lo stato di discontinuità dell'ammasso roccioso al fine di identificare puntualmente aree a pericolosità di crolli lungo le pareti dello scavo; per scavi in trincea a fronte verticale, di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in

prossimità di manufatti esistenti deve essere prevista un'armatura di sostegno delle pareti di scavo (D.M. 14.01.08)

E' necessario sottolineare che tutte le considerazioni riportate hanno carattere esclusivamente generale per l'intera Area 2, pertanto ogni nuovo intervento dovrà essere preliminarmente vagliato e progettato sulla base di ulteriori e mirate indagini geognostiche.

8.3 Area 3

8.3.1 Caratteri locali

L'Area 3, ubicata a NordEst del centro abitato, copre una superficie di circa 66 Ha e si estende fino ai margini comunali di Terlizzi.

Ricade nella Tavoletta IGM F° 177 III NO "Ruvo di Puglia", tra gli elementi 437061 "Villa Fenicia" e 437073 "Parco Comunale" della Carta Tecnica Regionale.

Topograficamente digrada con deboli pendenze da SW a NE con quote che variano da 226 m s.l.m. a 212 m s.l.m., con una pendenza media di circa 0.5° pari all'1‰; la quota media risulta di circa 220 m s.l.m.

Per il dettaglio delle sezioni morfologiche si rimanda alla Fig. 101 ed alla Tav.RG.4

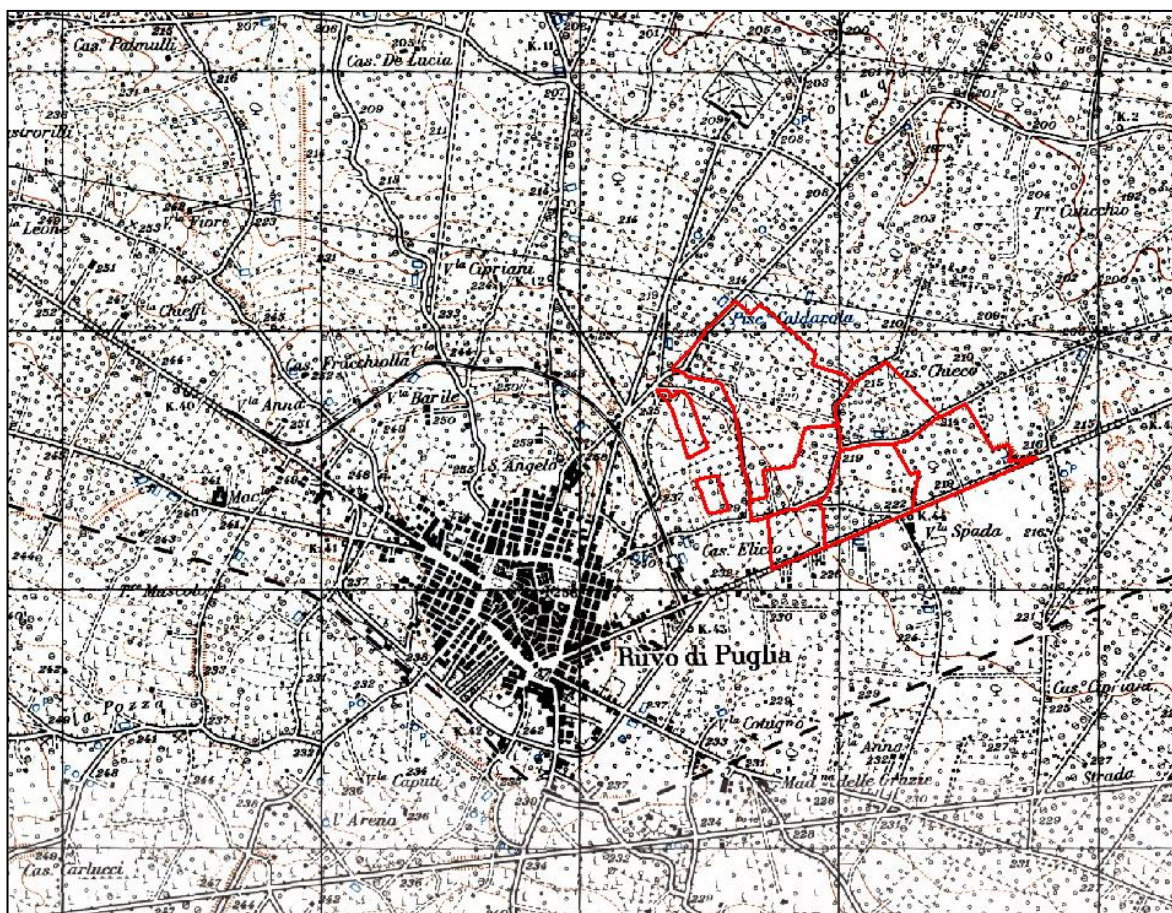


Fig.98 –Individuazione Area 3 su base IGM

Dal punto di vista morfologico (fig. 100), l'Area 3 si estende lungo il versante nord-orientale del rilievo su cui è impostato l'abitato di Ruvo di Puglia. Fatta eccezione per lo sbocco del Canale di Mondragone, nei pressi dell'area 3 non si rilevano elementi di carattere idrologico.

Dal punto di vista geologico, l'Area 3 si attesta sui calcari detritici, blandamente deformati, appartenenti alla Formazione del Calcere di Bari (Turoniano – Barremiano), all'altezza stratigrafica del Livello "Palese".



Fig.99 – Stralcio Ortofoto

**Litologia del substrato**

- Unità prevalentemente calcarea o dolomitica
- Unità a prevalente componente argillosa
- Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica
- Unità a prevalente componente arenitica
- Unità a prevalente componente ruditica
- Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile
- Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico
- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica
- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa

Traccia di sezione geologica

Area di nuova espansione urbana (in pianta)

Area di nuova espansione urbana (in sezione)

Tettonica

- Faglia
- Faglia presunta
- Asse di anticlinale certo
- Asse di anticlinale presu.
- Asse di sinclinale certo
- Asse di sinclinale presunto
- Strati suborizzontali ($<10^\circ$)
- Strati poco inclinati ($10^\circ-45^\circ$)
- Strati molto inclinati ($45^\circ-80^\circ$)
- Strati subverticali ($>80^\circ$)
- Strati rovesciati
- Strati contorti

FORME DI VERSANTE

- Orlo di scarpata delimitante forme semispianate
- Cresta affilata
- Cresta smussata
- Asse di dispiuvio

FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA

- Ripa di erosione

Fig.100: Stralcio della Carta Idro-geomorfologica della Regione Puglia con ubicazione dell'Area 3 e traccia delle sezioni geologiche



Fig. 101: Sezioni geologiche M-N, O-P

8.3.2 Compatibilità con il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia

Con riferimento alle Norme Tecniche di Attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico, approvato con Delibera Regionale n.39 del 30 novembre 2005, l'Area 1 non ricade in area a pericolosità idraulica e a rischio geomorfologico [Carta di Rischio e della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica aggiornata al 01/06/2015].

L'area in oggetto non è inoltre interessata da reticoli idrografici e non rientra tra le aree di rischio di cui gli art. 6 e 10 delle NTA del PAI [Carta Idrogeomorfologica aggiornata al 09.06.2015]

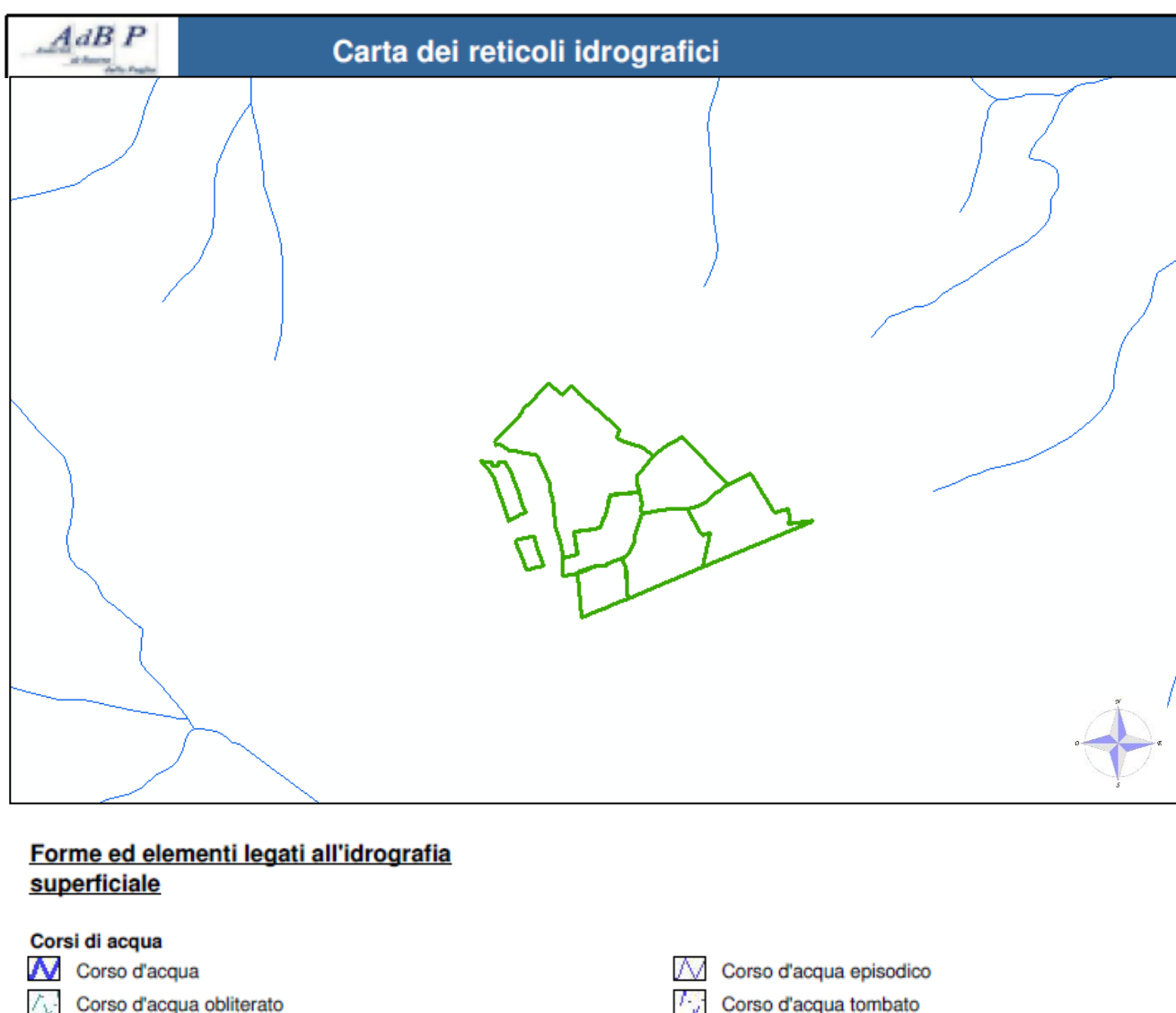


Fig. 102: Stralcio Carta dei Reticoli Idrografici (AdB Puglia)

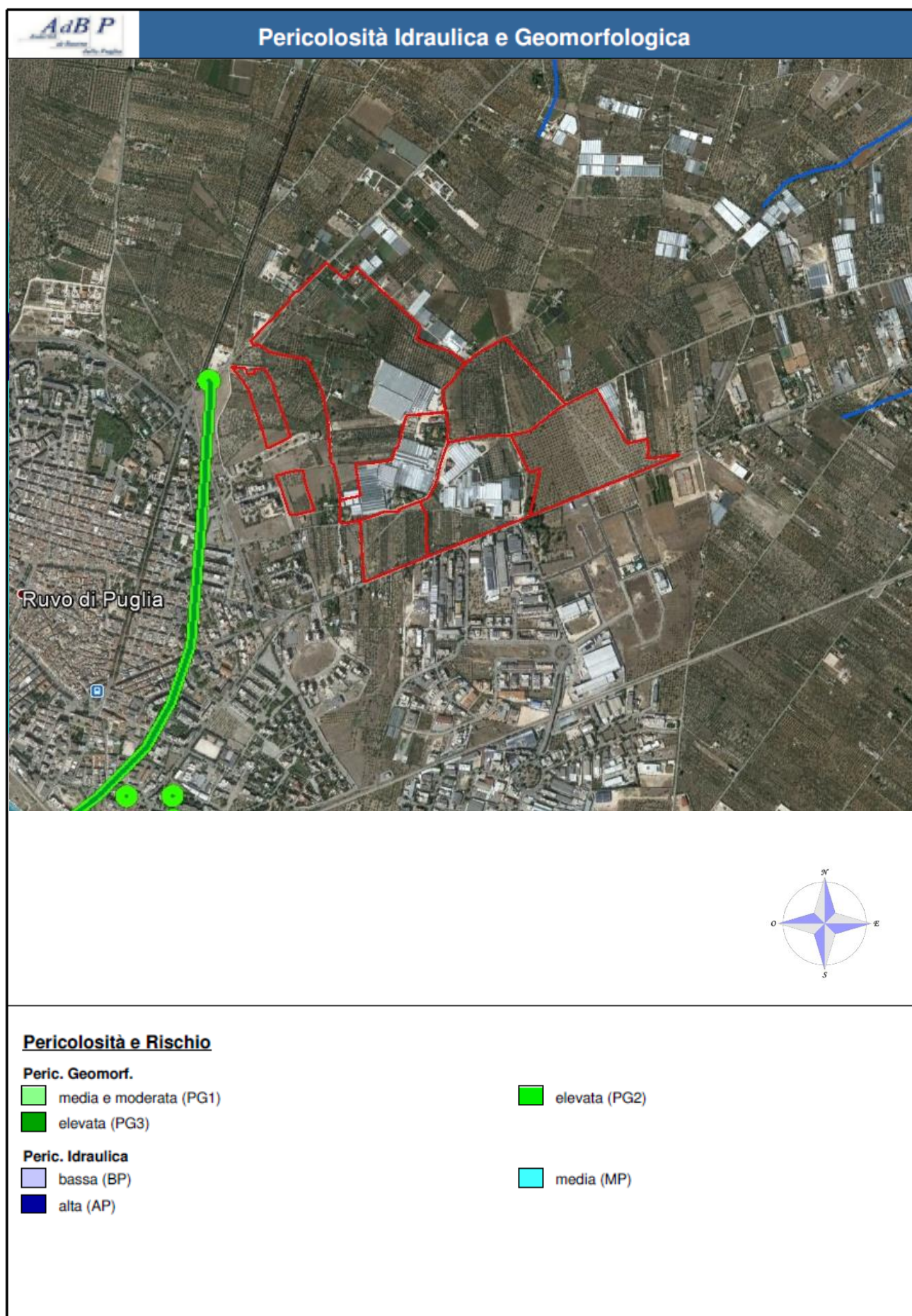


Fig. 103: Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica (AdB Puglia)

8.3.3 Indagini geognostiche

La litostratigrafia e le caratteristiche geomeccaniche sono state ricostruite sulla base dei dati rivenienti da 5 prospezioni geofisiche, tipo sismica a rifrazione, e 4 indagini Masw ubicate come da stralcio planimetrico di fig.104

Nel complesso i risultati ottenuti hanno permesso di ricostruire il seguente assetto litostratigrafico:

- depositi di copertura: presenta uno spessore medio di circa 1.0m; le velocità delle onde sismiche risultano comprese in un range variabile tra 300 e 400 m/sec; la facies di riferimento è quella del terreno vegetale poco addensato;
- calcari: rappresentano il bed-rock della successione stratigrafica, trattasi di una successione di strati calcarei caratterizzati nelle porzioni più superficiali da un maggiore grado di fratturazione/alterazione che tende a diminuire con la profondità; in generale gli strati a maggiore fratturazione presentano uno spessore variabile tra 2 e 6 m e valori delle velocità delle onde P comprese tra 1000 e 1900 m/sec con locali scadimenti a circa 800 m/sec in corrispondenza di zone ad elevata alterazione; gli strati calcarei a medio-basso grado di fratturazione sono localizzati ad una profondità rispetto al p.c. compresa tra 1 e 15 m con velocità delle onde P variabili tra 2000 e 2700 m/sec.

Al di sotto di tali livelli i calcari presentano un basso grado di fratturazione e sono caratterizzati da valori medi delle velocità delle onde P di circa 3000-3500 m/sec che tendono progressivamente ad aumentare con la profondità.

In prossimità dell'Area 3, in sede di redazione del P.R.G.C., sono state realizzate 3 trivellazioni a carotaggio continuo ("S3-S4-S5"); i tre sondaggi hanno evidenziato, al di sotto di una modesta copertura agraria di circa 30-60cm, una successione di calcari fratturati con presenza di sottili livelli terrosi e spessi circa 2.20m; da circa 2.50 m rispetto al p.c. e fino a fondo foro si rinvenivano calcari tenaci e compatti di colore biancastro con presenza di sottili superfici di alterazione.

Il carotaggio "S6", evidenzia una modesta copertura agraria e circa 70 cm di calcare ad alta fratturazione/alterazione. A partire da circa 1 m dal p.c. e fino a fondo foro (12 m), si rinvenivano calcari da poco a mediamente fratturati; alla profondità di circa 5.50m e 8.0m sono state intercettate modeste cavità carsiche con inclusioni di terra rossa.

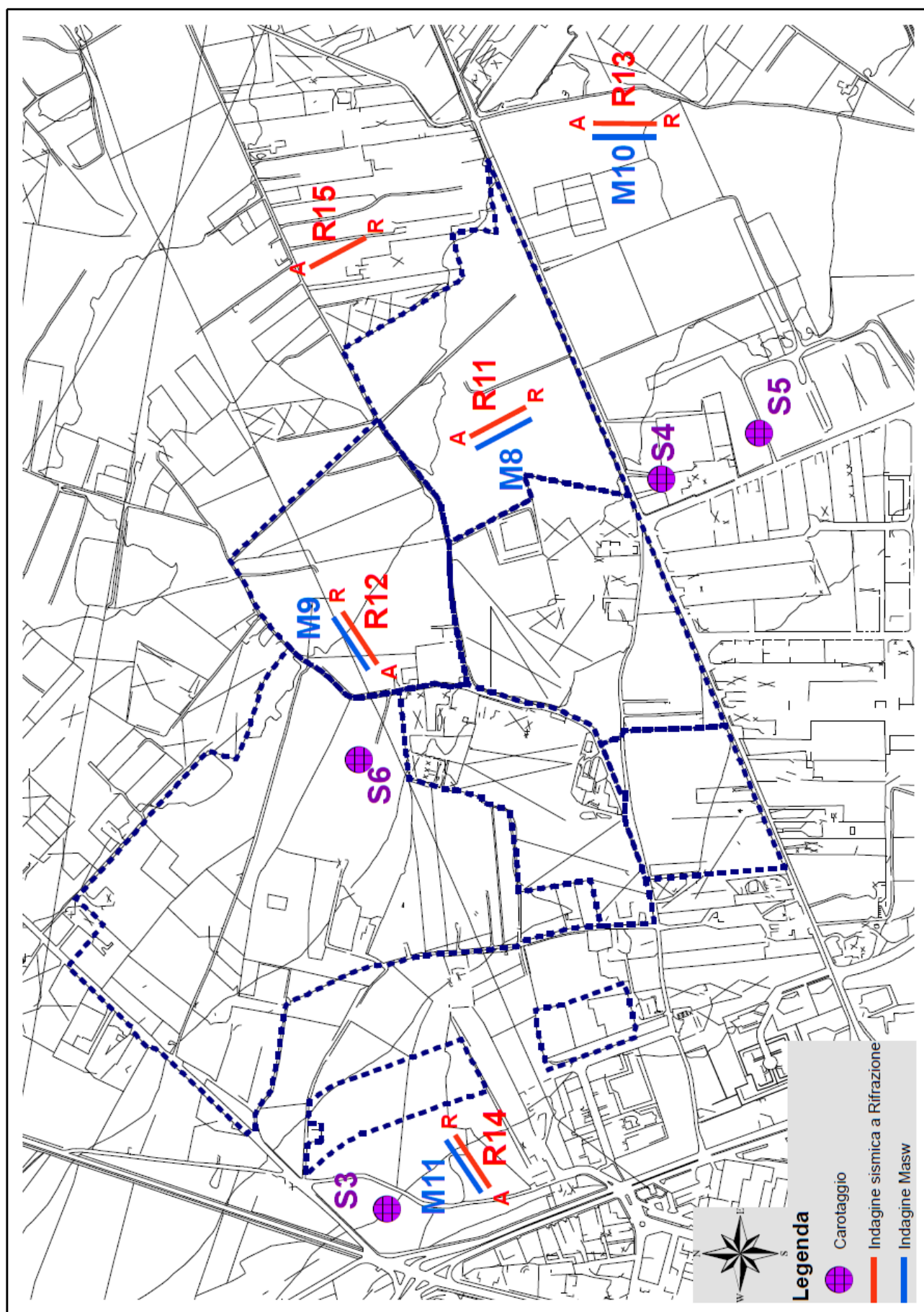


Fig.104 – Stralcio planimetrico “Area 3” con ubicazione delle indagini geognostiche

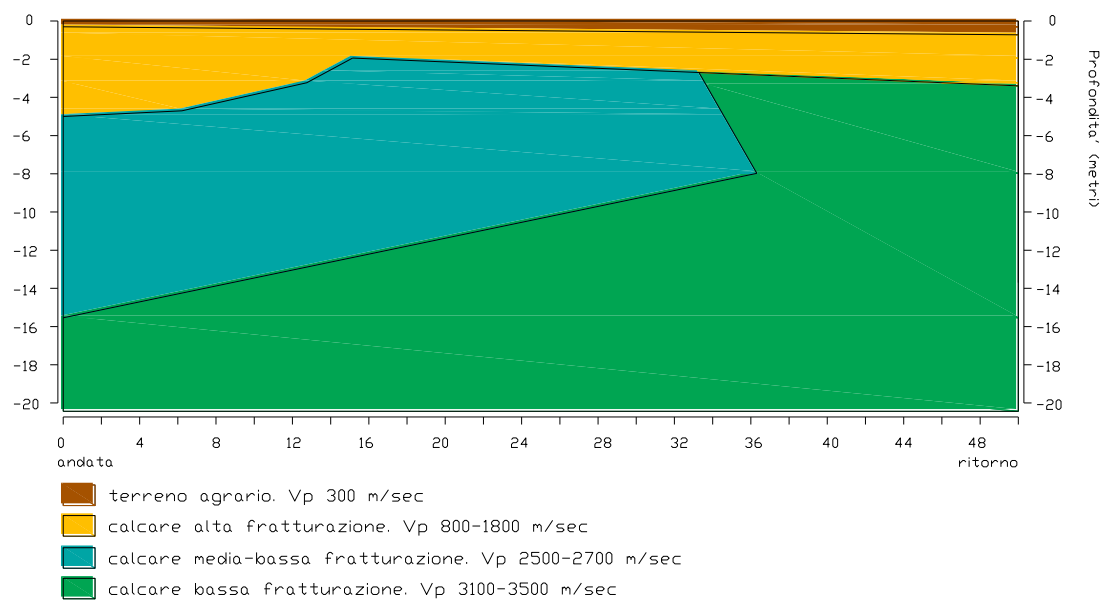


Fig.105 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R11"

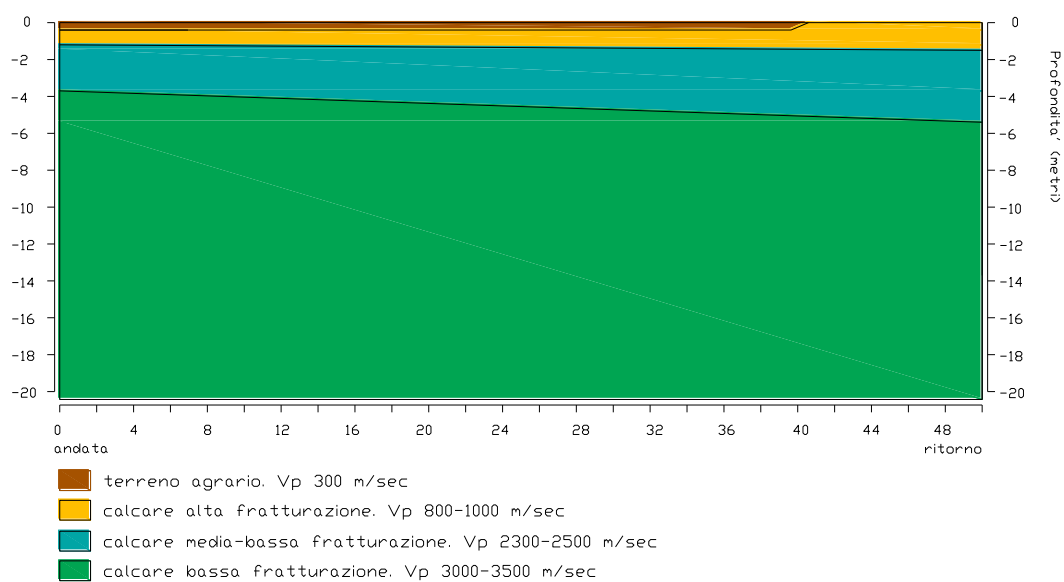


Fig.106 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R12"

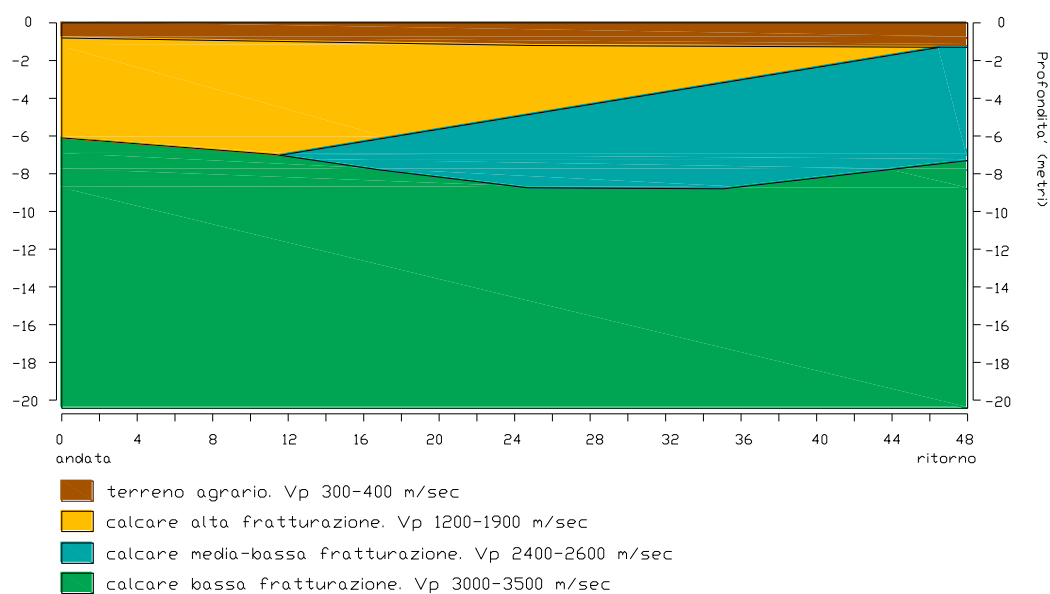


Fig.107 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R13"

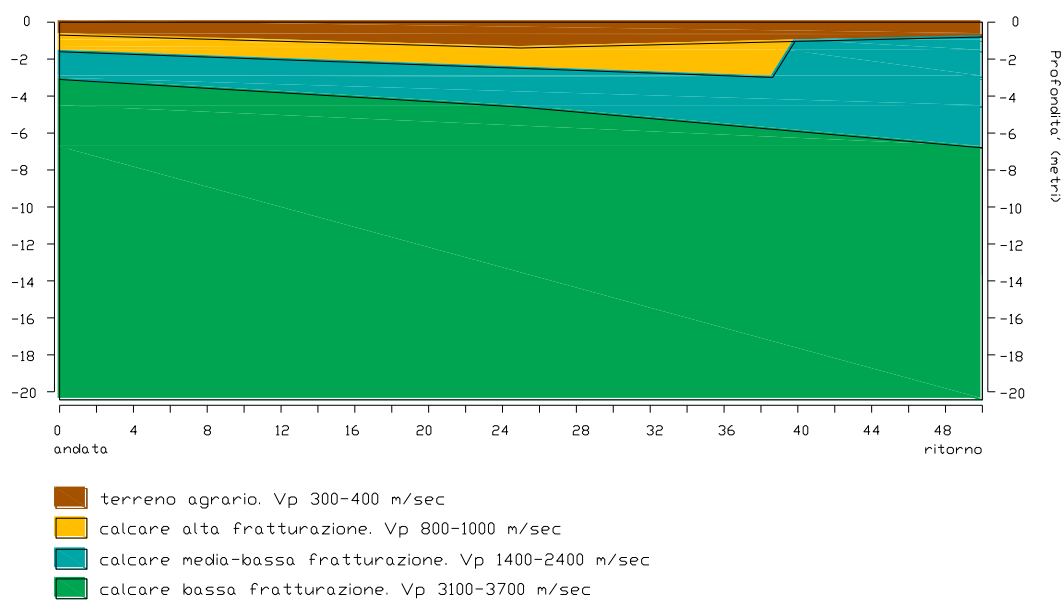


Fig.108 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R14"

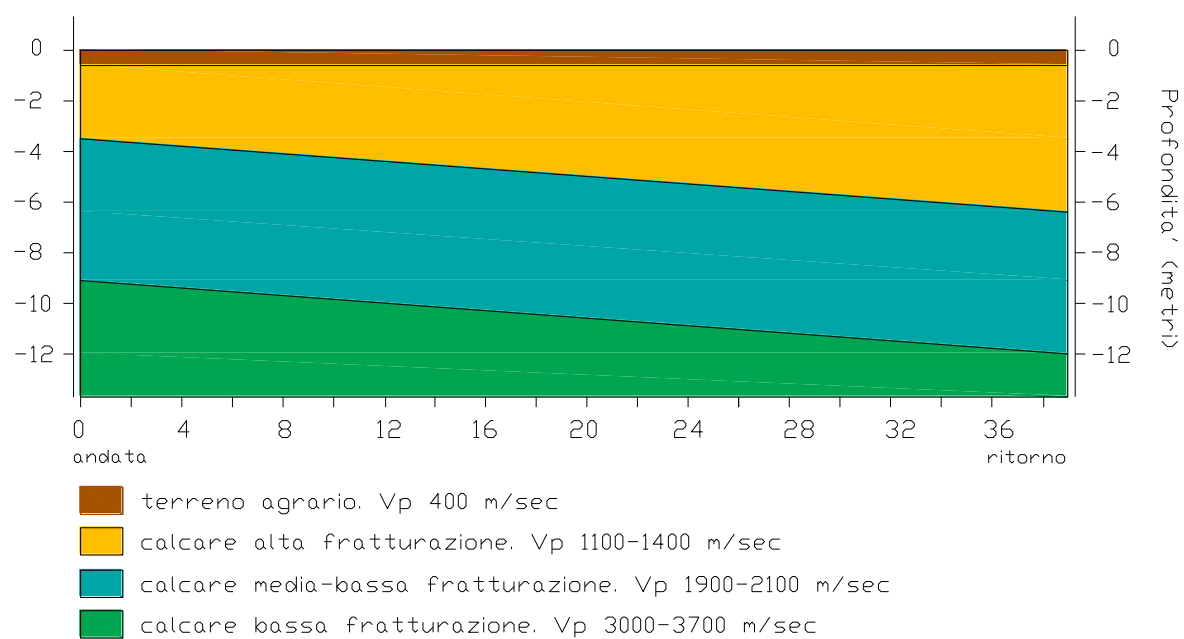


Fig.109 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R15"

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Committente	Comune di Ruvo di Puglia						
Località	Estramurale Pertini				Sondaggio N°	S3	
Profondità Sondaggio	10	[m]	Metodo di perforazione		Rotazione		
Prof. falda dal piano campagna	ASSENTE	[m]	φ di perforazione	100	Quota	255	s.l.m

Stratigrafia	Falda	Descrizione	Spessore
0		Terreno agrario	0.6 mt
1		Calcari di colore biancasto fortemente fratturati	1.40 mt
2		Terra rossa	0.1 mt
3			
4			5.40 mt
5		Calcari tenaci e compatti di colore biancasto	
6			
7			
8		Calcari di colore biancasto fortemente fratturati	2.50 mt
9			
10		FONDO FORO	

Fig.110 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico "S3".
(fonte dati P.R.G.C._Ruvo di Puglia)

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Committente	Comune di Ruvo di Puglia			
Località	Villa Spada		Sondaggio N°	S4
Profondità Sondaggio	10	[m]	Metodo di perforazione	Rotazione
Prof. falda dal piano campagna	ASSENTE	[m]	φ di perforazione	100
			Quota	224 s.l.m

Stratigrafia	Falda	Descrizione	Spessore
0		Terreno agrario	0.3 mt
1		Calcarei fratturati con presenza di sottili livelli terrosi	2.20 mt
2			
3		Calcarei tenaci e compatti di colore biancastro. Presenza di sottili superfici di alterazione	8.50 mt
4			
5			
6			
7		FONDO FORO	
8			
9			
10		FONDO FORO	

Fig.111 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico "S4".
(fonte dati P.R.G.C._Ruvo di Puglia)

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Committente	Comune di Ruvo di Puglia			
Località	Via Don Primo Mazzolari		Sondaggio N°	S5
Profondità Sondaggio	10	[m]	Metodo di perforazione	Rotazione
Prof. falda dal piano campagna	ASSENTE	[m]	φ di perforazione	100
			Quota	225 s.l.m

Stratigrafia	Falda	Descrizione	Spessore
0		Terreno agrario	0.3 mt
1		Calcarei fratturati con presenza di sottili livelli terrosi	2.20 mt
2			
3			
4			8.50 mt
5		Calcarei tenaci e compatti di colore biancastro. Presenza di sottili superfici di alterazione	
6			
7			
8			
9			
10		FONDO FORO	

Fig.112 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico “S5”.
(fonte dati P.R.G.C._Ruvo di Puglia)

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Committente	Pagano				
Località	Ruvo di Puglia			Sondaggio N°	S6
Profondità Sondaggio	12	[m]	Metodo di perforazione	Rotazione	
Prof. falda dal piano campagna	ASSENTE	[m]	φ di perforazione	100	Quota 213 s.l.m

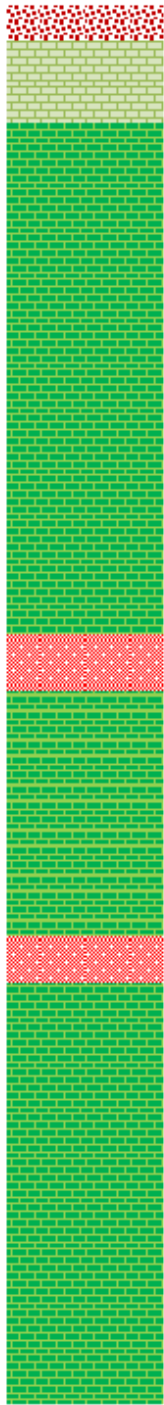
Stratigrafia	Falda	Descrizione	Spessore
0		Terreno agrario	0.3 mt
1		Calcare ad alta fratturazione/alterazione	0.7 mt
2		Calcare da poco a mediamente fratturato	4.40 mt
3			
4			
5			8.50 mt
6		Cavità carsica con inclusioni di terra rossa	0.50 mt
7		Calcare da poco a mediamente fratturato	2.10 mt
8		Cavità carsica con inclusioni di terra rossa	0.40 mt
9			
10		Calcare da poco a mediamente fratturato	2.60 mt
11			
12		FONDO FORO	

Fig.113 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico “S6”.
(fonte dati: lavoro privato)

8.3.4 Parametri geotecnici

I dati provenienti dal rilievo geofisico sono stati elaborati secondo le teorie 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.

I valori di velocità delle onde sismiche misurati in sito correlati 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. Per le teorie e le classificazioni adottate si rimanda alla nota teorica di pag.79.

I parametri derivati risultano verificati nel complesso struttura/terreno cui si riferiscono e risultano associati ad un volume significativo di suolo che, localmente, può presentare caratteri differenti dai valori proposti.

<i>Litologia</i>		calcare		
<i>fratturazione/alterazione</i>		alta	medio-bassa	bassa
Parametri sismici				
velocità onde P	m/s	1000 - 1900	2000 - 2700	3000 - 3500
velocità onde S	m/s	468 - 957	1007 - 1443	1632 - 1965
mod. dinamico Young Ed	Mpa	1190 - 5849	6481 - 13542	17861 - 25496
Parametri elasto-meccanici				
densità in sito γ	g/cm ³	2 - 2.4	2.4 - 2.5	2.6 - 2.6
mod. statico di Young Es	Kg/cm ²	1214 - 6002	6713 - 14650	19506 - 28088
modulo di taglio G	MPa	438 - 2199	2436 - 5209	6923 - 10038
modulo di Poisson μ		0.36 - 0.33	0.33 - 0.3	0.29 - 0.27
rottura monoassiale in lab.	Kg/cm ²	450 - 550	600 - 700	700 - 750
RQD	%	27 - 45	47 - 60	65 - 73
coesione calcari	t/m ²	14 - 24	25 - 30	31 - 34
indice RMR		38 - 66	67 - 80	85 - 91

8.3.5 Microzonazione sismica

Con riferimento alle norme tecniche sulle costruzioni in zona sismica (D.M. 14 gennaio 2008), l'area oggetto di studio ricade nel territorio comunale di Ruvo di Puglia (BA) classificata come zona sismica di bassa categoria ($Z=3$). A tal riguardo, sempre nel rispetto del D.M. 14 gennaio 2008, sono state realizzate 4 indagini sismiche con procedura MASW per la determinazione del V_{s30} e relativa individuazione della categoria di sottosuolo. Il calcolo è stato eseguito a profondità di 1,5 m e 3,0 m dal piano campagna al fine di poter rapportare il dato ottenuto a esigenze prettamente ingegneristiche.

In allegato alla presente relazione si riportano parametri, coefficienti sismici e spettri di risposta elastica del terreno, determinati in corrispondenza delle indagini Masw e relativi ad interventi edilizi ricadenti in Classe d'uso II.

Per la teoria di calcolo, con metodologia MASW, si rimanda alla nota teorica di pag.79.

A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m</i>	$V_{s30} > 800$ m/s	1.0
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$360 < V_{s30} \leq 800$ m/s	1.0-1.2
C	<i>Depositi 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_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$180 < V_{s30} \leq 360$ m/s	1.0-1.5
D	<i>Depositi 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_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$V_{s30} \leq 180$ m/s	0.9-1.8
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)</i>	$180 < V_{s30} \leq 360$ m/s $V_{s30} \leq 180$ m/s	1.0-1.6
S1	<i>Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u30} < 20$ 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</i>	$V_{s30} < 100$ m/s	Specifiche analisi
S2	<i>Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti</i>	-	Specifiche analisi

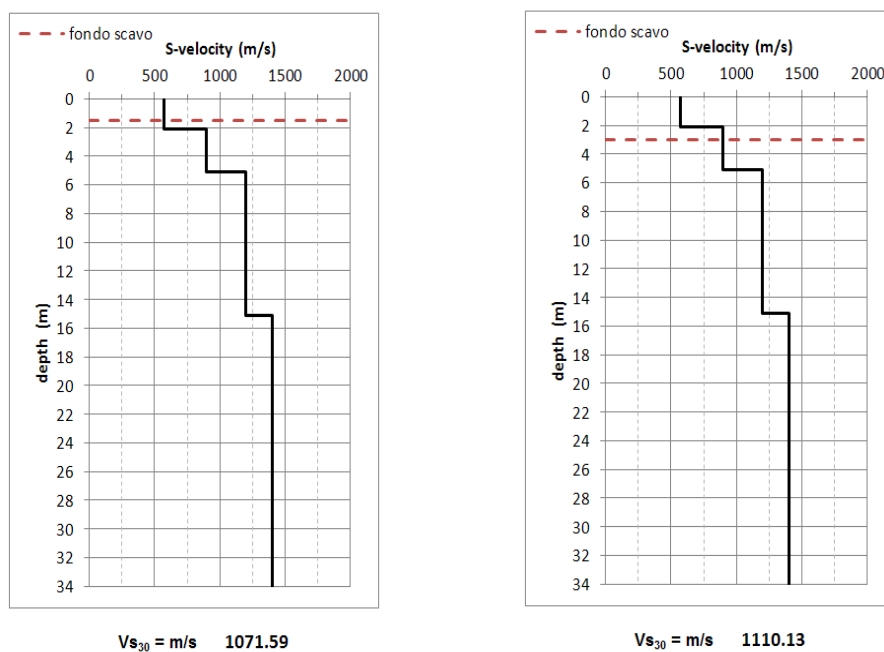


Fig.114 – Profilo V_{s30} medio Masw "M8" a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

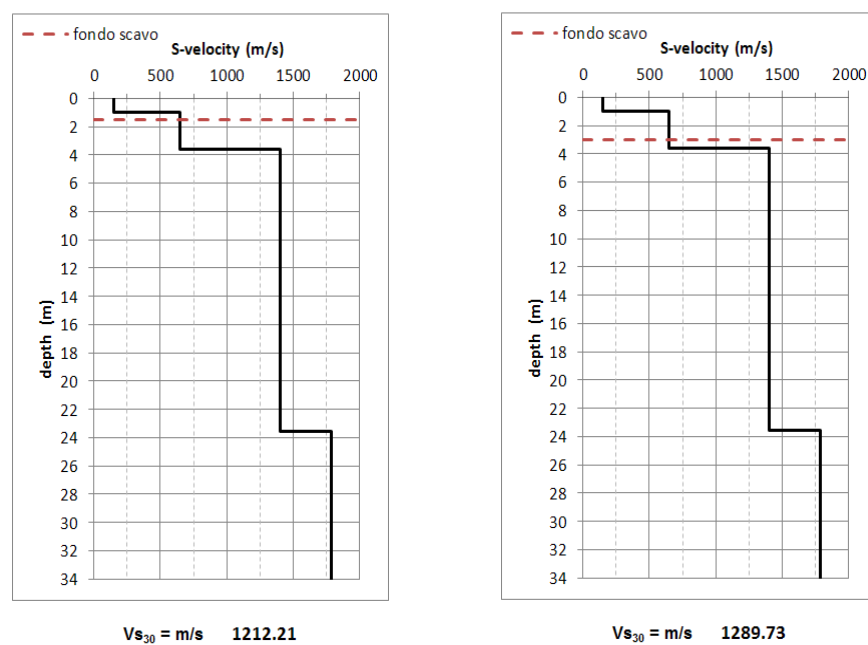
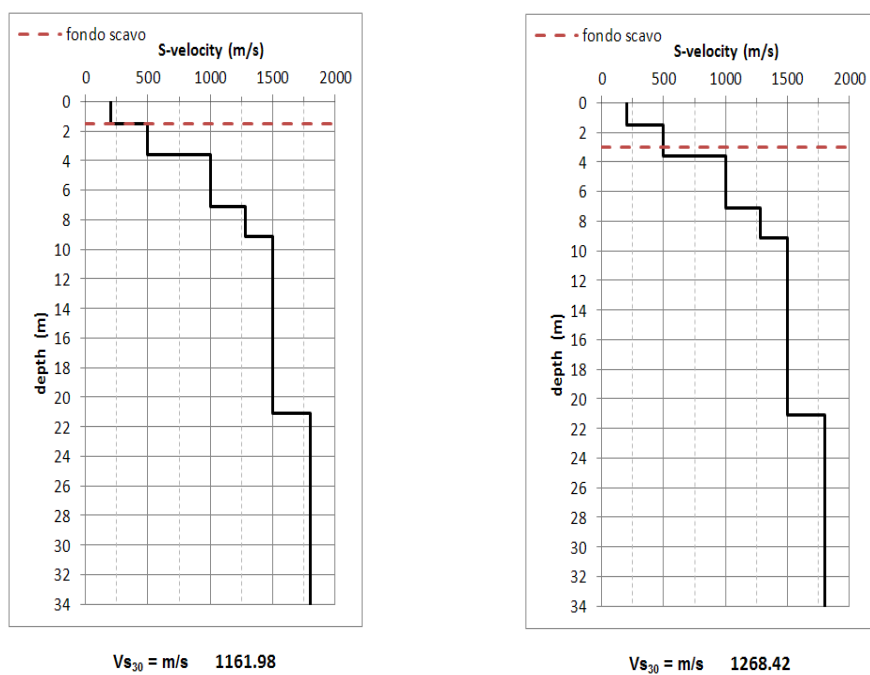
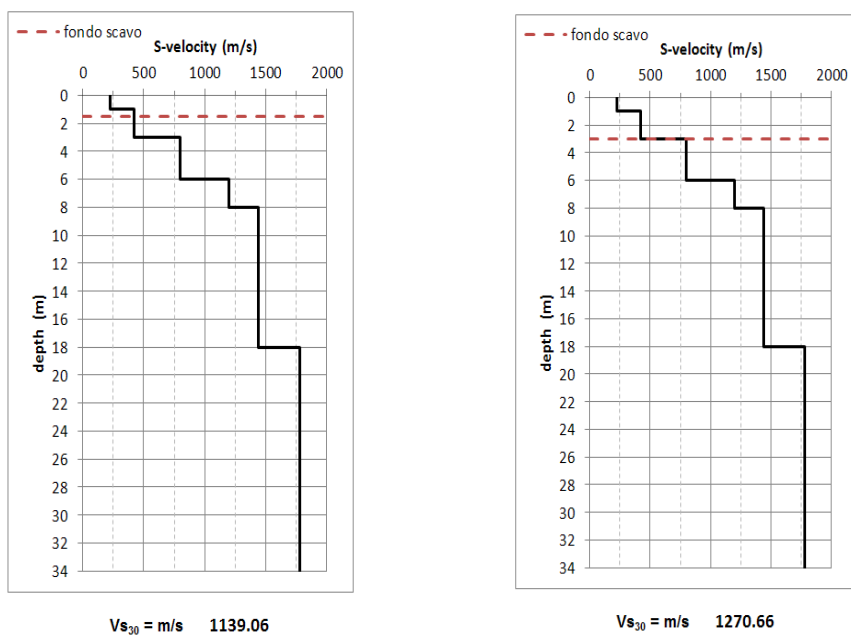


Fig.115 – Profilo V_{s30} medio Masw "M9" a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

Fig.116 – Profilo Vs₃₀ medio Masw "M10" a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.Fig.117 – Profilo Vs₃₀ medio Masw "M11" a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

8.3.6 Considerazioni conclusive e prescrizioni

Con riferimento alle N.T.A. dell'AdB Puglia si evidenzia che nell'area in oggetto non sono segnalate situazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica e non rientra tra le aree di rischio di cui gli art. 6 e 10 delle NTA del PAI.

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza della falda carsica profonda e dall'assenza di falde superficiali.

Litologicamente l'area è contraddistinta dalla presenza, sotto la copertura agraria/detritica, da un substrato roccioso caratterizzato, nelle porzioni più superficiali, da un maggiore grado di fratturazione/alterazione con inclusioni di terra rossa.

Dal punto di vista morfologico l'intera Area 3 non presenta criticità legate a fenomeni di instabilità in atto. Considerata comunque la natura carsica dei terreni di fondazione occorre ribadire che le maggiori insidie sono rappresentate dalla potenziale presenza di cavità volumetricamente significative e/o di consistenti sacche di terra rossa. Assume, dunque, importanza strategica la programmazione di indagini preventive a qualunque intervento atte a verificare l'eventuale esistenza di tali anomalie.

Le indagini eseguite hanno permesso di classificare il terreno di fondazione in Classe A; considerate anche le condizioni topografiche e litologiche è possibile escludere qualunque rischio di liquefazione e/o densificazione dei terreni e potenziali amplificazioni alla risposta sismica locale.

In previsione di nuovi interventi progettuali, il piano di sedime delle strutture di fondazione dovrà necessariamente essere localizzato sotto la copertura agraria/detritica ed alluvionale e comunque in corrispondenza degli strati rocciosi dotati di proprietà e caratteristiche geomeccaniche compatibili con le opere a realizzarsi.

Nella fase esecutiva di nuovi progetti, con la necessità di predisporre piani di sicurezza, dovranno essere studiate ed approfondite le problematiche concernenti l'esecuzione degli scavi di fondazione e la stabilità dei fronti di scavo. Dovrà infatti essere attentamente valutato lo stato di discontinuità dell'ammasso roccioso al fine di identificare puntualmente aree a pericolosità di crolli lungo le pareti dello scavo; per scavi in trincea a fronte verticale, di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti deve essere prevista un'armatura di sostegno delle pareti di scavo (D.M. 14.01.08)

E' necessario sottolineare che tutte le considerazioni riportate hanno carattere esclusivamente generale per l'intera Area 1, pertanto ogni nuovo intervento dovrà essere preliminarmente vagliato e progettato sulla base di ulteriori e mirate indagini geognostiche.

8.4 Area 4

8.4.1 Caratteri locali

L'area 4 è ubicata nella parte sud-orientale del centro urbano e si estende, con una superficie di circa 7,3 Ha, a ridosso della linea ferroviaria Bari-Nord e della Via Enrico Berlinguer.

Ricade nella Tavoletta IGM F° 177 III NO "Ruvo di Puglia" e nell'elemento 437062 "Ruvo di Puglia" della Carta Tecnica Regionale.

Topograficamente digrada con deboli pendenze da NW a SE con quote che variano da circa 231 m s.l.m. a circa 228 m s.l.m. con una pendenza massima di circa 1° pari a circa 1.5%;

Per il dettaglio delle sezioni morfologiche si rimanda alla Fig. 121 ed alla Tav.RG.4

Dal Punto di vista morfologico ed idrologico, l'Area 4 non presenta elementi di particolare rilievo.

Dal punto di vista geologico, l'Area 4 si attesta sui calcari detritici, blandamente deformati, appartenenti alla Formazione del Calcere di Bari (Turoniano – Barremiano).

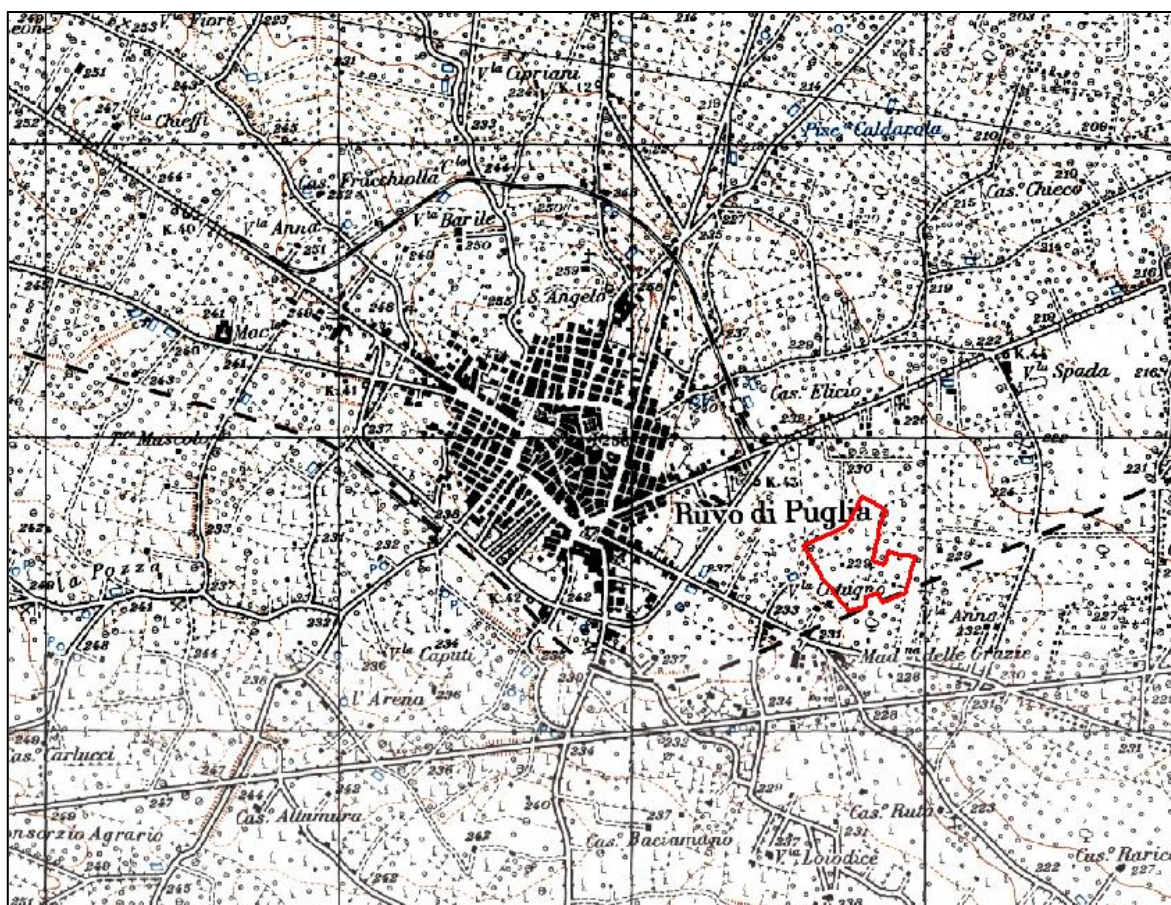
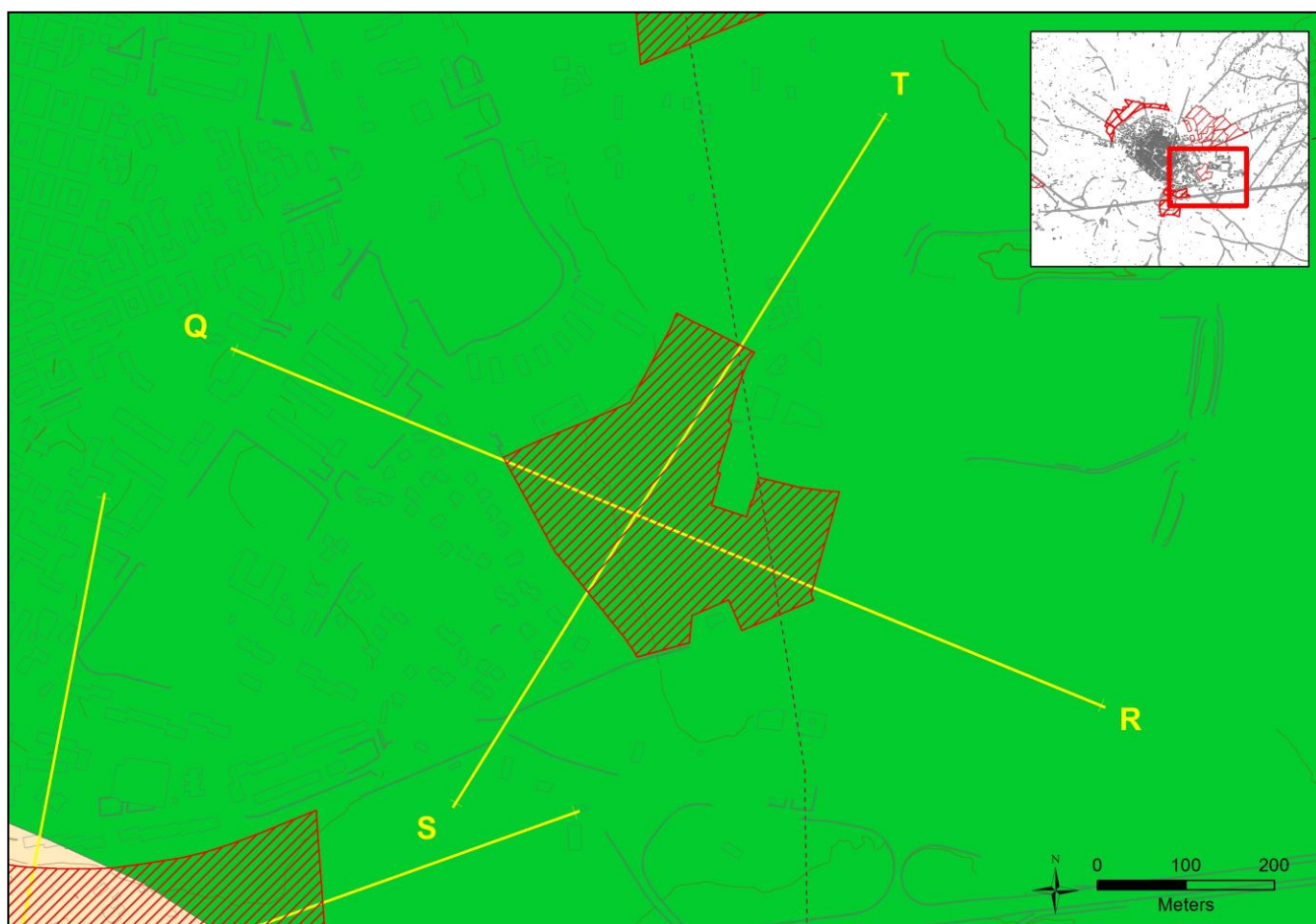


Fig.118 –Individuazione Area 4 su base IGM



Fig.119 – Stralcio Ortofoto

**Litologia del substrato**

- Unità prevalentemente calcarea o dolomitica
- Unità a prevalente componente argillosa
- Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica
- Unità a prevalente componente arenitica
- Unità a prevalente componente ruditica
- Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile
- Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico
- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica
- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa

A ————— B Traccia di sezione geologica

Area di nuova espansione urbana (in pianta)

Area di nuova espansione urbana (in sezione)

Tettonica

- Faglia
- Faglia presunta
- AV Asse di anticlinale certo
- AV Asse di anticlinale presu.
- VA Asse di sinclinale certo
- VA Asse di sinclinale presunto
- + Strati suborizzontali ($<10^\circ$)
- + Strati poco inclinati ($10^\circ-45^\circ$)
- + Strati molto inclinati ($45^\circ-80^\circ$)
- || Strati subverticali ($>80^\circ$)
- + Strati rovesciati
- S Strati contorti

FORME DI VERSANTE

- AV Orlo di scarpata delimitante forme semispianate
- AV Cresta affilata
- AV Cresta smussata
- AV Asse di displuvio

FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA

- AV Ripa di erosione

Fig. 120: Stralcio della Carta Idro-geomorfologica della Regione Puglia con ubicazione dell'Area 4 e traccia delle sezioni geologiche.

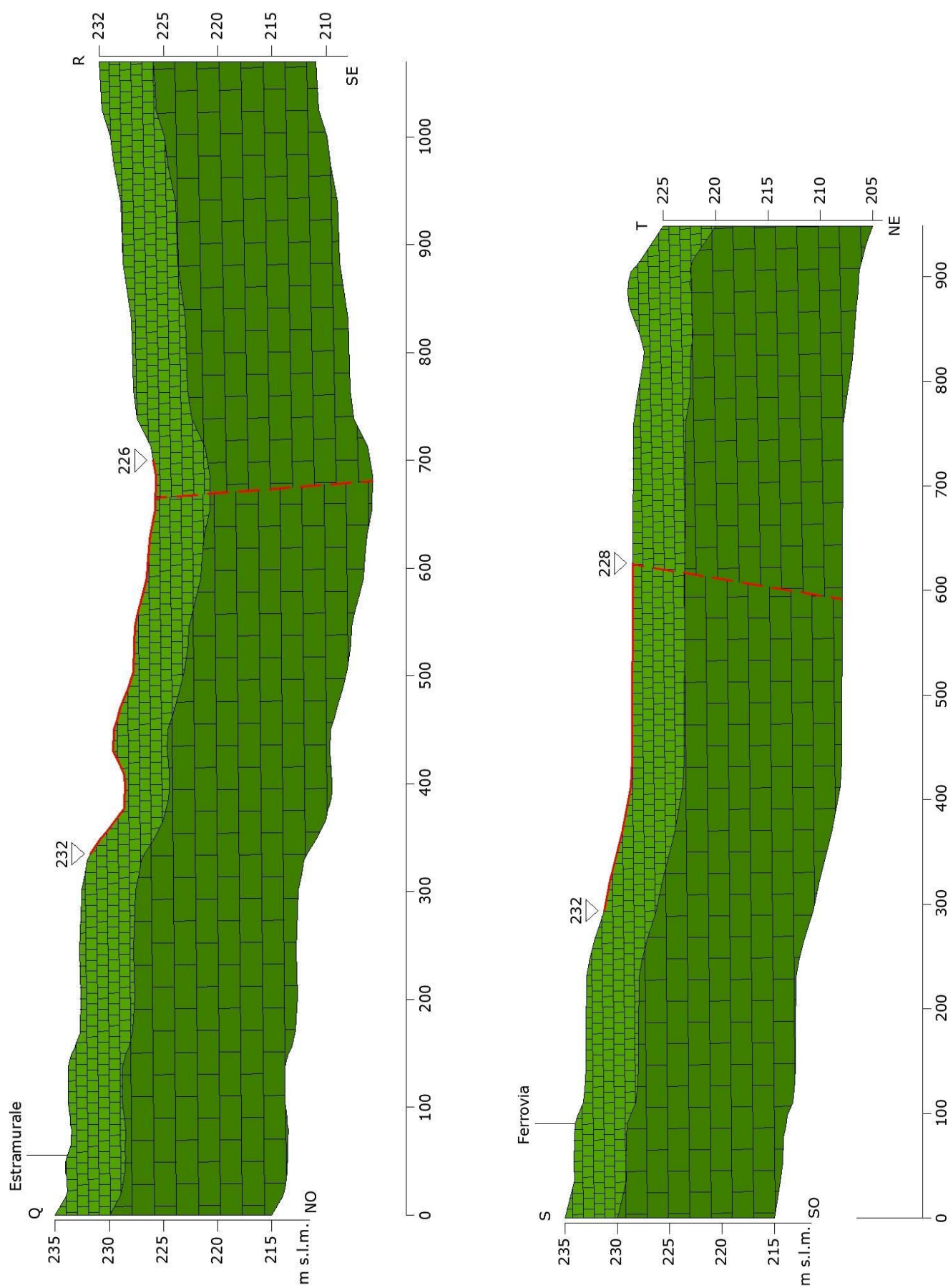


Fig. 121: Sezioni geologiche Q-R, S-T

8.4.2 Compatibilità con il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia

Con riferimento alle Norme Tecniche di Attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico, approvato con Delibera Regionale n.39 del 30 novembre 2005, l'Area 1 non ricade in area a pericolosità idraulica e a rischio geomorfologico [Carta di Rischio e della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica aggiornata al 01/06/2015].

L'area in oggetto non è inoltre interessata da reticoli idrografici e non rientra tra le aree di rischio di cui gli art. 6 e 10 delle NTA del PAI [Carta Idrogeomorfologica aggiornata al 09.06.2015]

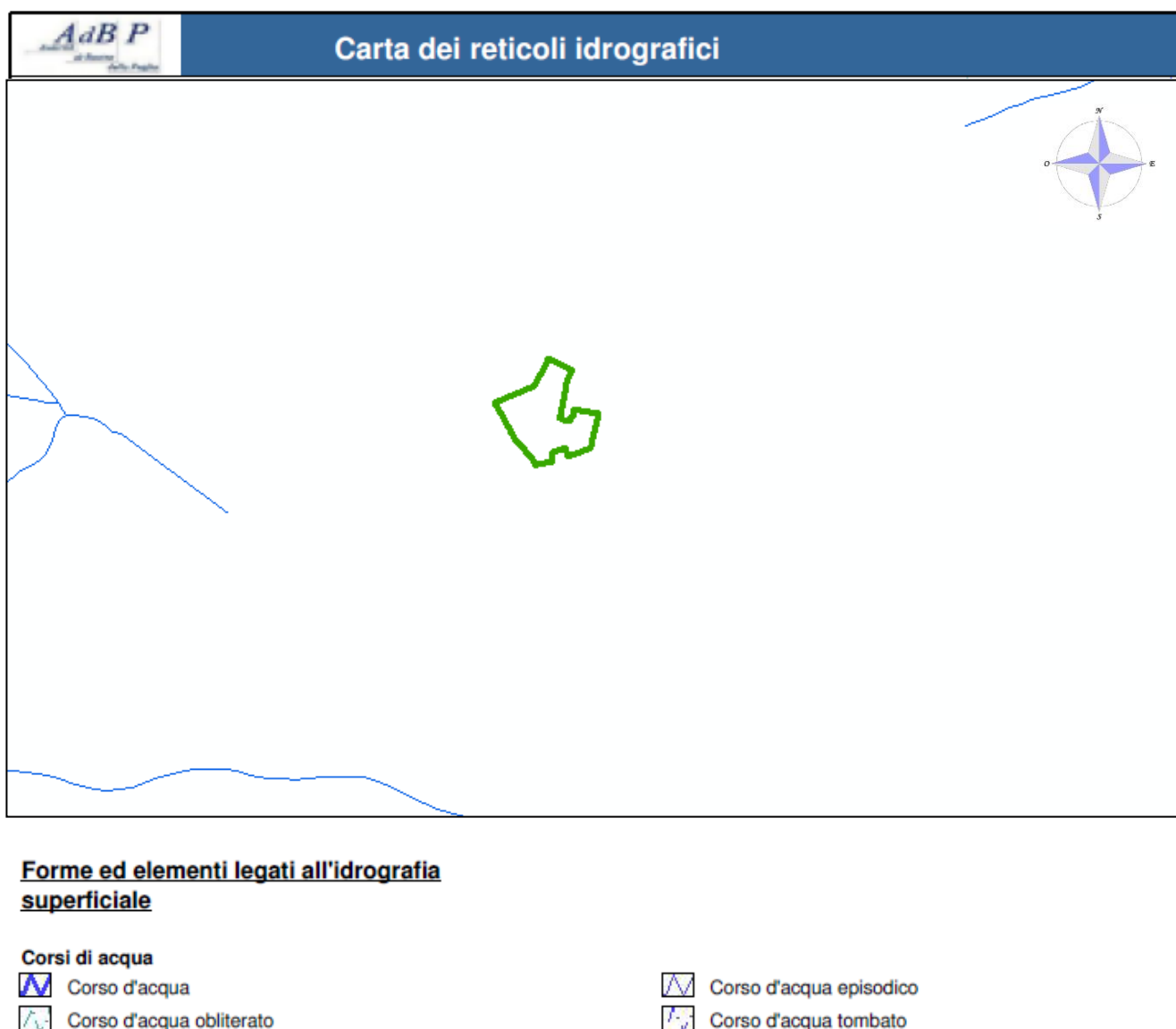


Fig. 122: Stralcio Carta dei Reticoli Idrografici (AdB Puglia)

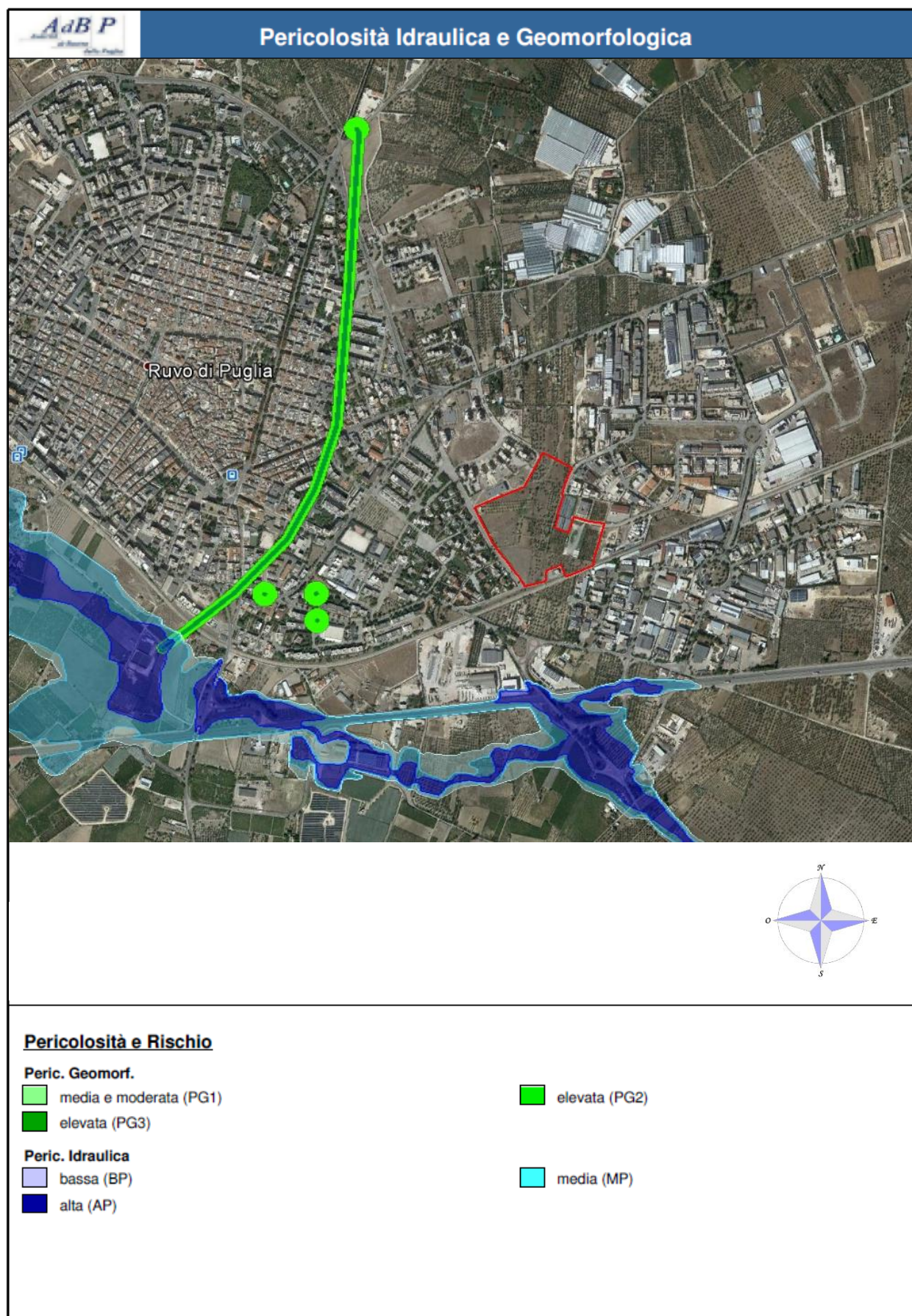


Fig. 123: Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica (AdB Puglia)

8.4.3 Indagini geognostiche

La litostratigrafia e le caratteristiche geomeccaniche sono state ricostruite sulla base dei dati rivenienti da una prospezione geofisiche, tipo sismica a rifrazione ed una indagine Masw ed ubicate come da stralcio planimetrico di fig.124

Nel complesso i risultati ottenuti hanno permesso di ricostruire il seguente assetto litostratigrafico:

- depositi di copertura: presentano uno spessore medio di circa 2m con velocità Vp variabili tra 200-300 m/sec fino a 500-700 m/sec; la facies di riferimento è quella del terreno vegetale aerato passante a materiale di riporto;
- calcari: rappresentano il bed-rock della successione stratigrafica, trattasi di una successione di strati calcarei caratterizzati nelle porzioni più superficiali da un maggiore grado di fratturazione/alterazione che tende a diminuire con la profondità; in generale gli strati a maggiore fratturazione presentano uno spessore di circa 2-3 m e valori delle velocità delle onde P comprese tra 1100 e 1500 m/sec; gli strati calcarei a medio-basso grado di fratturazione sono localizzati ad una profondità rispetto al p.c di circa 4m con velocità delle onde P comprese tra 1800 e 2200 m/sec.
Al di sotto di tali livelli i calcari presentano un basso grado di fratturazione e sono caratterizzati da valori medi delle velocità delle onde P di circa 3200 m/sec che tendono progressivamente ad aumentare con la profondità.

In prossimità dell'Area 4, in occasione di studi precedenti, sono stati realizzati n°3 indagini dirette; queste evidenziano, al di sotto di una copertura vegetale/detritica spessa fino a 2m la presenza di calcari micritici di colore da bianco a nocciola con grado di fratturazione variabile; nello specifico il sondaggio S7 ha intercettato, a quota -6m dal p.c., un livello di circa 1 m di terra rossa con inclusioni di pezzame calcareo; in corrispondenza del sondaggio S8 è stata intercettata una cavità carsica profonda circa 50cm ad una quota di 7m dal p.c.

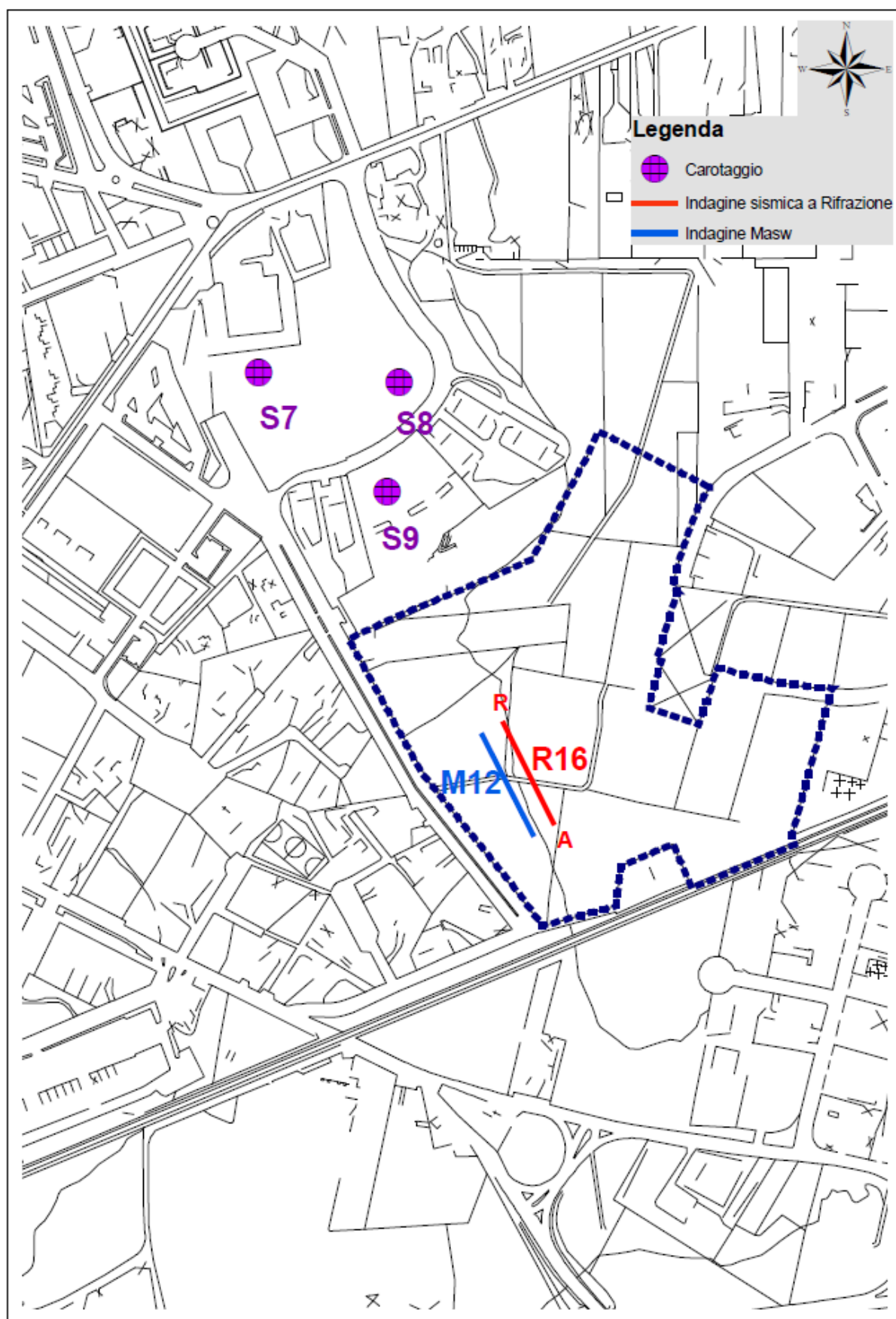


Fig.124 – Stralcio planimetrico "Area 4" con ubicazione delle indagini geognostiche

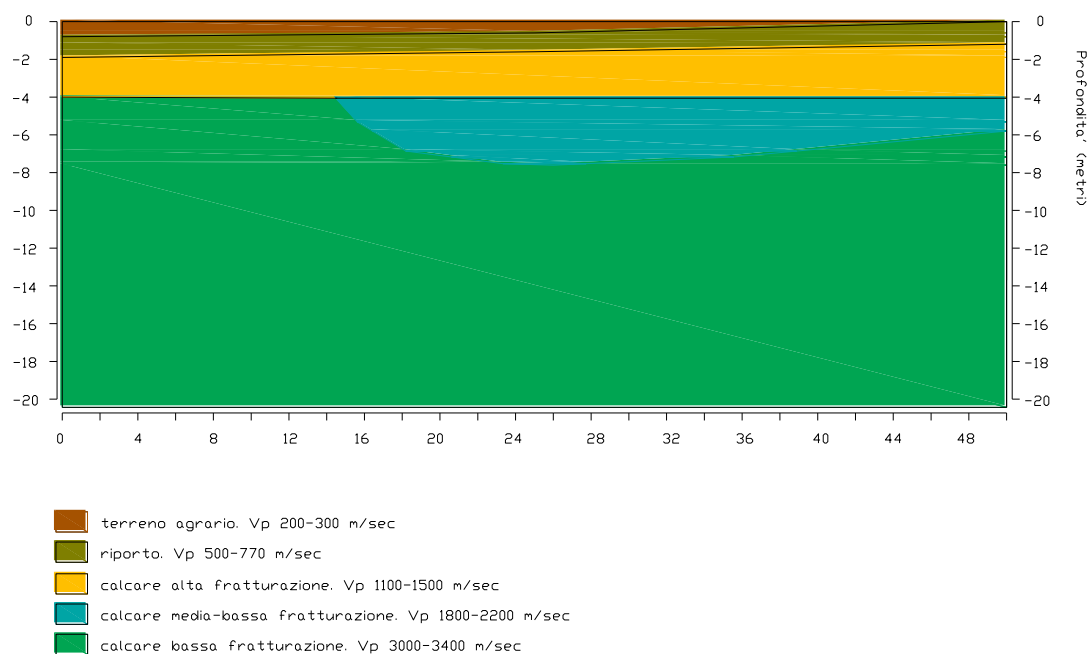


Fig.125 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R16"

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Committente							
Località					Sondaggio N°	S7	
Profondità Sondaggio	20	[m]	Metodo di perforazione		Rotazione		
Prof. falda dal piano campagna	ASSENTE	[m]	φ di perforazione	101	Quota	231	s.l.m

Stratigrafia	Falda	Descrizione	Spessore
0			
1			
2			
3		Calcare micritico di colore bianco stratificato e fratturato	6.00 mt
4			
5			
6		Terra rossa con inclusioni di pezzame calcareo	1.00 mt
7			
8			
9			
10			
11		Calcare micritico di colore dal bianco al nocciola, stratificato e con grado di fratturazione variabile, presenza di sottili livelli di terra rossa.	13 mt
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20		FONDO FORO	

Fig.126 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico "S7".
(fonte dati: lavoro privato)

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Committente					
Località				Sondaggio N°	S8
Profondità Sondaggio		20	[m]	Metodo di perforazione	Rotazione
Prof. falda dal piano campagna		ASSENTE	[m]	φ di perforazione	101 Quota 231 s.l.m

Stratigrafia	Falda	Descrizione	Spessore
0		Terreno vegetale	0.50 mt
1			
2			
3		Calcare micritico di colore bianco, stratificato, con grado di fratturazione variabile, locali inclusioni di terra rossa.	6.50 mt
4			
5			
6			
7		Cavità carsica	0.50 mt
8			
9			
10			
11		Calcare micritico di colore dal bianco al nocciola, stratificato e con grado di fratturazione variabile, presenza di sottili livelli di terra rossa.	12.50 mt
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20		FONDO FORO	

Fig.127 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico “S8”.
(fonte dati: lavoro privato)

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Committente					
Località				Sondaggio N°	S9
Profondità Sondaggio		20	[m]	Metodo di perforazione	Rotazione
Prof. falda dal piano campagna		ASSENTE	[m]	φ di perforazione	101 Quota 231 s.l.m

Stratigrafia	Falda	Descrizione	Spessore
0		Terreno vegetale	0.50 mt
1		Materiale detritico costituito da pezzame calcareo	1.50 mt
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11		Calcare micritico di colore bianco, stratificato e con grado di fratturazione variabile, presenza di inclusioni di terra rossa.	18.0 mt
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20		FONDO FORO	

Fig.128 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico "S9".
(fonte dati: lavoro privato)

8.4.4 Parametri geotecnici

I dati provenienti dal rilievo geofisico sono stati elaborati secondo le teorie 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.

I valori di velocità delle onde sismiche misurati in sito correlati 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. Per le teorie e le classificazioni adottate si rimanda alla nota teorica di pag.79.

I parametri derivati risultano verificati nel complesso struttura/terreno cui si riferiscono e risultano associati ad un volume significativo di suolo che, localmente, può presentare caratteri differenti dai valori proposti.

<i>Litologia</i>		calcare		
<i>fratturazione/alterazione</i>		alta	medio-bassa	bassa
Parametri sismici				
velocità onde P	m/s	1100 - 1500	1800 - 2200	3000 - 3400
velocità onde S	m/s	528 - 721	886 - 1108	1632 - 1908
mod. dinamico Young Ed	Mpa	1584 - 3225	4843 - 7842	17861 - 24060
Parametri elasto-meccanici				
densità in sito γ	g/cm ³	2.1 - 2.3	2.3 - 2.4	2.6 - 2.6
mod. statico di Young Es	Kg/cm ²	1207 - 3053	4871 - 8243	19506 - 26473
modulo di taglio G	MPa	587 - 1195	1807 - 2948	6923 - 9472
modulo di Poisson μ		0.35 - 0.35	0.34 - 0.33	0.29 - 0.27
rottura monoassiale in lab.	Kg/cm ²	450 - 500	550 - 600	700 - 750
RQD	%	29 - 37	43 - 51	65 - 70
coesione calcari	t/m ²	16 - 20	23 - 26	31 - 33
indice RMR		43 - 55	62 - 71	85 - 90

8.4.5 Microzonazione sismica

Il territorio comunale di Ruvo di Puglia è classificato come zona sismica di bassa categoria ($Z=3$). In ottemperanza alle NTC 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008, è stata realizzata una indagine sismica con procedura MASW per la determinazione del V_{s30} e relativa individuazione della categoria di sottosuolo.

In allegato alla presente relazione si riportano parametri, coefficienti sismici e spettri di risposta elastica del terreno, determinati in corrispondenza delle indagini Masw e relativi ad interventi edilizi ricadenti in Classe d'uso II.

I suoli rientrano in classe "A"

Per la teoria di calcolo si rimanda invece alla nota teorica di pag.79.

A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m</i>	$V_{s30} > 800$ m/s	1.0
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$360 < V_{s30} \leq 800$ m/s	1.0-1.2
C	<i>Depositi 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_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$180 < V_{s30} \leq 360$ m/s	1.0-1.5
D	<i>Depositi 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_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$V_{s30} \leq 180$ m/s	0.9-1.8
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)</i>	$180 < V_{s30} \leq 360$ m/s $V_{s30} \leq 180$ m/s	1.0-1.6
S1	<i>Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u30} < 20$ 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</i>	$V_{s30} < 100$ m/s	Specifiche analisi
S2	<i>Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti</i>	-	Specifiche analisi

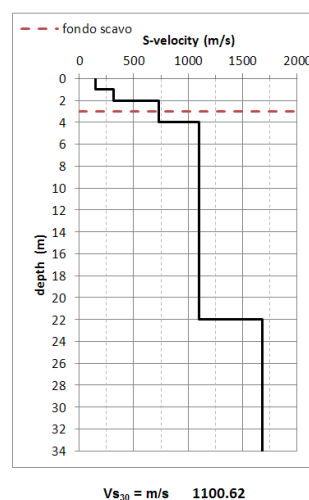
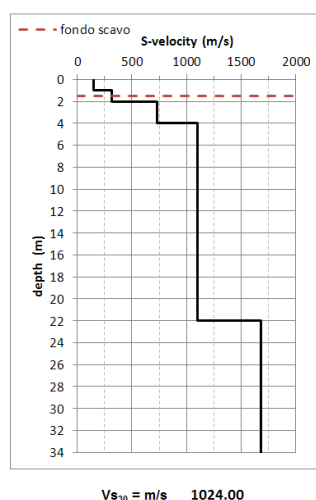


Fig.129 – Profilo V_{s30} medio Masw "M11" a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

8.4.6 Considerazioni conclusive e prescrizioni

Con riferimento alle N.T.A. dell'AdB Puglia si evidenzia che nell'area in oggetto non sono segnalate situazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica e non rientra tra le aree di rischio di cui gli art. 6 e 10 delle NTA del PAI.

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza della falda carsica profonda e dall'assenza di falde superficiali.

Litologicamente l'area è contraddistinta dalla presenza, sotto la copertura agraria/detritica, da un substrato roccioso caratterizzato, nelle porzioni più superficiali, da un maggiore grado di fratturazione/alterazione con inclusioni di terra rossa.

Dal punto di vista morfologico l'intera Area 4 non presenta criticità legate a fenomeni di instabilità in atto. Considerata comunque la natura carsica dei terreni di fondazione occorre ribadire che le maggiori insidie sono rappresentate dalla potenziale presenza di cavità volumetricamente significative e/o di consistenti sacche di terra rossa. Assume, dunque, importanza strategica la programmazione di indagini preventive a qualunque intervento atte a verificare l'eventuale esistenza di tali anomalie.

Le indagini eseguite hanno permesso di classificare il terreno di fondazione in Classe A; considerate anche le condizioni topografiche e litologiche è possibile escludere qualunque rischio di liquefazione e/o densificazione dei terreni e potenziali amplificazioni alla risposta sismica locale.

In previsione di nuovi interventi progettuali, il piano di sedime delle strutture di fondazione dovrà necessariamente essere localizzato sotto la copertura agraria/detritica e comunque in corrispondenza degli strati rocciosi dotati di proprietà e caratteristiche geomeccaniche compatibili con le opere a realizzarsi.

Nella fase esecutiva di nuovi progetti, con la necessità di predisporre piani di sicurezza, dovranno essere studiate ed approfondite le problematiche concernenti l'esecuzione degli scavi di fondazione e la stabilità dei fronti di scavo. Dovrà infatti essere attentamente valutato lo stato di discontinuità dell'ammasso roccioso al fine di identificare puntualmente aree a pericolosità di crolli lungo le pareti dello scavo; per scavi in trincea a fronte verticale, di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti deve essere prevista un'armatura di sostegno delle pareti di scavo (D.M. 14.01.08)

E' necessario sottolineare che tutte le considerazioni riportate hanno carattere esclusivamente generale per l'intera Area 4, pertanto ogni nuovo intervento dovrà essere preliminarmente vagliato e progettato sulla base di ulteriori e mirate indagini geognostiche.

8.5 Area 5

8.5.1 Caratteri locali

L'Area 5 è ubicata nella parte meridionale dell'abitato e copre una superficie di circa 20 Ha.

Ricade nella Tavoletta IGM F° 177 III NO "Ruvo di Puglia" a ridosso degli elementi 437062 "Ruvo di Puglia" e 437073 "Parco Comunale" della Carta Tecnica Regionale.

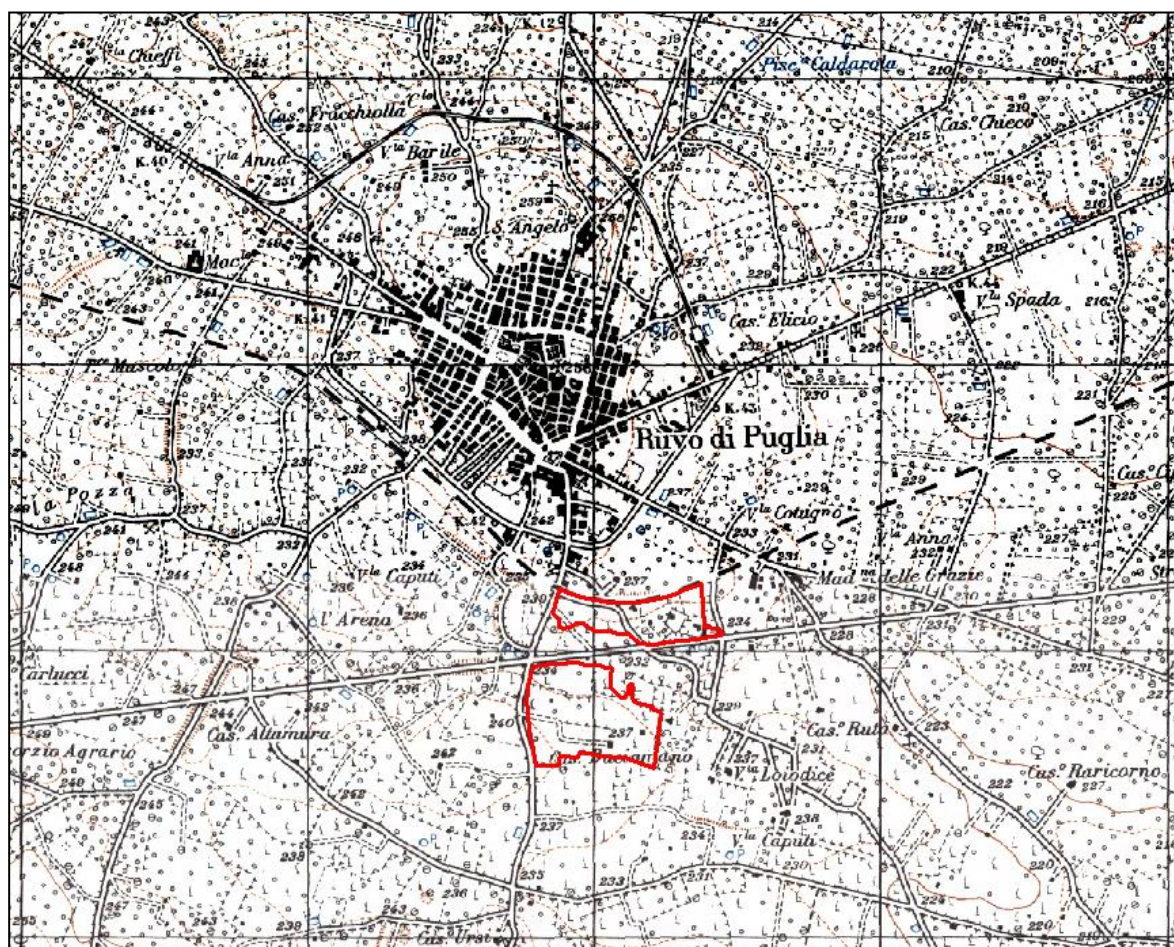


Fig. 130 –Individuazione Area 5 su base IGM

Topograficamente digrada con deboli pendenze da W-SW a E-NE con quote che variano da circa 237 m s.l.m. a circa 230 m s.l.m., con una pendenza massima di circa 0.5° pari a circa 0.9%.

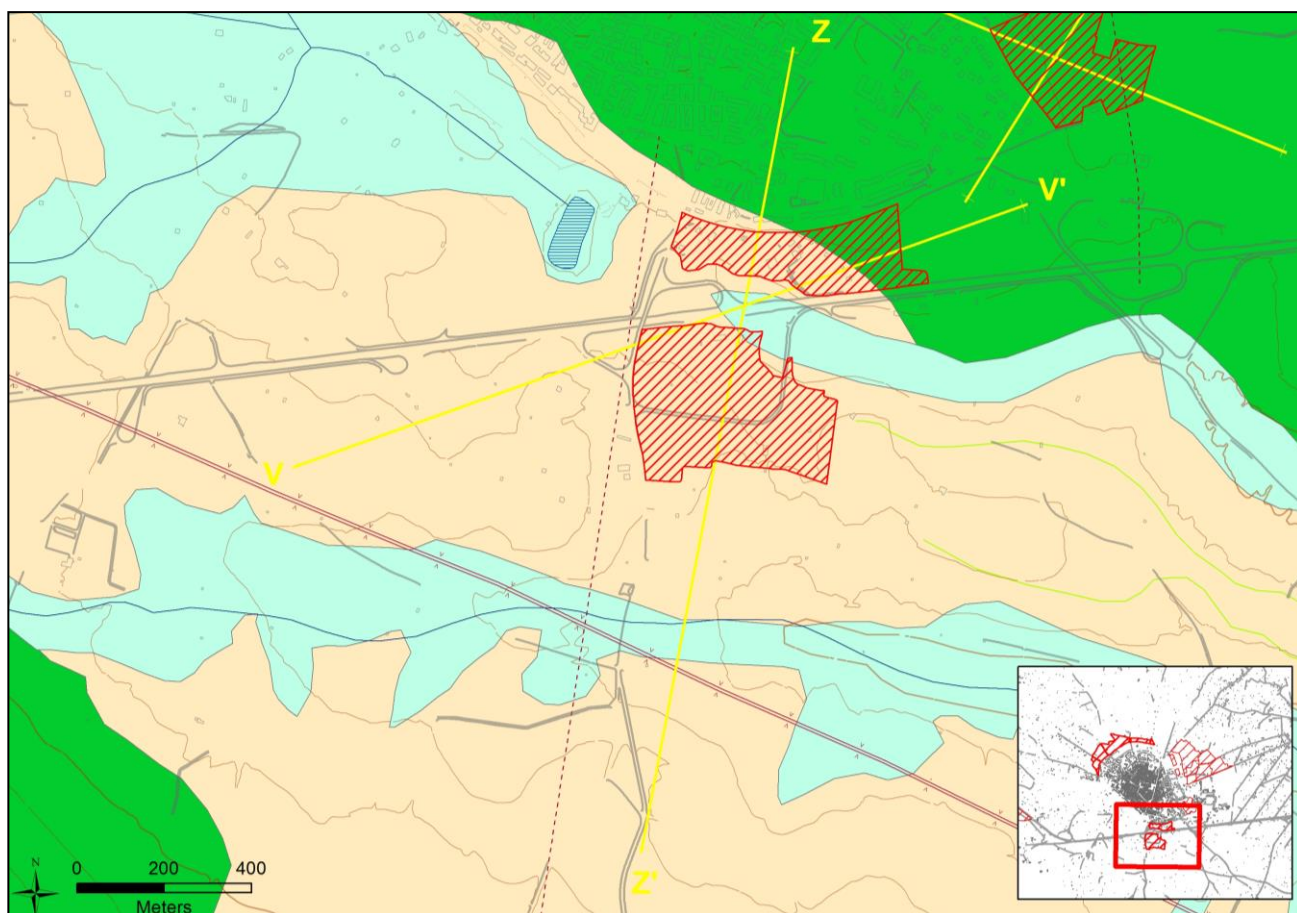
Per il dettaglio delle sezioni morfologiche si rimanda alle Fig. 133 ed alla Tav.RG.4

Dal punto di vista morfologico (fig.132), l'area è attraversata da una blanda incisione valliva, con asse grossomodo coincidente con la s.p. 231 e pendenze massime di circa 1,5°. Detta incisione, parzialmente modificata dalle infrastrutture viarie presenti in zona, convoglia le acque di ruscellamento superficiale, alimentando il vasto bacino idrografico della "Lama Balice", che attraversa i territori comunali di Bitonto e di Bari.

Dal punto di vista geologico, l'Area 5 si attesta su diversi litotipi, riferibili a formazioni di età differenti. Nel settore nord-orientale dell'area affiorano i calcari detritici appartenenti alla Formazione del Calcare di Bari (Turoniano – Barremiano), blandamente deformati in assetto sinforme, con asse della sinclinale orientato NO-SE. Su questa unità poggiano in discordanza le unità a prevalente componente arenitica, costituite da depositi calcareo-arenaceo-argillosi appartenenti alla Formazione dei Tufi delle Murge (Pleistocene). Lo spessore di questa unità varia lateralmente attraverso l'area 5, raggiungendo i 20 metri in corrispondenza dell'asse della sinclinale, come dimostrato da indagini geognostiche dirette e indirette, ed assottigliandosi via via verso nordest. Localmente, lungo il fondo delle incisioni vallive, sono presenti depositi sciolti a prevalente componente pelitica, che rappresentano depositi alluvionali, con spessori di pochi metri.



Fig.131 – Stralcio Ortofoto

**Litologia del substrato**

- Unità prevalentemente calcarea o dolomitica
- Unità a prevalente componente argillosa
- Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica
- Unità a prevalente componente arenitica
- Unità a prevalente componente ruditica
- Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile
- Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico
- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica
- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa

Traccia di sezione geologica

Area di nuova espansione urbana (in pianta)

Area di nuova espansione urbana (in sezione)

Tettonica

- Faglia
- Faglia presunta
- Asse di anticlinale certo
- Asse di anticlinale presu.
- Asse di sinclinale certo
- Asse di sinclinale presunto
- Strati suborizzontali ($<10^\circ$)
- Strati poco inclinati ($10^\circ-45^\circ$)
- Strati molto inclinati ($45^\circ-80^\circ$)
- Strati subverticali ($>80^\circ$)
- Strati rovesciati
- Strati contorti

FORME DI VERSANTE

- Orlo di scarpata delimitante forme semispianate
- Cresta affilata
- Cresta smussata
- Asse di dislivello

FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA

- Ripa di erosione

Fig. 132: Stralcio della Carta Idro-geomorfologica della Regione Puglia con ubicazione dell'Area 5 e traccia delle sezioni geologiche.



Fig. 133: Sezioni geologiche V-V', Z-Z'

8.5.2 Compatibilità con il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia

Con riferimento alle Norme Tecniche di Attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico, approvato con Delibera Regionale n.39 del 30 novembre 2005, l'Area 1 non ricade in area a pericolosità idraulica e a rischio geomorfologico [Carta di Rischio e della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica aggiornata al 01/06/2015].

L'area in oggetto non è inoltre interessata da reticoli idrografici e non rientra tra le aree di rischio di cui gli art. 6 e 10 delle NTA del PAI [Carta Idrogeomorfologica aggiornata al 09.06.2015]

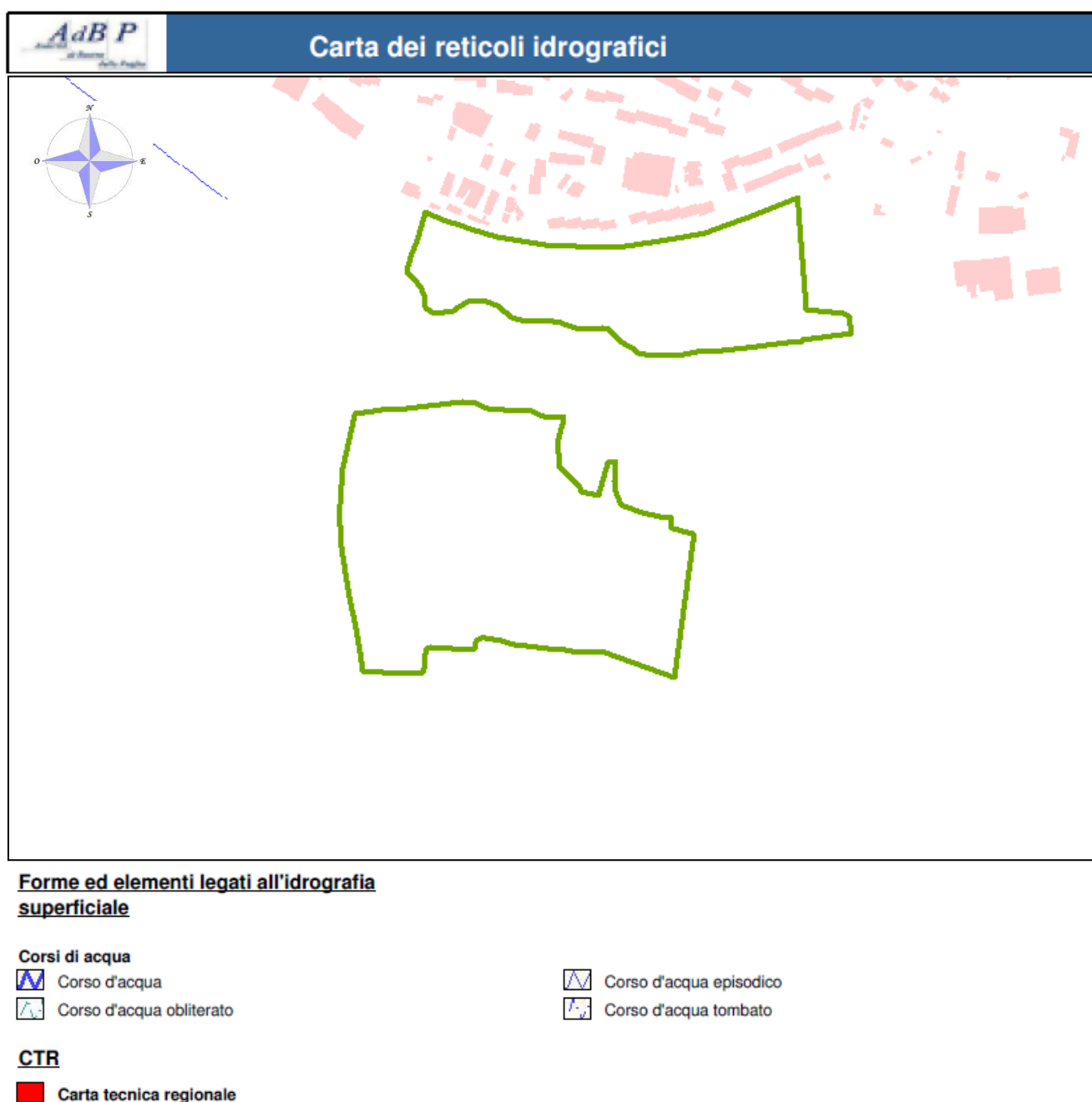


Fig. 134: Stralcio Carta dei Reticoli Idrografici (AdB Puglia)

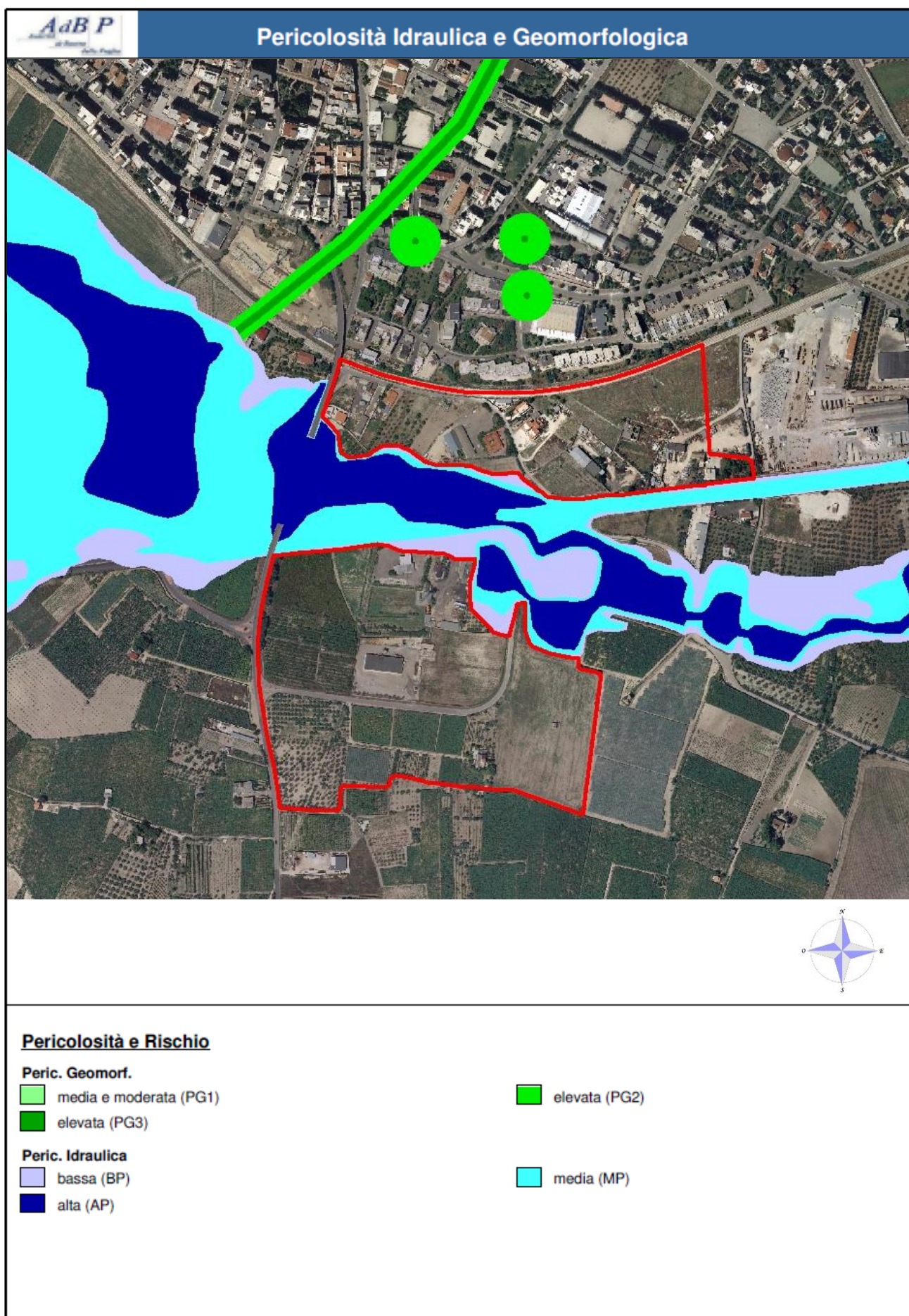


Fig. 135: Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica (AdB Puglia)

8.5.3 Indagini geognostiche

La litostratigrafia e le caratteristiche geomeccaniche sono state ricostruite sulla base dei dati rivenienti da 7 prospezioni geofisiche, tipo sismica a rifrazione, e 4 indagini Masw ubicate come da stralcio planimetrico di fig.136.

Nel complesso i risultati ottenuti hanno permesso di ricostruire il seguente assetto litostratigrafico:

- depositi di copertura : presentano uno spessore variabile da zona a zona con valori medi di circa 2 metri. Le velocità delle onde sismiche risultano generalmente comprese in un range variabile tra 200 e 400 m/sec con locali incrementi fino a 500-600 m/sec in relazione al maggiore approfondimento e grado di compattazione; la facies di riferimento è quella del terreno vegetale e dei depositi alluvionali ;
- depositi calcareo-arenaceo-argillosi: presentano uno spessore estremamente variabile da zona a zona e comunque in generale aumento lungo la direttrice N-S. Trattasi generalmente di depositi limo-sabbiosi caratterizzati da velocità delle onde P comprese tra 500 e 1100 m/sec, passanti nelle porzioni più profonde a termini più argillosi, e caratterizzati da velocità Vp fino a 1700-1800 m/sec.
- calcari: rappresentano il bed-rock della successione stratigrafica, trattasi di una successione di strati calcarei caratterizzati nelle porzioni più superficiali da un maggiore grado di fratturazione/alterazione; la quota di rinvenimento del tetto calcareo risulta estremamente variabile da zona a zona e comunque in generale approfondimento verso le porzioni meridionali dell'area in studio.

Le indagini dirette, realizzate all'interno dell'Area 5 in occasione di precedenti studi geologici, confermano appieno i dati di estrema variabilità evidenziati dalle indagini geofisiche. In particolare i carotaggi "S10-S11 ed S12" realizzati sull'area della nuova Cantina Crifo, mostrano, al di sotto della copertura agraria spessa mediamente 2m, un basamento calcareo caratterizzato da roccia da molto fratturata a fratturata con presenza di terra rossa. Il carotaggio "S13", realizzato durante i lavori di costruzione dell'Elaiopolio ed ubicato a circa 350 m a SW della Cantina Crifo, ha evidenziato, al di sotto di un metro di terreno vegetale, un livello di circa 4m di limi sabbiosi poggianti su argille siltose indagate fino ad una quota di 15 m dal p.c.

In tutti i carotaggi eseguiti non sono state intercettate falde acquifere. A tale proposito occorre evidenziare che nei depositi quaternari sono spesso presenti falde acquifere sospese, confinate essenzialmente all'interno di lenti sabbiose; trattasi di falde a carattere prettamente stagionale, dislocate a quote differenti e non sempre localizzabili in fase di studio.

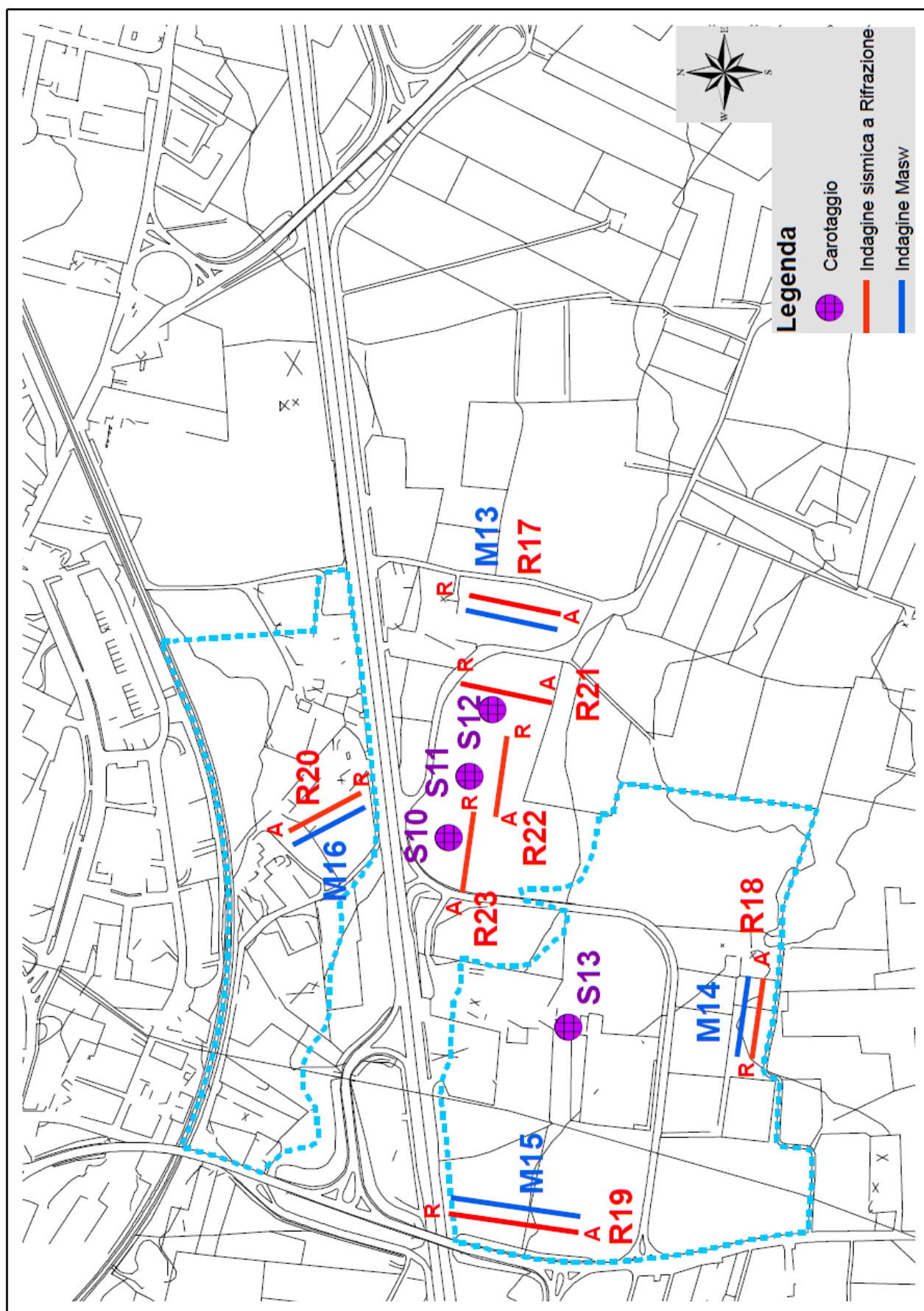


Fig.136 – Stralcio planimetrico "Area 5" con ubicazione delle indagini geognostiche

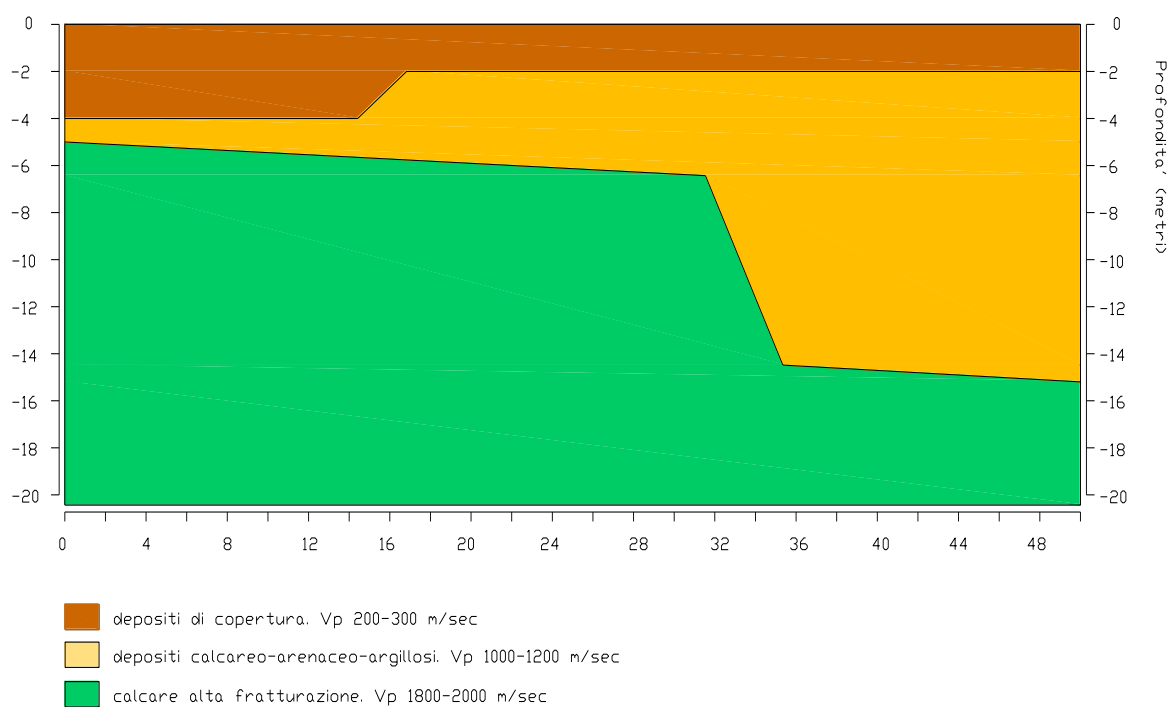


Fig.137 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R17"

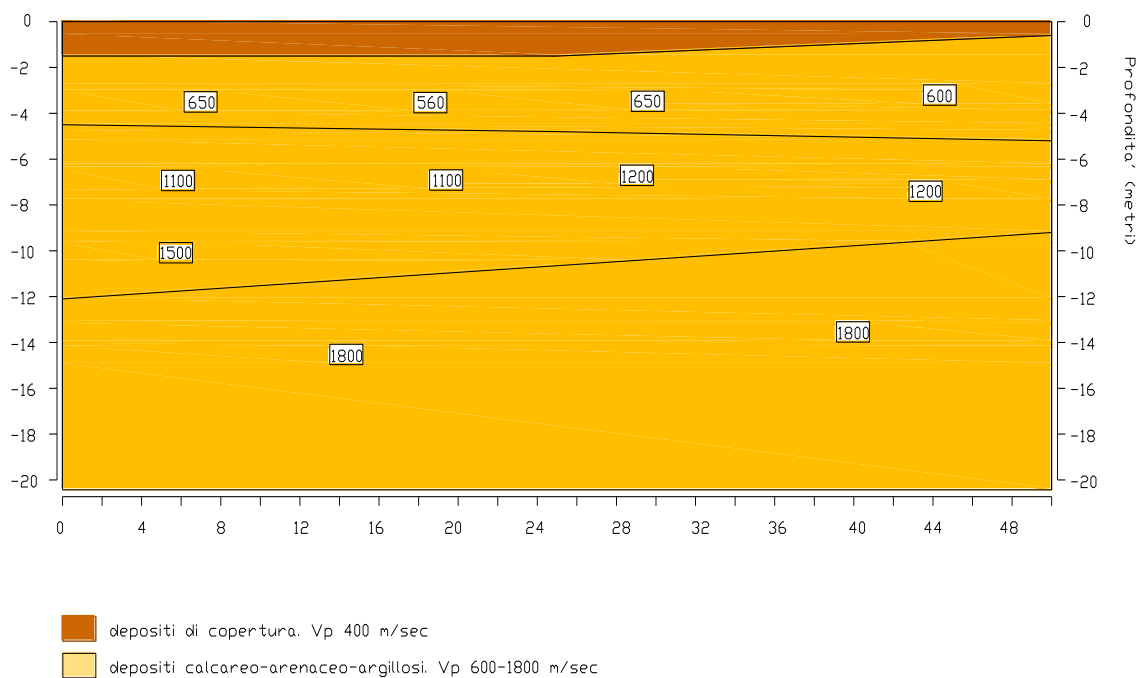


Fig.138 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R18"

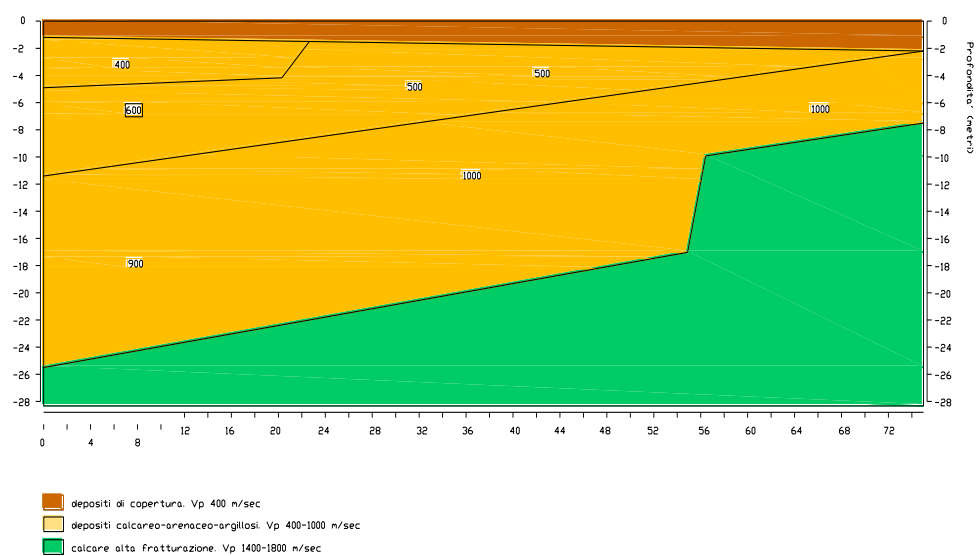


Fig.139 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R19"

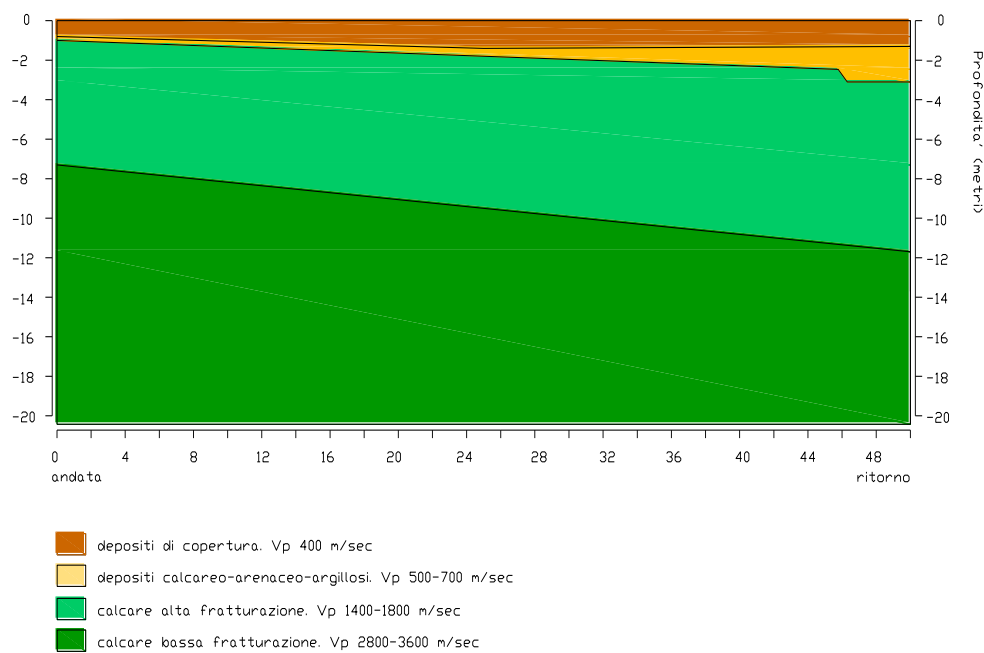


Fig.140 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R20"

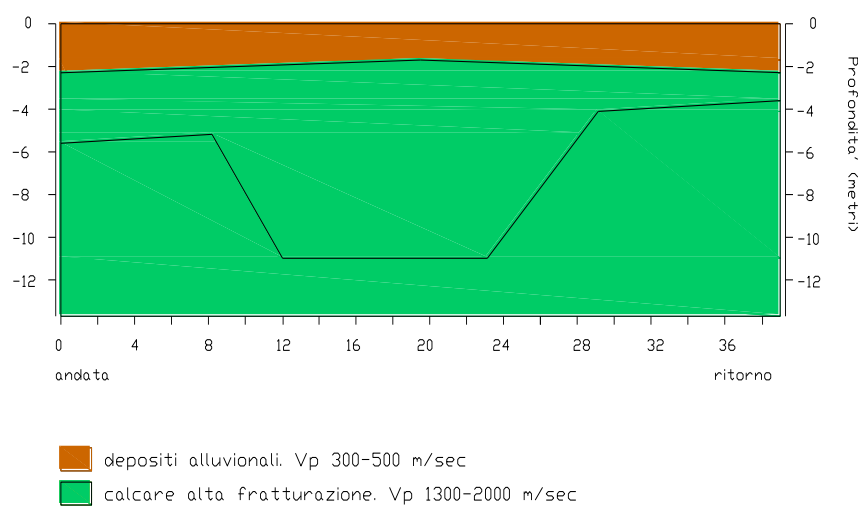


Fig. 141 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R21"

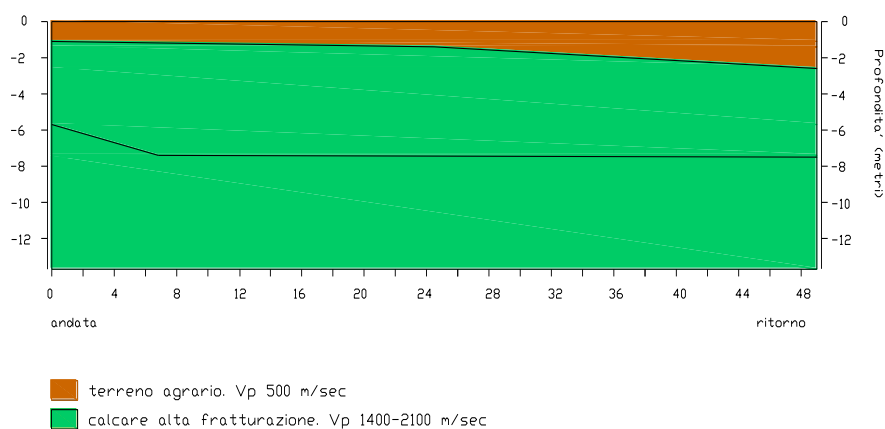


Fig. 142 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R22"

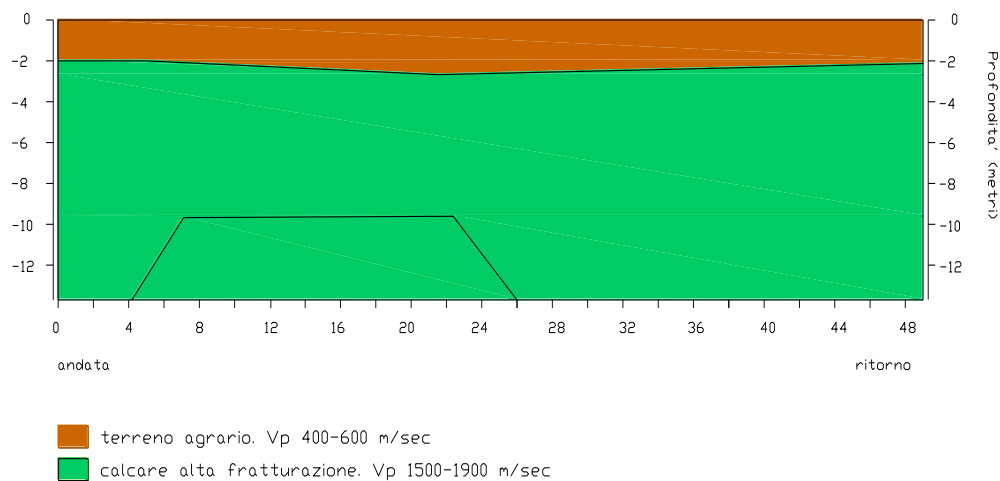


Fig. 143 – Sezione sismostratigrafica base sismica "R23"

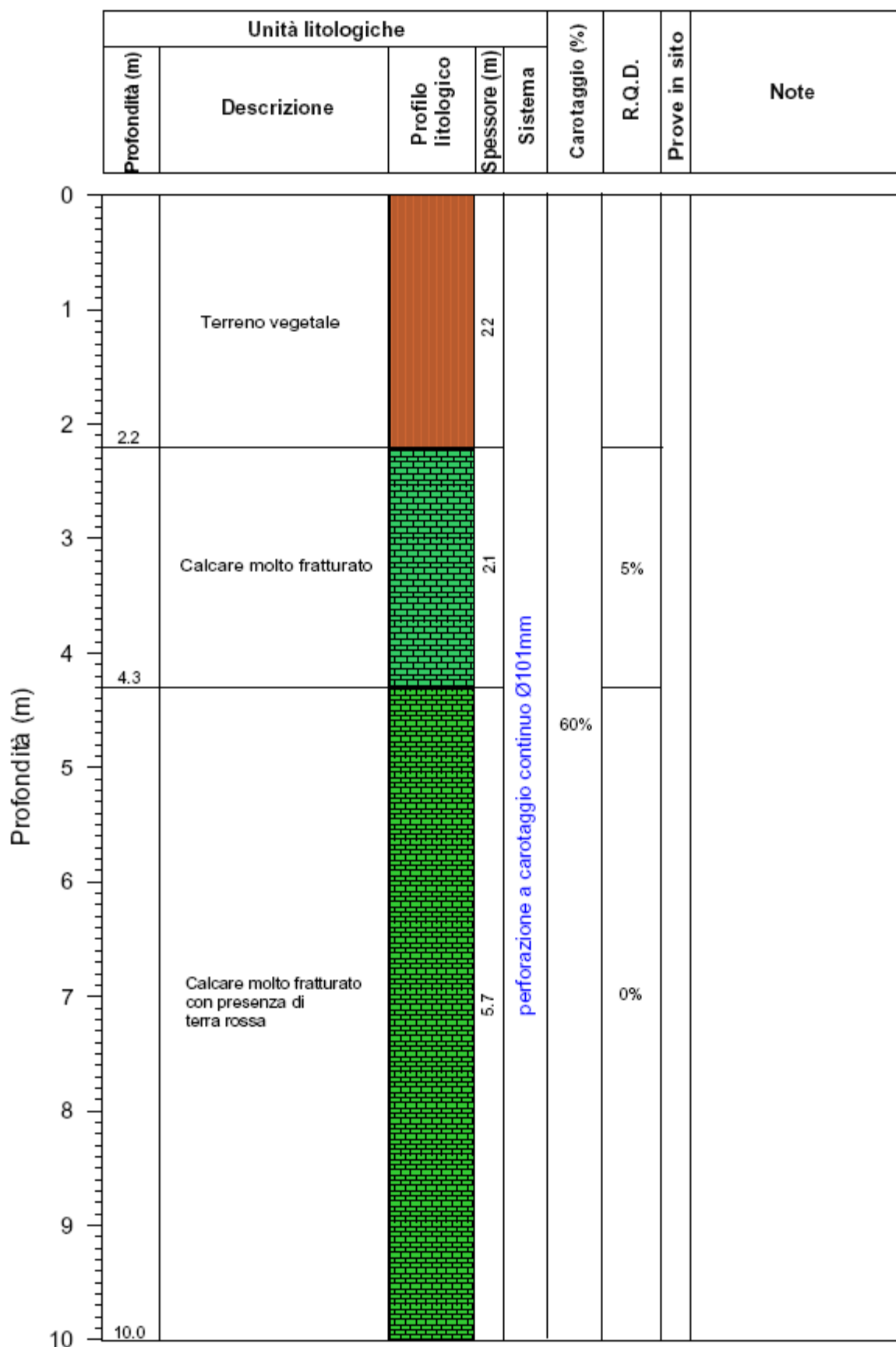


Fig.144 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico "S10".
(fonte dati: lavoro privato)

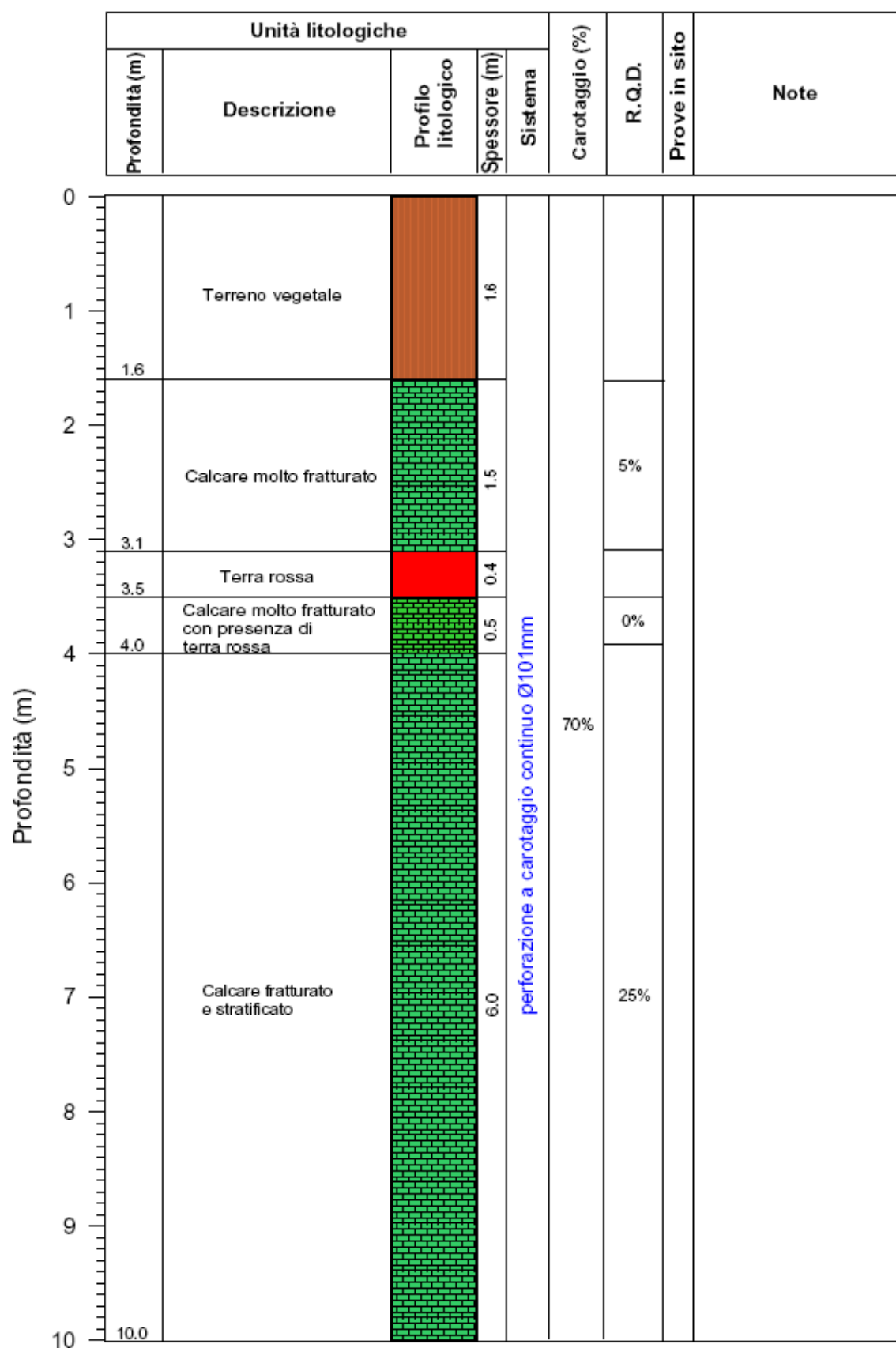


Fig. 145 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico "S11".
(fonte dati: lavoro privato)

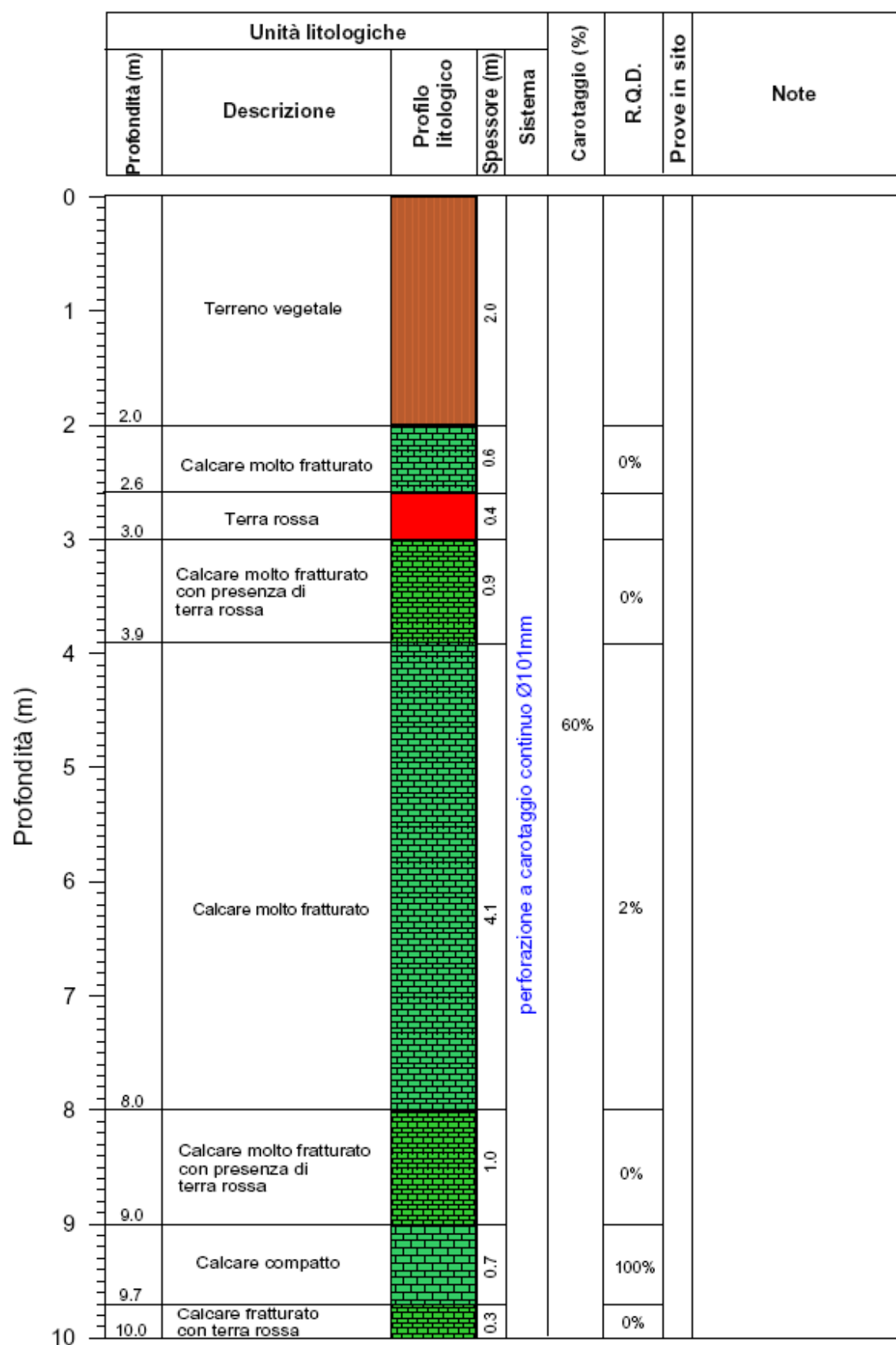


Fig.146 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico "S12".
(fonte dati: lavoro privato)

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Committente							
Località					Sondaggio N°		
Profondità Sondaggio	10	[m]	Metodo di perforazione		Rotazione		
Prof. falda dal piano campagna	ASSENTE	[m]	φ di perforaione	100	Quota	233	s.l.m

Stratigrafia	Falda	Descrizione	Spessore
0		Terreno agrario fufaceo di colore beige	1.00 mt
1			3.00 mt
2		Limi sabbioso-siltosi con livelli e ciottoli di natura carbonatica	
3			
4			
5			
6			
7			
8		Argille siltose grigio-azzurre, tenaci e compatte, plastiche. Presenza di ossidi ferrosi e frustoli carboniosi. Intercalazioni di livelli marnosi biancastri e livelli francamente sabbiosi.	11.00 mt
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15		FONDO FORO	

Fig.147 – Colonna stratigrafica sondaggio meccanico "S13".
(fonte dati: PRGC – Ruvo di Puglia)

8.5.4 Parametri geotecnici

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

I valori di velocità delle onde sismiche misurati in sito correlati 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. Per le teorie e le classificazioni adottate si rimanda alla nota teorica di pag.79.

I parametri derivati risultano verificati nel complesso struttura/terreno cui si riferiscono e risultano associati ad un volume significativo di suolo che, localmente, può presentare caratteri differenti dai valori proposti.

<i>Litologia</i>		Depositi calcareo-arenaceo-argillosi			
Parametri sismici					
velocità onde P	m/s	500 - 700	900 - 1100	1700 - 1800	
velocità onde S	m/s	200 - 210	240 - 300	320 - 330	
mod. dinamico Young Ed	Mpa	160 - 230	340 - 526	668 - 743	
Parametri geotecnici					
densità in sito γ	g/cm ³	1.7 - 1.8	1.9 - 2.0	2.2 - 2.3	
modulo di taglio G	MPa	68 - 79	115 - 180	225 - 250	
modulo di Poisson μ		0.40 - 0.45	0.46 - 0.46	0.48 - 0.48	
angolo di attrito	gradi	16 - 16	15 - 15	15 - 15	
coesione cu	Kpa	0.98 - 0.98	1.95 - 2.95	4.90 - 4.90	

<i>Litologia</i>		<i>calcare</i>	
<i>fratturazione/alterazione</i>		alta	medio-bassa
Parametri sismici			
velocità onde P	m/s	1300 - 2000	2800 - 3500
velocità onde S	m/s	624 - 1007	1497 - 1965
mod. dinamico Young Ed	Mpa	2317 - 5849	14564 - 25496
Parametri elasto-meccanici			
densità in sito γ	g/cm ³	2.2 - 2.4	2.5 - 2.6
mod. statico di Young Es	Kg/cm ²	2032 - 6713	15799 - 28088
modulo di taglio G	MPa	858 - 2436	5602 - 10038
modulo di Poisson μ		0.35 - 0.33	0.3 - 0.27
rottura monoassiale in lab.	Kg/cm ²	500 - 600	700 - 750
RQD	%	33 - 47	61 - 73
coesione calcari	t/m ²	18 - 25	30 - 34
indice RMR		49 - 67	81 - 91

8.5.5 Microzonazione sismica

Il territorio comunale di Ruvo di Puglia è classificato come zona sismica di bassa categoria ($Z=3$). In ottemperanza alle NTC 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008, sono state realizzate 4 indagini sismiche con procedura MASW per la determinazione del V_{s30} e relativa individuazione della categoria di sottosuolo.

Di seguito si riportano i profili del V_{s30} calcolati a profondità di 1,5 m e 3,0 m dal piano campagna mentre, in allegato alla presente relazione, si riportano i relativi spettri e sismogrammi oltre ai parametri e coefficienti sismici.

I suoli rientrano nelle seguenti categorie:

- Indagine M13: Classe "B"
- Indagine M14: Classe "C"
- Indagine M15: Classe "C"
- Indagine M16: Classe "A"

Per la teoria di calcolo si rimanda invece alla nota teorica di pag.79.

A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m</i>	$V_{s30} > 800$ m/s	1.0
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$360 < V_{s30} \leq 800$ m/s	1.0-1.2
C	<i>Depositi 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_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$180 < V_{s30} \leq 360$ m/s	1.0-1.5
D	<i>Depositi 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_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)</i>	$V_{s30} \leq 180$ m/s	0.9-1.8
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)</i>	$180 < V_{s30} \leq 360$ m/s $V_{s30} \leq 180$ m/s	1.0-1.6
S1	<i>Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u30} < 20$ 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</i>	$V_{s30} < 100$ m/s	Specifiche analisi
S2	<i>Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti</i>	-	Specifiche analisi

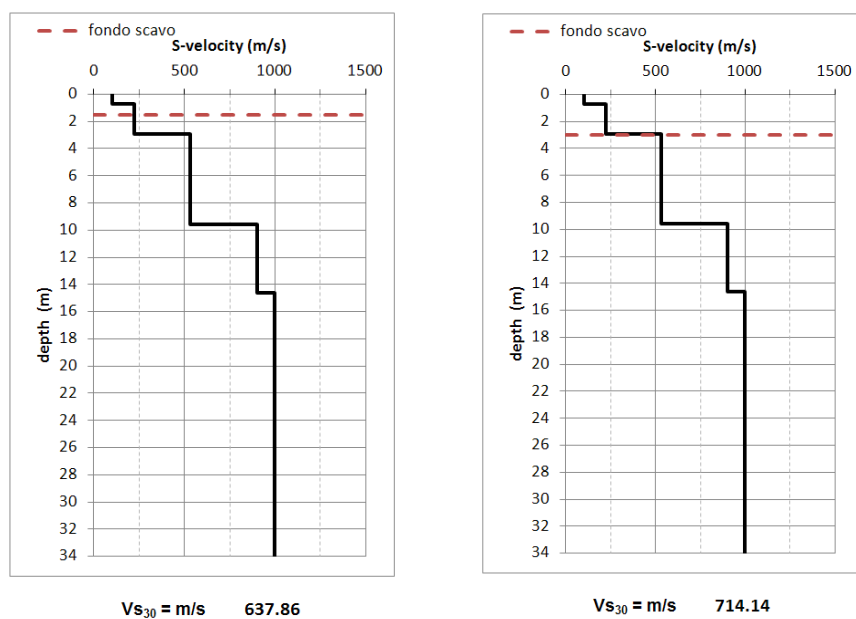


Fig.148 – Profilo V_{s30} medio Masw "M13" a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

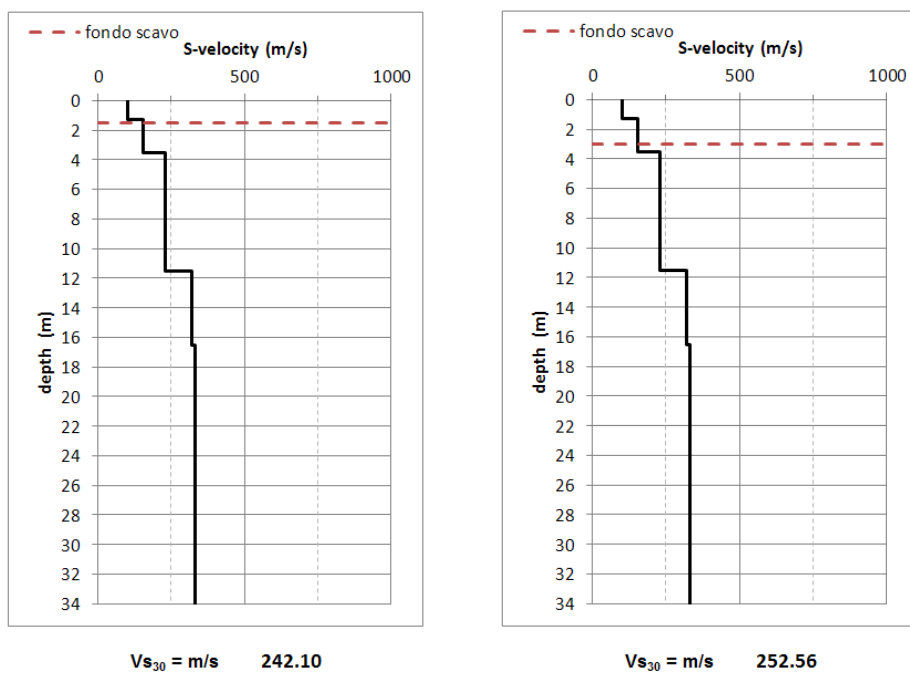
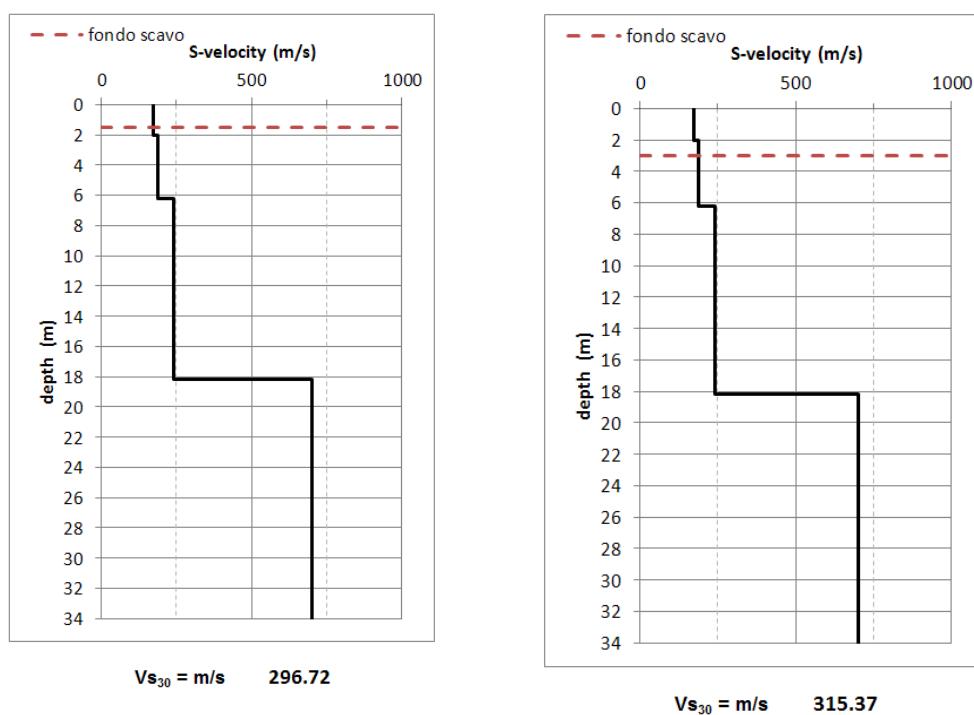
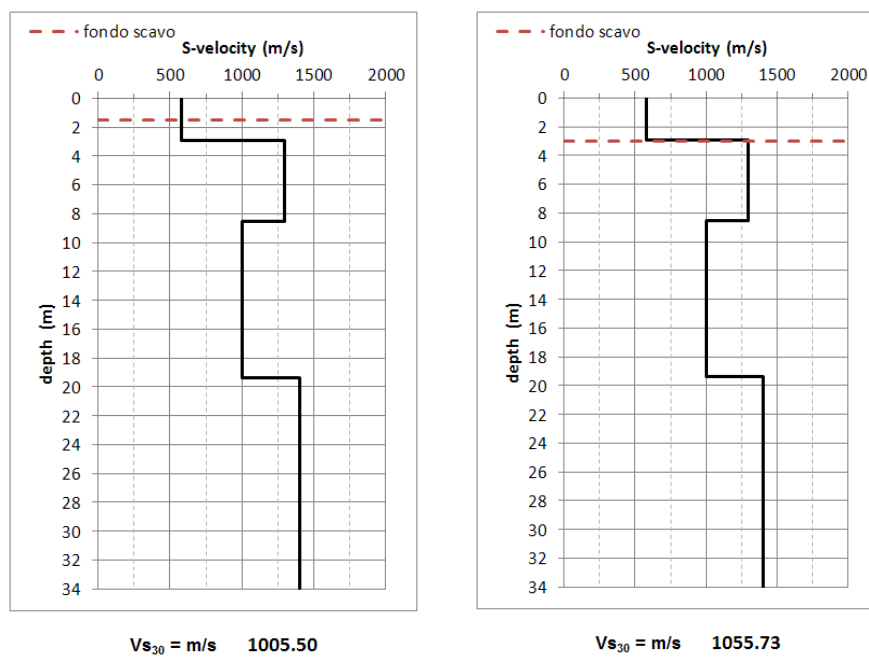


Fig.149 – Profilo V_{s30} medio Masw "M14" a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

Fig.150 – Profilo V_{s30} medio Masw "M115" a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.Fig.151 – Profilo V_{s30} medio Masw "M16" a quota -1.50 e -3.00 m dal p.c.

8.5.6 Considerazioni conclusive e prescrizioni

Con riferimento alle N.T.A. dell'AdB Puglia si evidenzia che nell'area in oggetto non sono segnalate situazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica e non rientra tra le aree di rischio di cui gli art. 6 e 10 delle NTA del PAI.

Litologicamente l'area è contraddistinta dalla presenza di un'estesa copertura di sedimenti quaternari, costituiti da lembi di depositi alluvionali, poggianti su depositi calcareo-arenaceo-argillosi stratigraficamente trasgressivi sul basamento calcareo mesozoico.

Gli spessori dei depositi quaternari sono estremamente variabili da zona a zona con generale ispessimento nelle fascia più meridionale dell'Area 5. Anche la facies di riferimento di tali depositi risulta molto variabile, passando da termini più marcatamente arenitici, a differente grado di cementazione, a termini francamente argillosi.

Dal punto di vista idrogeologico particolare rilevanza assume la presenza di falde sospese, spesso a carattere prettamente stagionale, e confinate all'interno di lenti sabbiose poste a quote diverse rispetto al piano campagna.

Per il loro carattere stagionale, le falde sospese possono essere di difficile intercettazione anche durante l'esecuzione d'indagini geognostiche dirette.

Per tutti i progetti previsti nell'area in studio, occorrerà valutare attentamente la presenza di tali falde senza mai trascurare la possibilità che le stesse possano nel tempo attivarsi. Particolare attenzione progettuale dovrà essere dedicata alla gestione e smaltimento delle acque meteoriche; dovranno prevedersi accorgimenti tecnici atti all'isolamento e protezione delle strutture fondali e di eventuali piani interrati e seminterrati da potenziali fenomeni infiltrativi, soprattutto in considerazione del fatto che trattandosi di depositi potenzialmente soggetti a saturazione, si possono registrare scadimenti dal 20% al 35% dei parametri geotecnici.

Le indagini eseguite hanno permesso di rilevare anche una grande variabilità delle Classi del Terreno di fondazione (A, B e C) anche a distanze relativamente brevi in virtù della elevata eterogeneità tridimensionale dei litotipi presenti.

Riguardo al rischio sismico locale, non si rilevano condizioni topografiche tali da determinare manifestazioni di amplificazione.

Non possono invece essere esclusi a priori fenomeni di densificazione e liquefazione laddove si verificano particolari combinazioni litologiche ed idrogeologiche. Questi fattori di amplificazione sismica dovranno pertanto essere valutati in fase progettuale alla luce di specifiche e puntuali indagini geognostiche.

Nella fase esecutiva di nuovi progetti, data la necessità di predisporre piani di sicurezza, dovranno essere studiate ed approfondite le problematiche concernenti l'esecuzione degli scavi di fondazione e la stabilità dei fronti di scavo.

Per scavi in trincea a fronte verticale, di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista un'armatura di sostegno delle pareti di scavo (D.M. 14.01.08); qualora gli sbancamenti dovessero intercettare il basamento calcareo si dovrà accuratamente valutare lo stato di discontinuità

dell'ammasso roccioso al fine di identificare puntuali aree a pericolosità di crollo lungo le pareti dello scavo.

In corrispondenza di aree caratterizzate da modesti spessori dei depositi quaternari, si consiglia l'approfondimento del piano di sedime fino all'intercettazione del basamento calcareo.

E' necessario sottolineare che tutte le considerazioni riportate hanno carattere esclusivamente generale per l'intera Area 5, pertanto ogni nuovo intervento dovrà essere preliminarmente vagliato e progettato sulla base di ulteriori e mirate indagini geognostiche.

Allegato Indagini sismiche

Di seguito si riportano le elaborazioni delle indagini geofisiche (sismogrammi, dromocrone, spettro F-V) oltre ai parametri, coefficienti sismici e spettri di risposta elastica del terreno, determinati in corrispondenza del sito d'indagine. Le elaborazioni si riferiscono ad interventi edilizi ricadenti in Classe d'uso II.

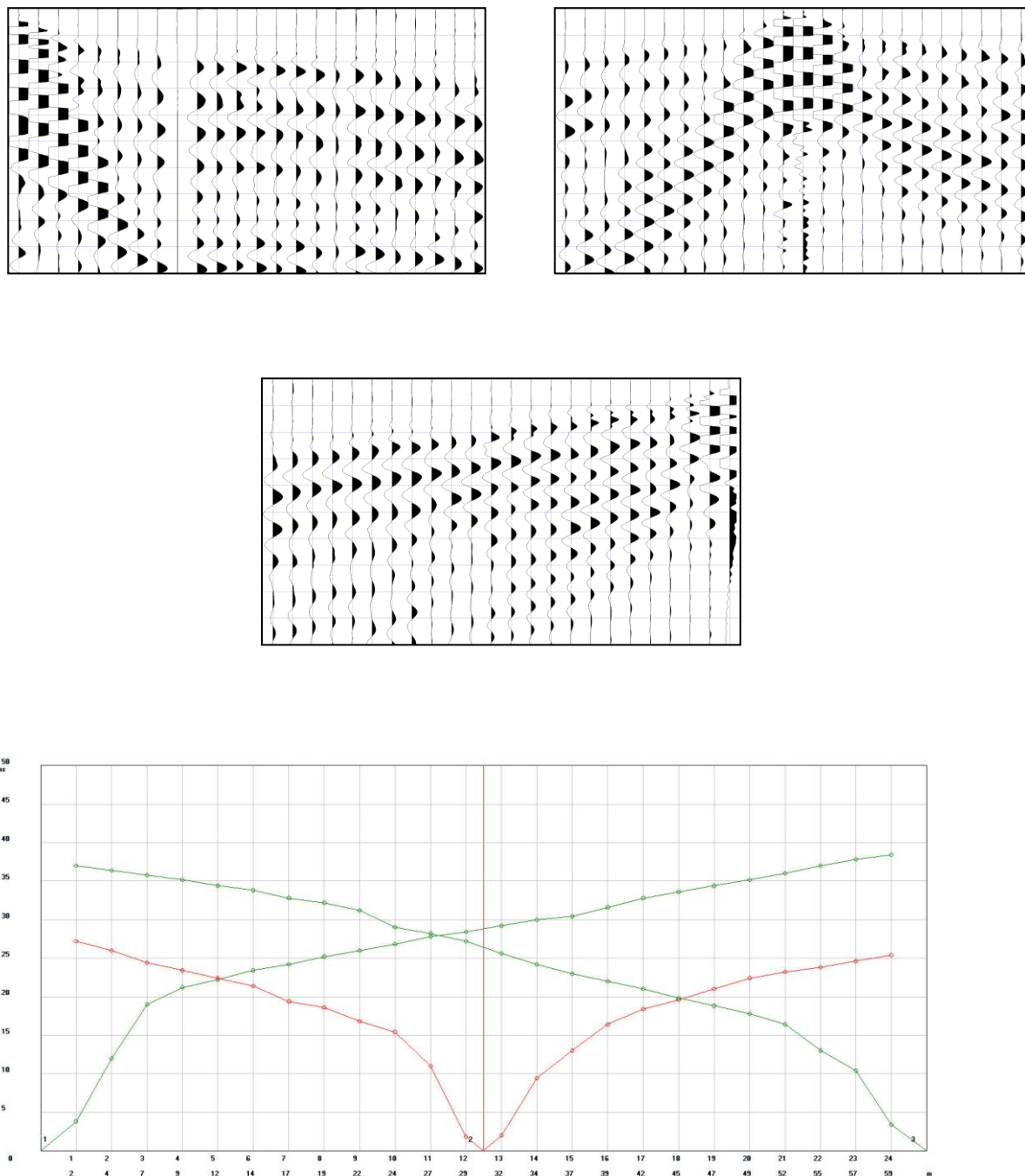
AREA 1

Fig. 1 -Sismogrammi e dromocrona Indagine R1A

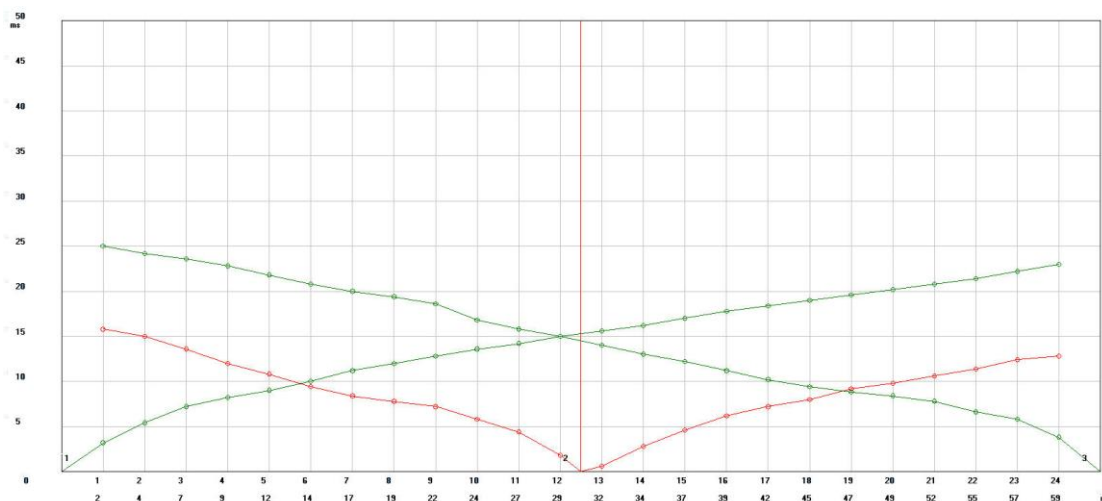
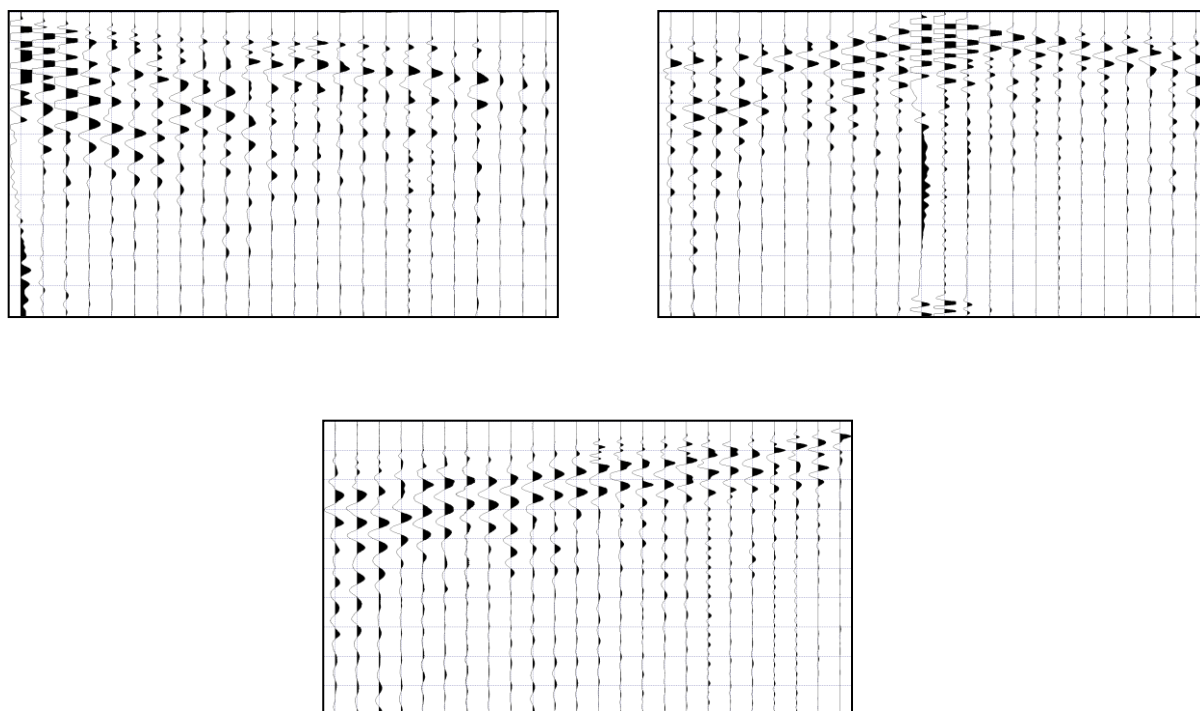


Fig. 2 -Sismogrammi e dromocrona Indagine R1B

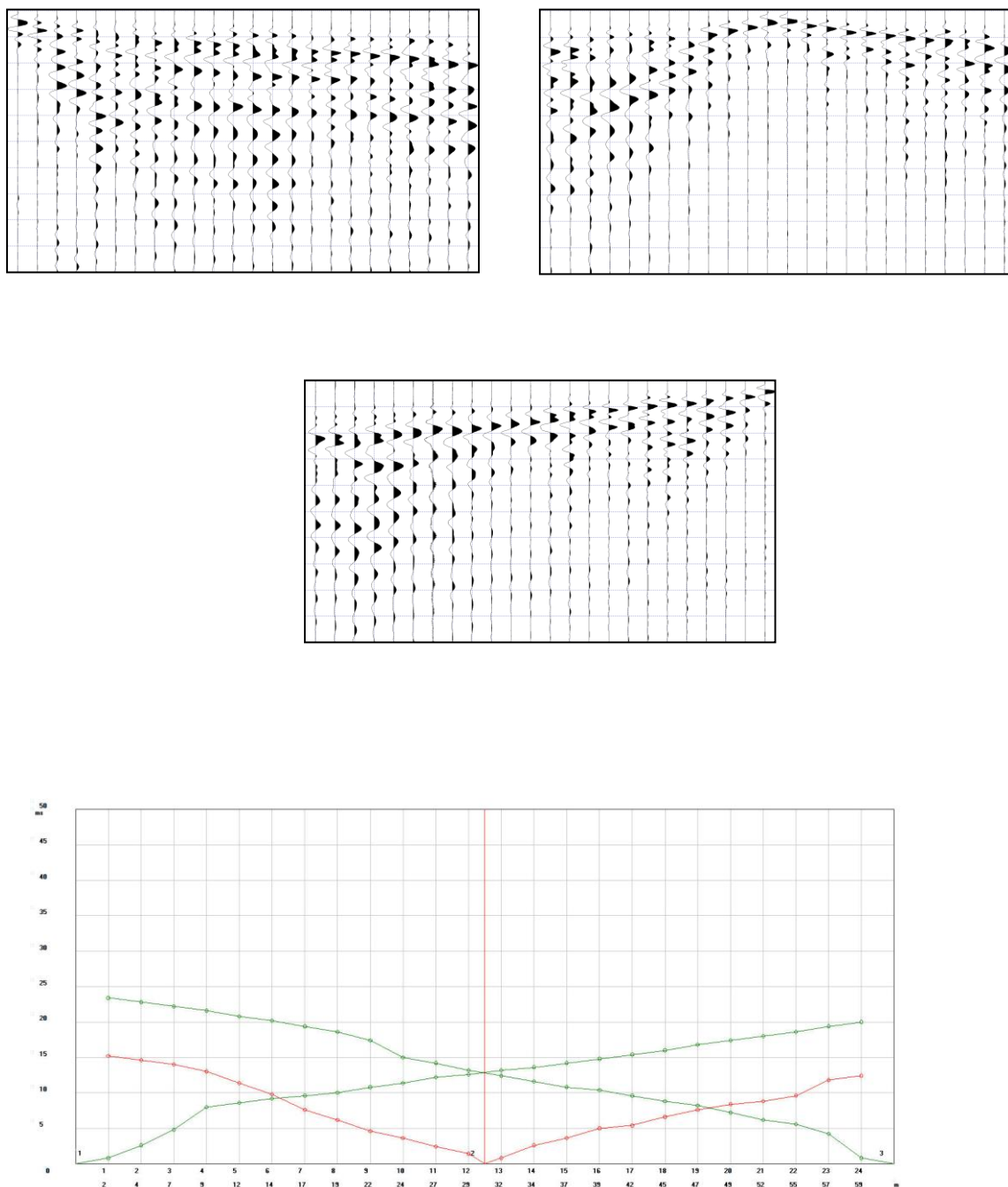


Fig. 3 -Sismogrammi e dromocrona Indagine R1C

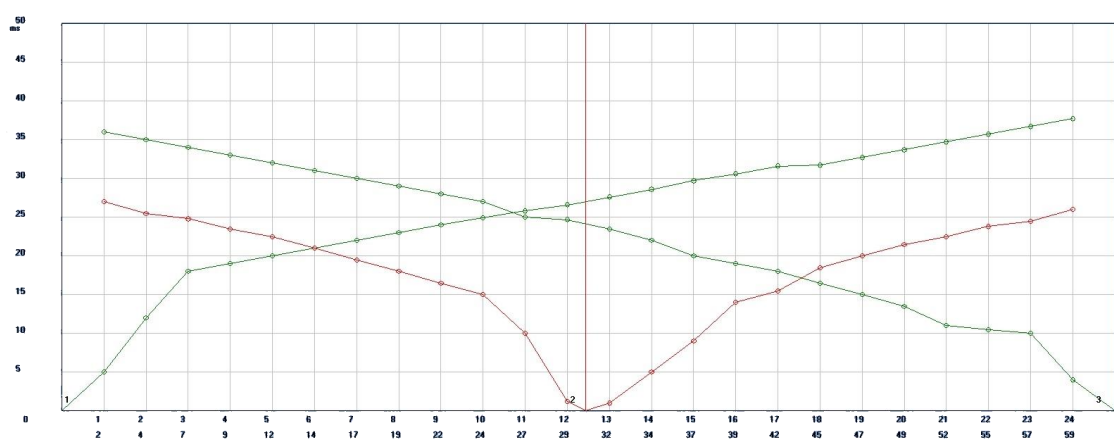
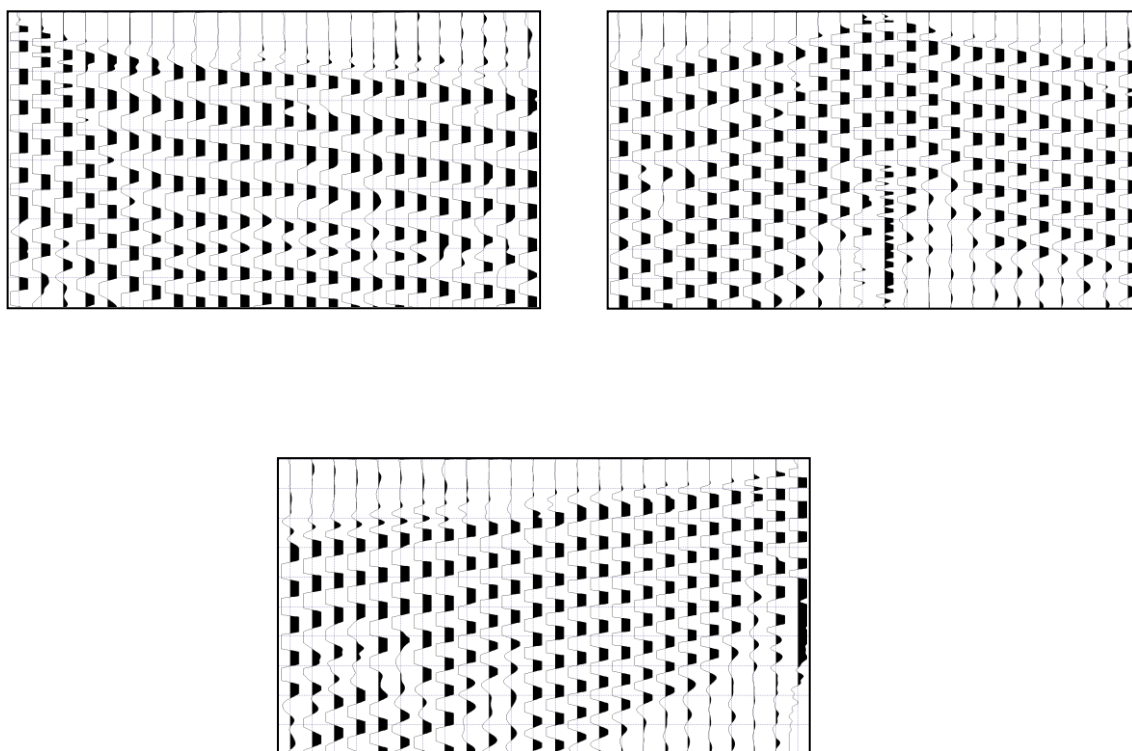


Fig. 4 -Sismogrammi e dromocrona Indagine R1D

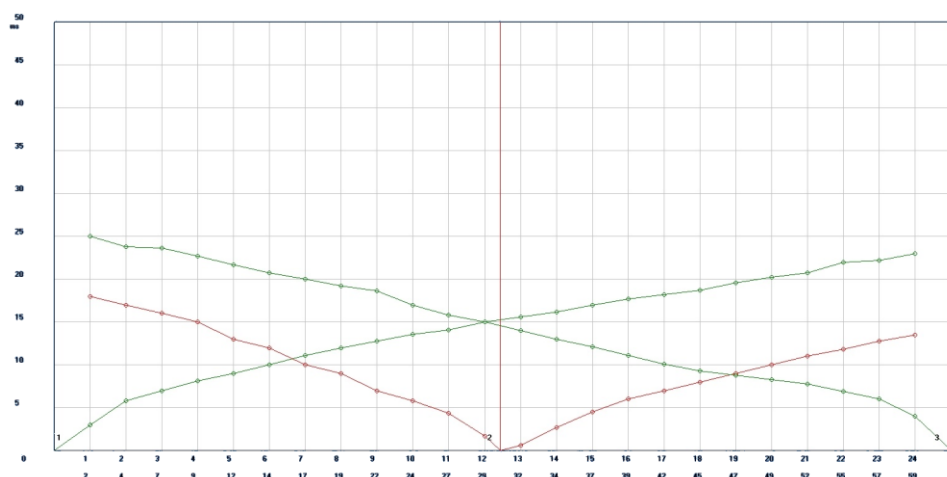
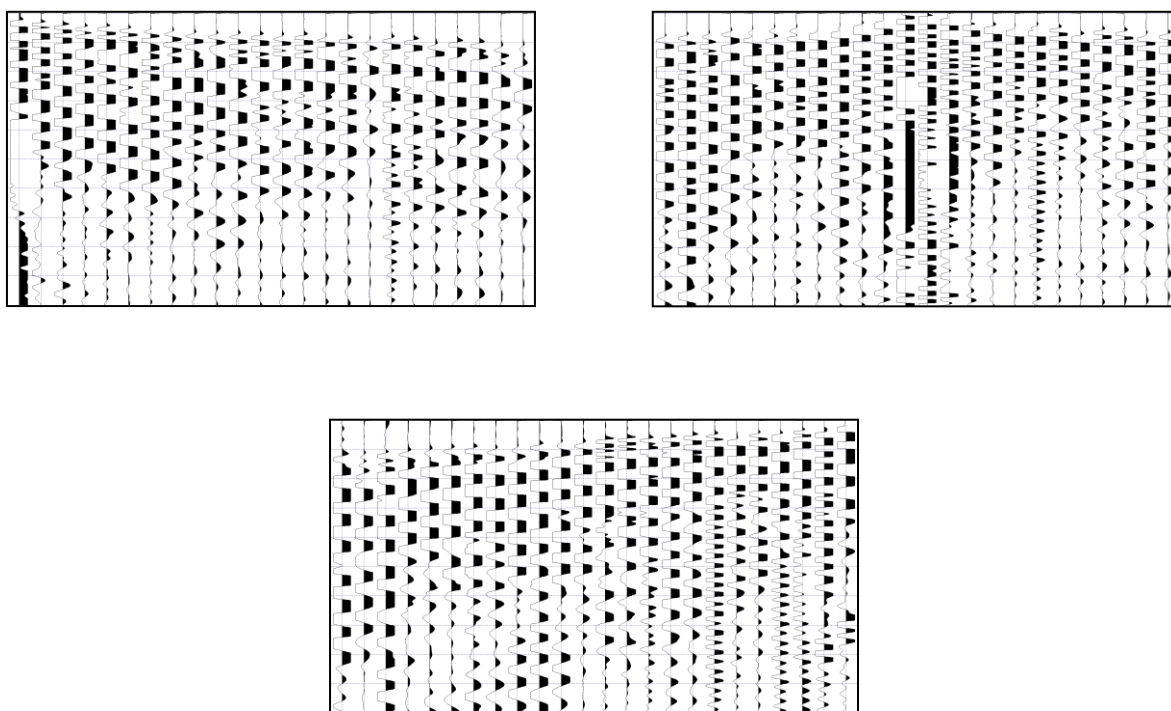


Fig. 5 -Sismogrammi e dromocrona Indagine R1E

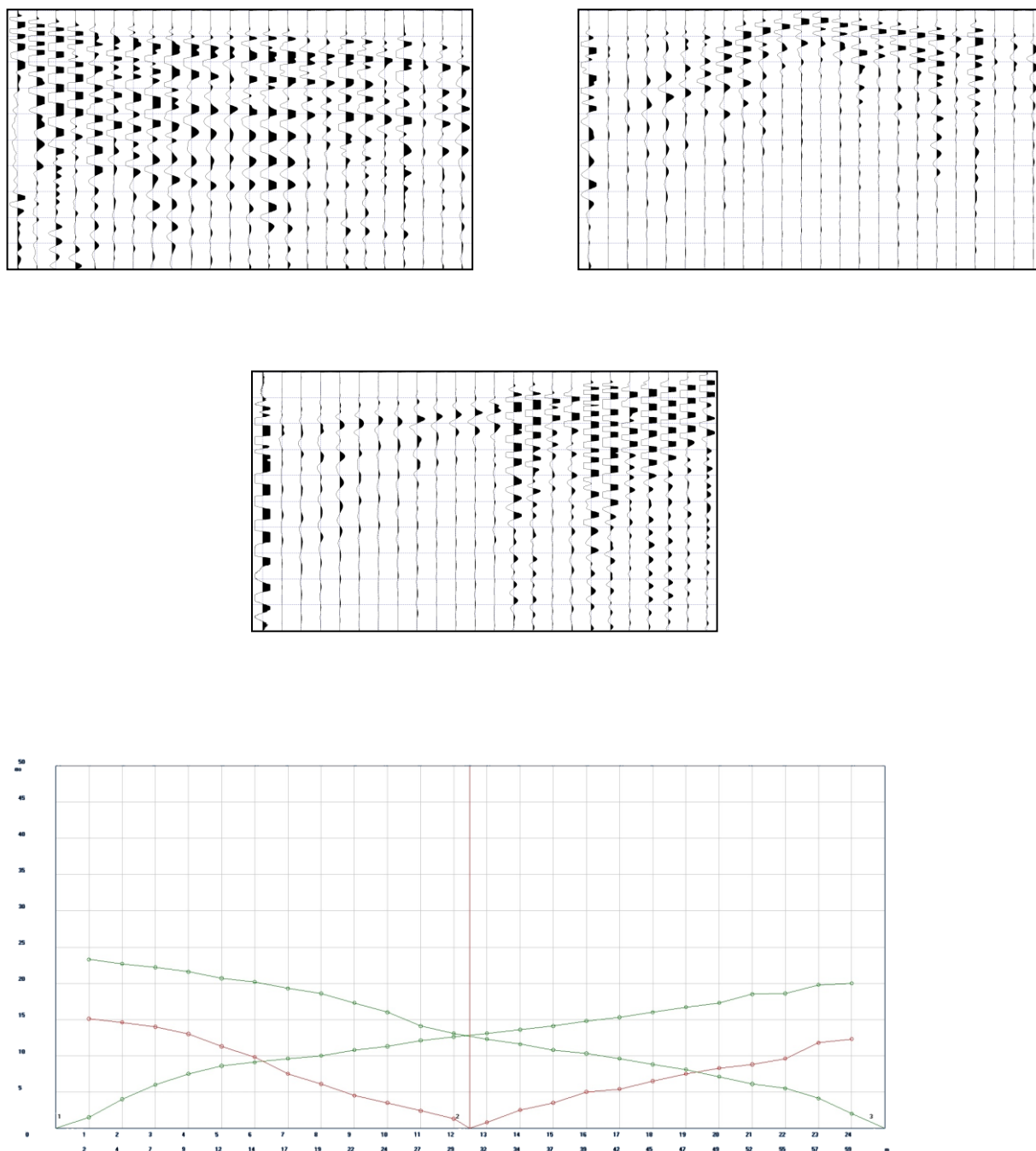


Fig. 6 -Sismogrammi e dromocrona Indagine R1F

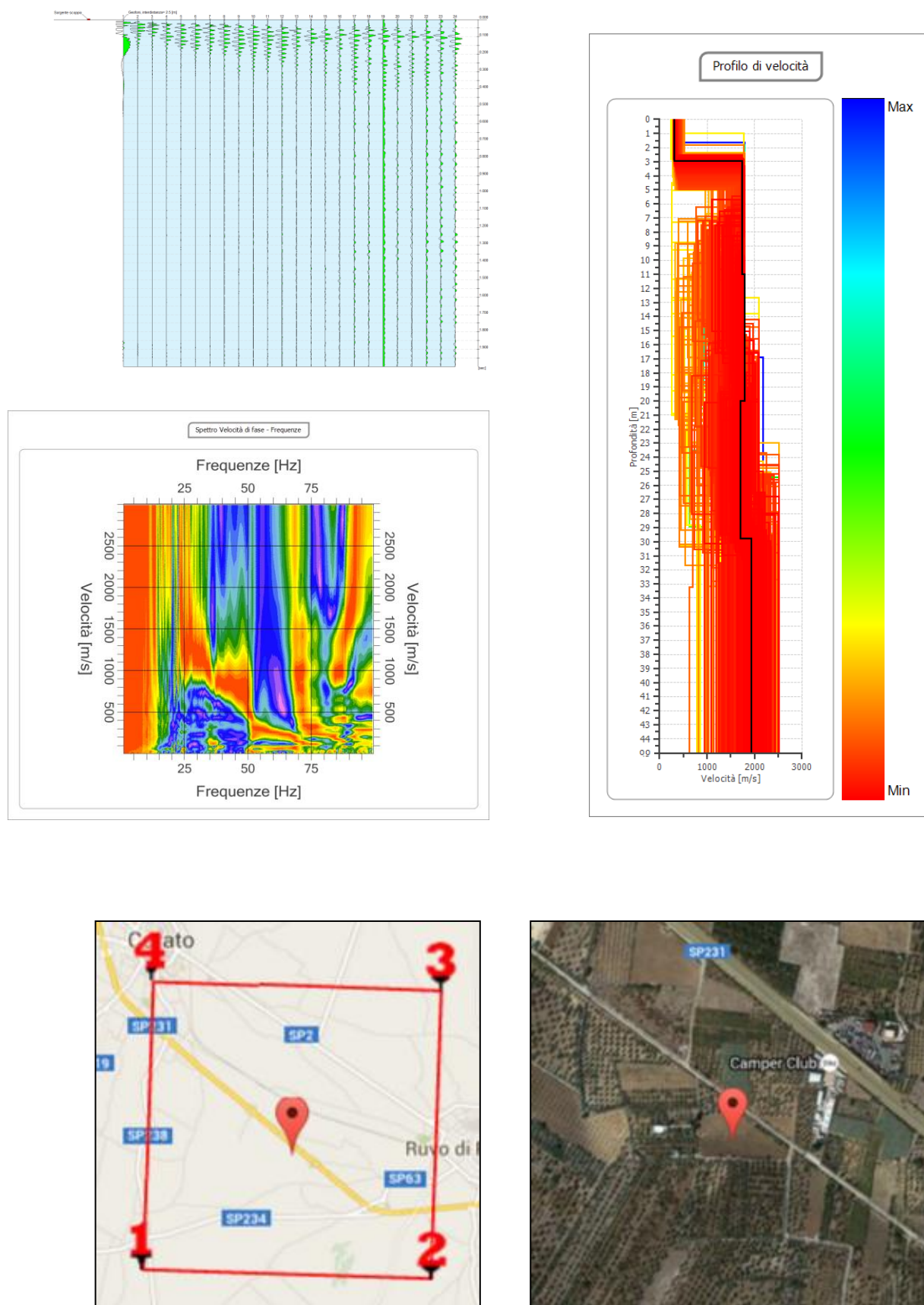


Fig.7- Indagine Masw M1A: sismogramma, spettro F-V, profilo di velocità e reticolo sismico di riferimento

(1)* Coordinate WGS84
 Lat. 41,116074 ° Long. 16,443202 °
 (1)* Coordinate ED50
 Lat. 41,117051 ° Long. 16,444028 °
 Classe dell'edificio
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche ▼ Cu = 1
 Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)
 Interpolazione Media ponderata ▼
 Calcola

Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	T _c ' [s]
Operatività (SLO)	30	0,036	2,526	0,261
Danno (SLD)	50	0,046	2,525	0,296
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,162	2,456	0,353
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,235	2,415	0,357
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

☐ Muri di sostegno
 ☒ Stabilità dei pendii e fondazioni
 ☐ Paratie

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1

us (m) 0.1

Categoria sottosuolo A ▼

Categoria topografica T1 ▼

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *	1,00	1,00	1,00	1,00

Amplificazione stratigrafica 1,00 1,00 1,00 1,00

Coeff. funz categoria 1,00 1,00 1,00 1,00

St * 1,00 1,00 1,00 1,00

Amplificazione topografica 1,00 1,00 1,00 1,00

☐ Personalizza acc.ne massima

 attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,044	0,071
kv	0,004	0,005	0,022	0,035
Amax [m/s ²]	0,349	0,449	1,588	2,309
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

Calcola

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

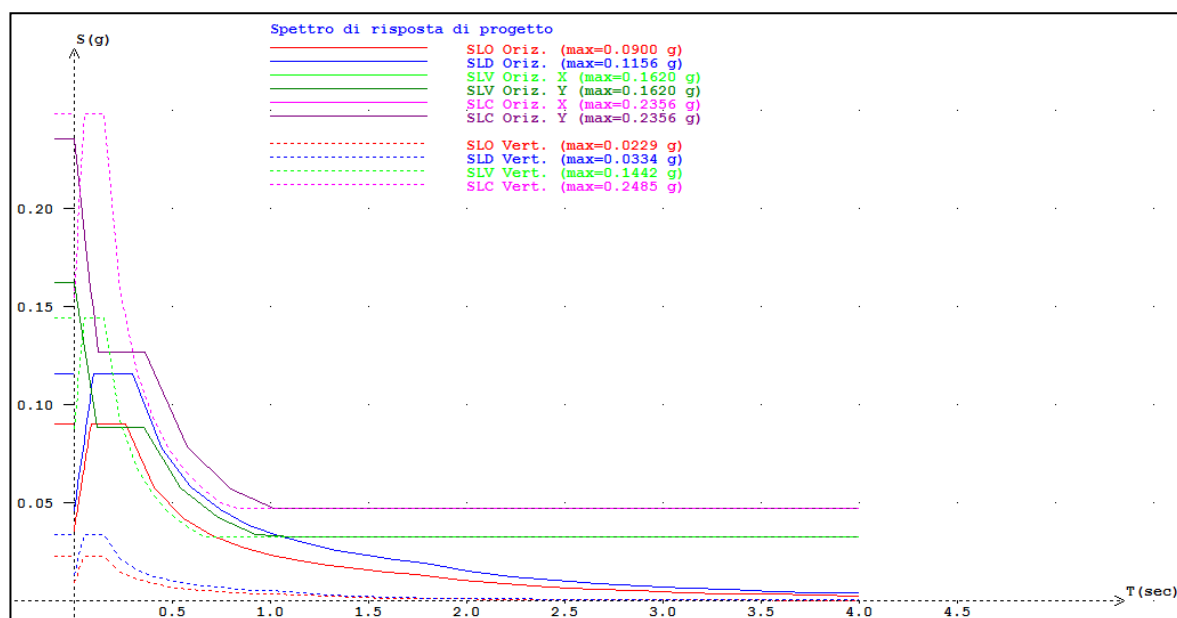


Fig.8 –Indagine Masw M1A: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

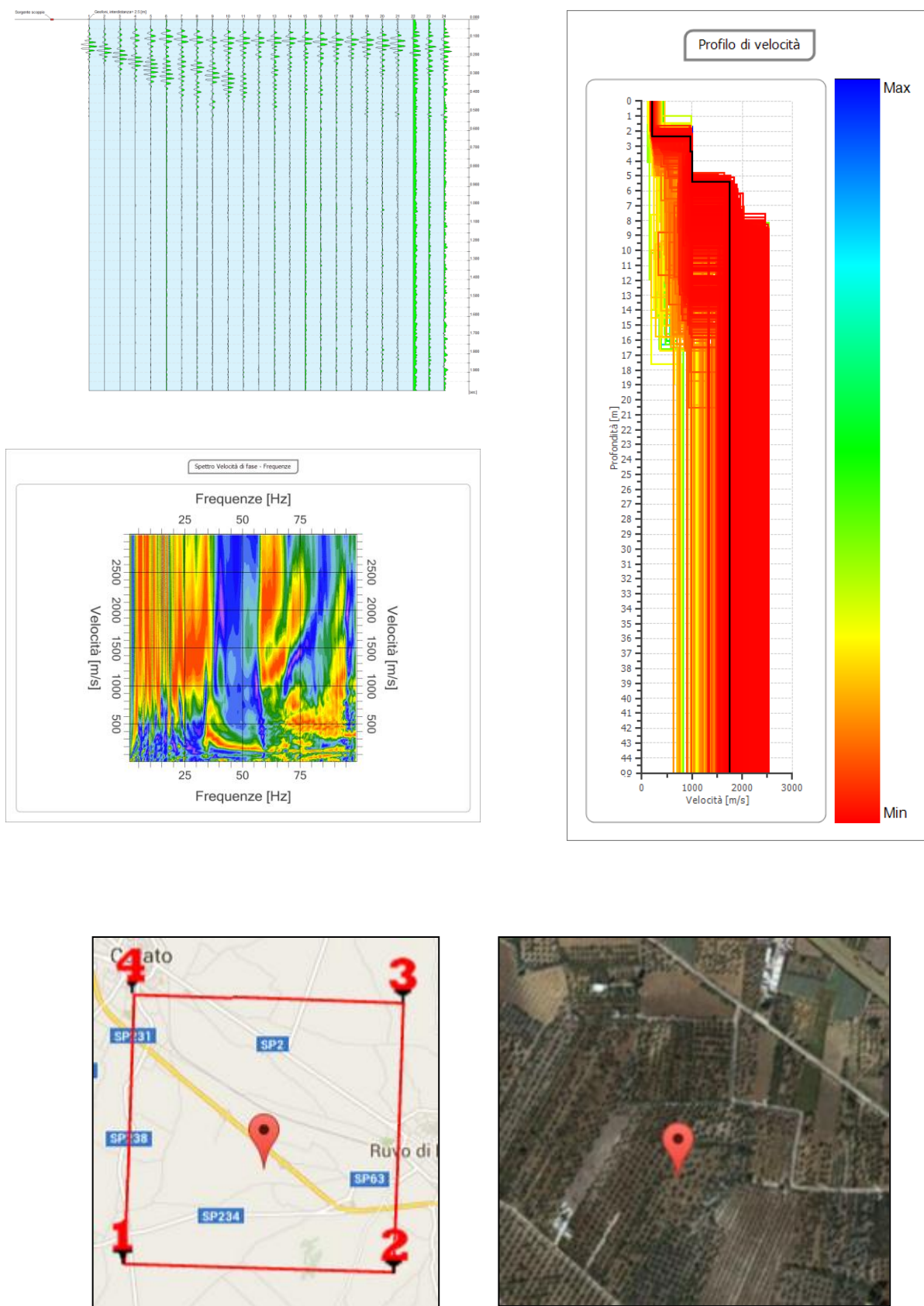


Fig.9- Indagine Masw M1B: sismogramma, spettro F-V, profilo di velocità e reticolo sismico di riferimento

(1)* Coordinate WGS84
 Lat. 41,114085 ° Long. 16,443223 °
 (1)* Coordinate ED50
 Lat. 41,115062 ° Long. 16,444049 °
 Classe dell'edificio
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche ▼ Cu = 1
 Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)
 Interpolazione Media ponderata ▼
 Calcola

Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	T _c * [s]
Operatività (SLO)	30	0,036	2,526	0,261
Danno (SLD)	50	0,046	2,524	0,296
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,162	2,456	0,353
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,235	2,415	0,357
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

☐ Muri di sostegno
 ☒ Paratie

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1

us (m) 0.1

Categoria sottosuolo A ▼

Categoria topografica T1 ▼

SLO SLD SLV SLC

Ss* 1,00 1,00 1,00 1,00

Amplificazione stratigrafica Cc* 1,00 1,00 1,00 1,00

Coeff. funz. categoria St* 1,00 1,00 1,00 1,00

Amplificazione topografica

☐ Personalizza acc.ne massima

attesa al sito [m/s²] 0.6

Calcola

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,044	0,071
kv	0,004	0,005	0,022	0,035
Amax [m/s²]	0,349	0,449	1,588	2,309
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

Calcola

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

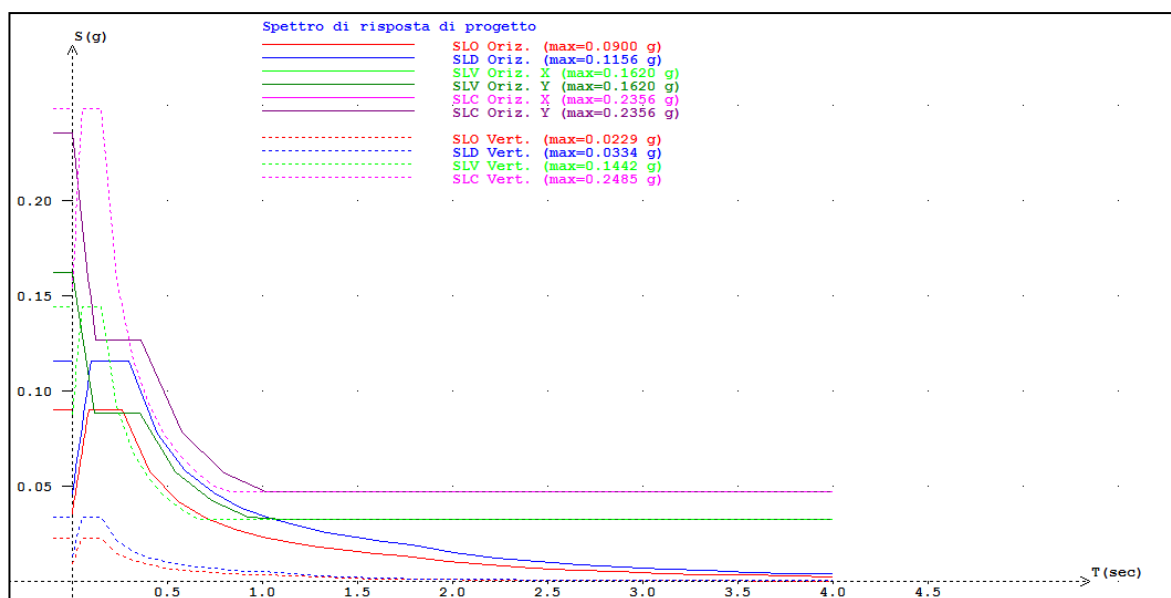


Fig.10 –Indagine Masw M1B: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

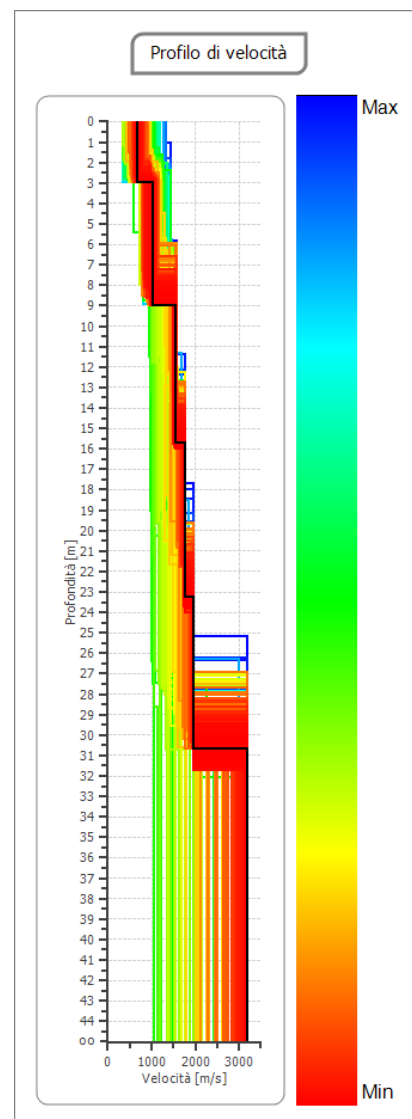
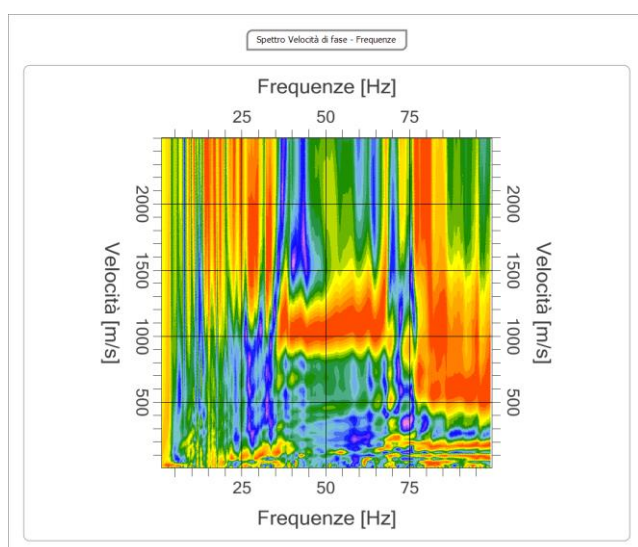
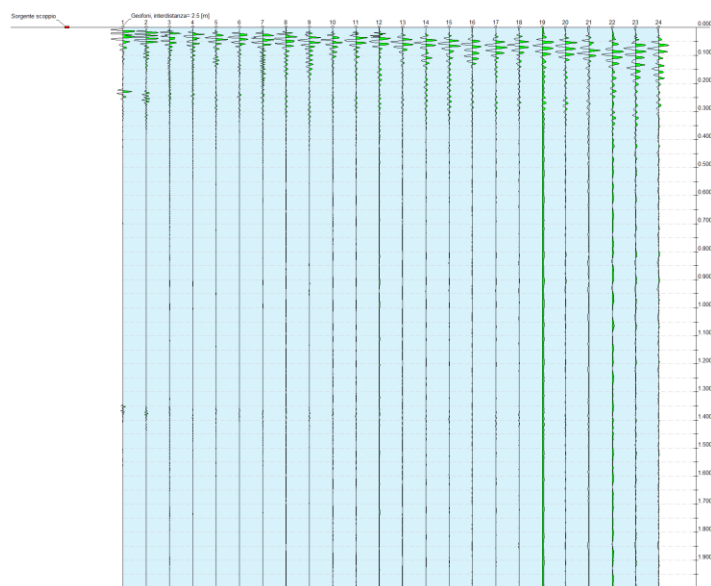


Fig.11- Indagine Masw M1C: sismogramma, spettro F-V, profilo di velocità e reticolo sismico di riferimento

(1)* Coordinate WGS84
 Lat. 41,11368 ° Long. 16,447117 °
 (1)* Coordinate ED50
 Lat. 41,114657 ° Long. 16,447943 °
 Classe dell'edificio
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche ▾ Cu = 1
 Vita nominale
 (Opere provvisorie ≤10, Opere ordinarie ≥50, Grandi opere ≥100)
 Interpolazione Media ponderata ▾
 Calcola

Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	T _c [*] [s]
Operatività (SLO)	30	0,036	2,526	0,261
Danno (SLD)	50	0,046	2,524	0,296
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,161	2,457	0,353
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,235	2,417	0,357
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

- ☐ Muri di sostegno
 ☒ Stabilità dei pendii e fondazioni
 ☐ Paratie

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1
 us (m) 0.1
 Categoria sottosuolo A ▾
 Categoria topografica T1 ▾

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
Cc *	1,00	1,00	1,00	1,00
Coeff. funz. categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
St *	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s ²]	0.6			

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,044	0,070
kv	0,004	0,005	0,022	0,035
Amax [m/s ²]	0,348	0,448	1,582	2,300
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

Calcola

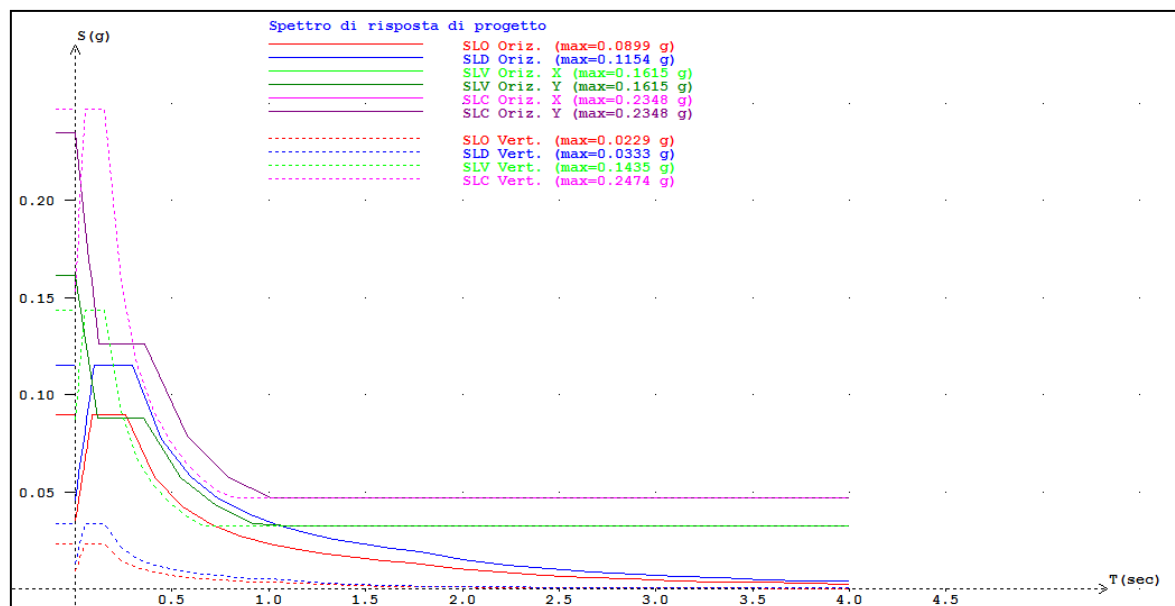


Fig.12 –Indagine Masw M1C: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

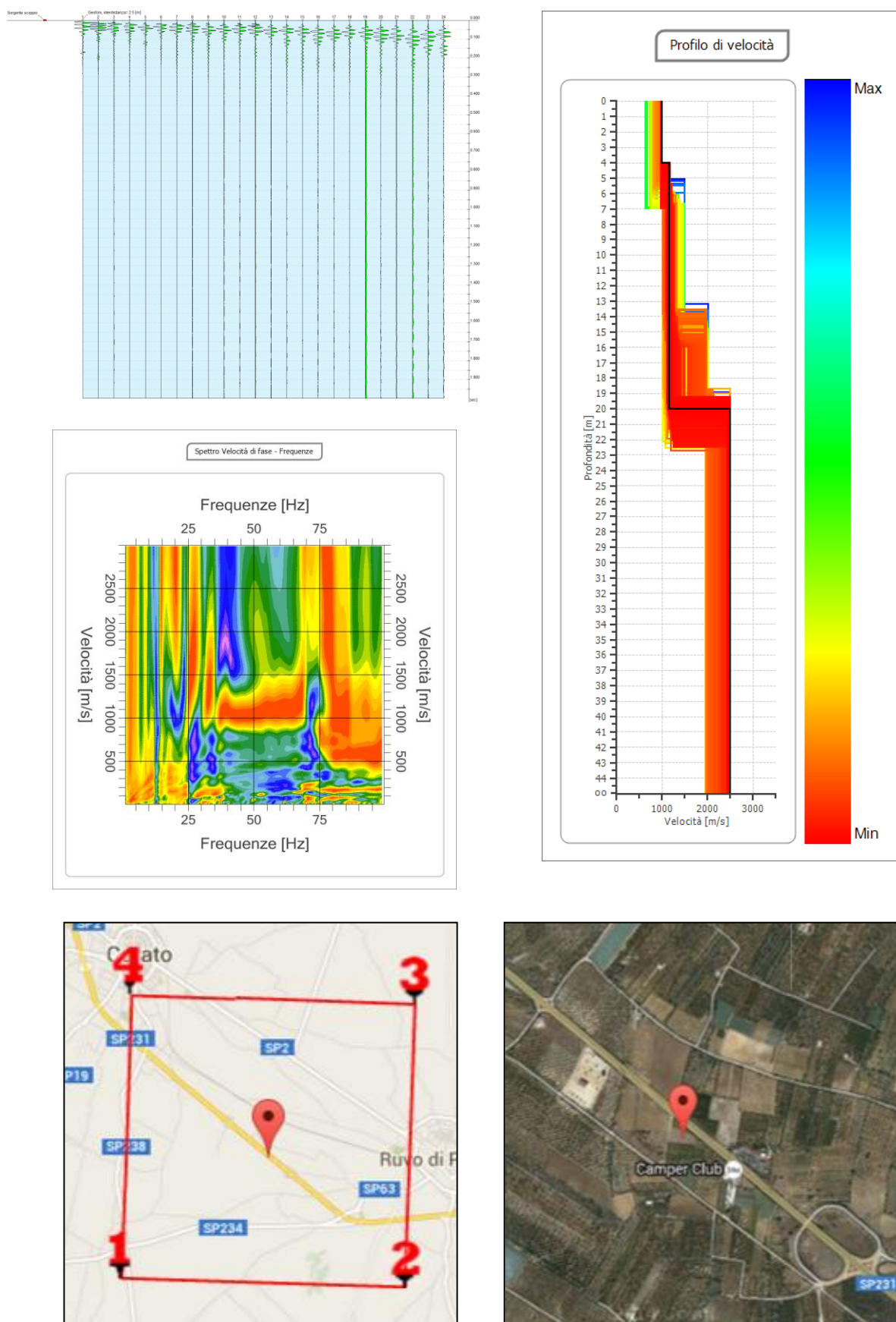


Fig.13- Indagine Masw M1D: sismogramma, spettro F-V, profilo di velocità e reticolo sismico di riferimento

(1)* Coordinate WGS84
 Lat. 41,117739 ° Long. 16,443105 °
 (1)* Coordinate ED50
 Lat. 41,118716 ° Long. 16,443931 °
 Classe dell'edificio
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche ▼ Cu = 1
 Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)
 Interpolazione Media ponderata ▼
 Calcola

Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	T _c * [s]
Operatività (SLO)	30	0,036	2,526	0,261
Danno (SLD)	50	0,046	2,525	0,296
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,162	2,456	0,353
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,235	2,415	0,357
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

☐ Muri di sostegno
 ☒ Stabilità dei pendii e fondazioni
 ☐ Paratie

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1

us (m) 0.1

Categoria sottosuolo A ▼

Categoria topografica T1 ▼

SLO SLD SLV SLC

Ss* 1,00 1,00 1,00 1,00

Amplificazione stratigrafica 1,00 1,00 1,00 1,00

Cc* 1,00 1,00 1,00 1,00

Coeff. funz. categoria 1,00 1,00 1,00 1,00

St* 1,00 1,00 1,00 1,00

Amplificazione topografica

☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,044	0,071
kv	0,004	0,005	0,022	0,035
Amax [m/s²]	0,349	0,449	1,588	2,309
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

Calcola

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

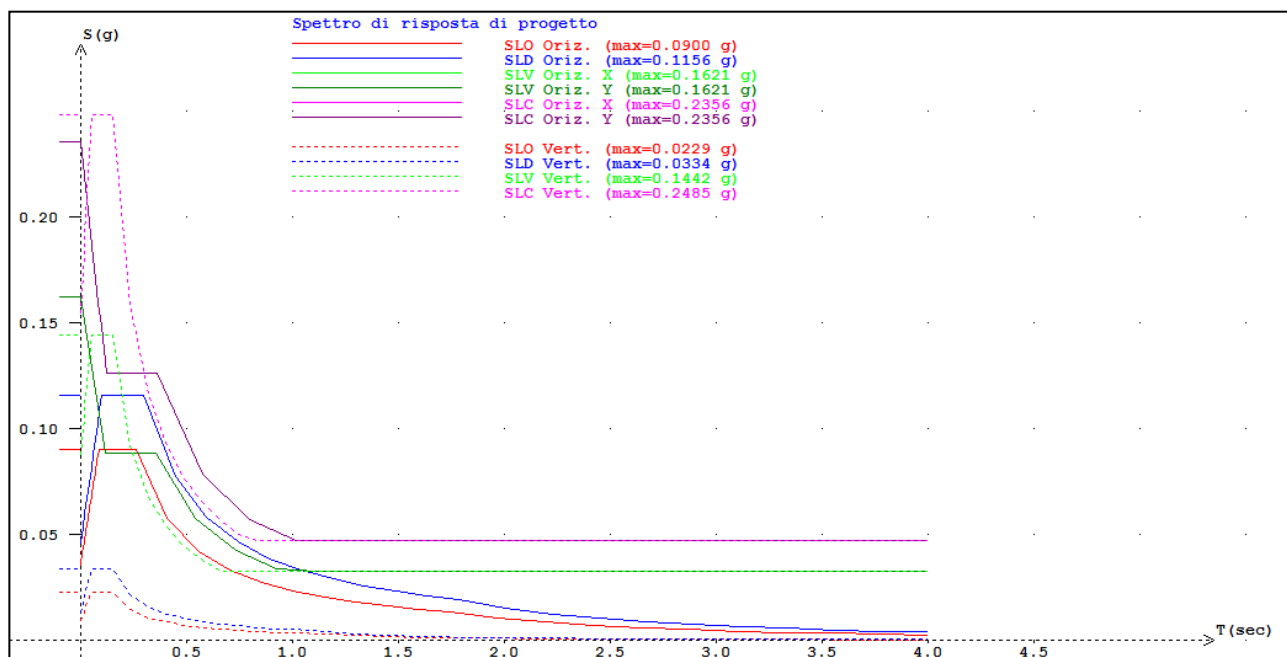


Fig.14 –Indagine Masw M1D: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

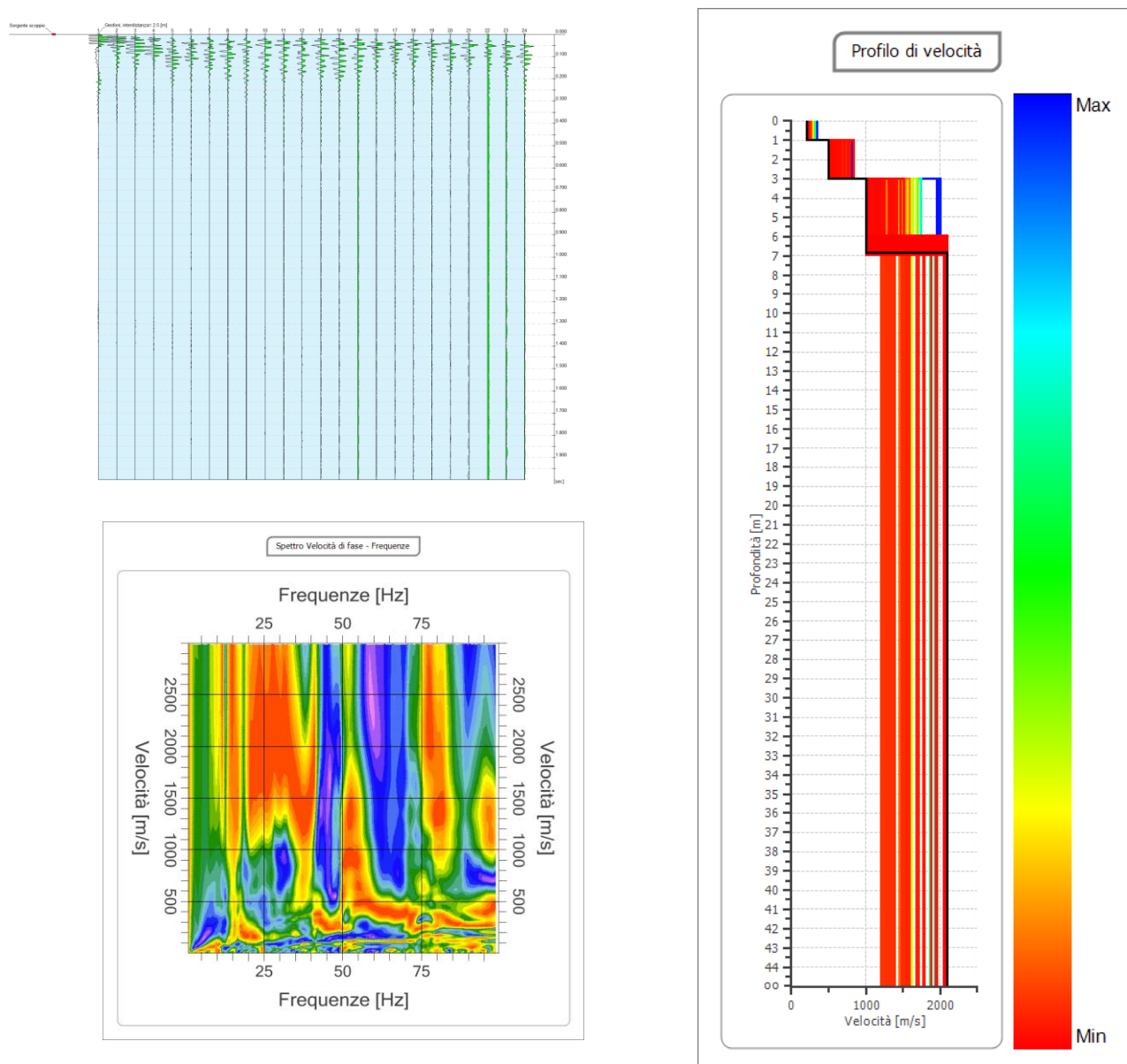


Fig.15- Indagine Masw M1E: sismogramma, spettro F-V, profilo di velocità e reticolo sismico di riferimento

(1)* Coordinate WGS84
 Lat. 41,111553 ° Long. 16,448628 °
 (1)* Coordinate ED50
 Lat. 41,112530 ° Long. 16,449454 °
 Classe dell'edificio
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche ▼ Cu = 1
 Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)
 Interpolazione Media ponderata ▼
 Calcola

Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	T _c [s]
Operatività (SLO)	30	0,036	2,526	0,261
Danno (SLD)	50	0,046	2,524	0,296
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,161	2,457	0,353
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,234	2,418	0,357
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

- ☐ Muri di sostegno
 ☒ Stabilità dei pendii e fondazioni
 ☐ Paratie

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1

us (m) 0.1

Categoria sottosuolo A ▼

Categoria topografica T1 ▼

SLO SLD SLV SLC

Ss * 1,00 1,00 1,00 1,00

Amplificazione stratigrafica Cc * 1,00 1,00 1,00 1,00

Coeff. funz. categoria St * 1,00 1,00 1,00 1,00

Amplificazione topografica

☐ Personalizza acc.ne massima

attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,044	0,070
kv	0,004	0,005	0,022	0,035
Amax [m/s²]	0,348	0,448	1,580	2,297
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

Calcola

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

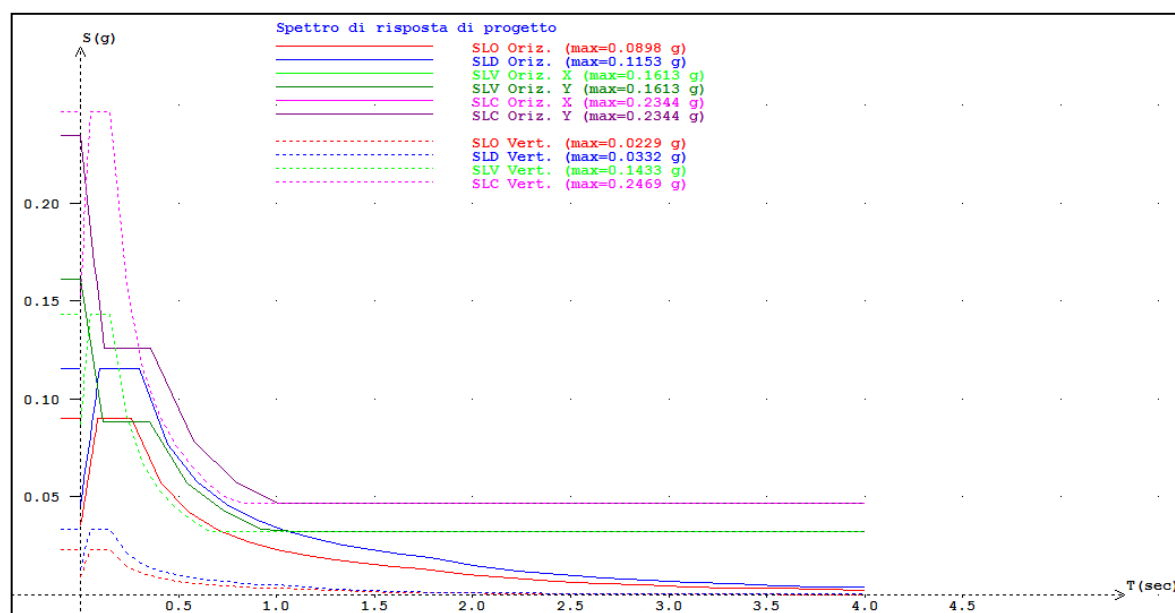


Fig.16 –Indagine Masw M1E: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

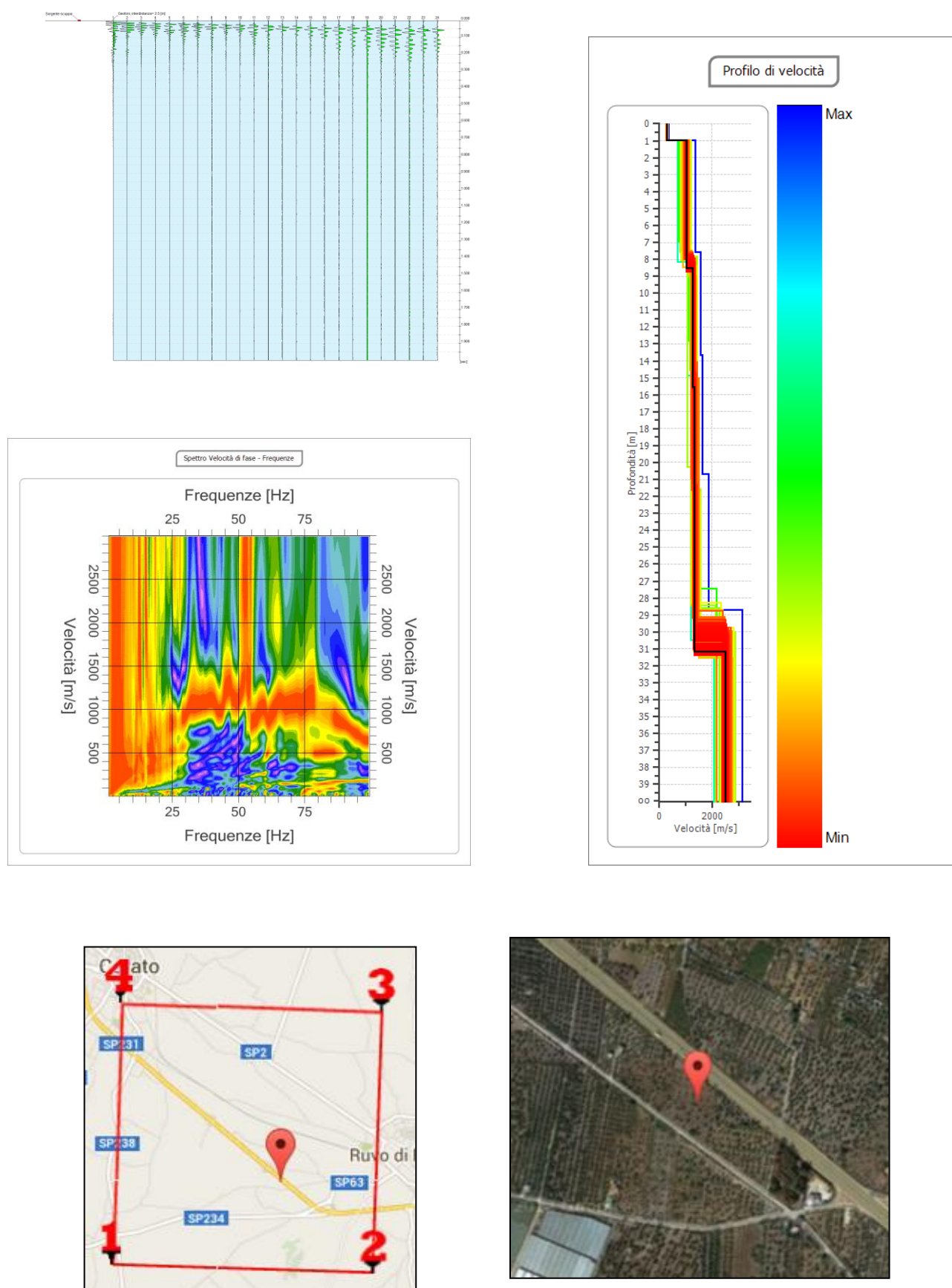


Fig.17- Indagine Masw M1F: sismogramma, spettro F-V, profilo di velocità e reticolo sismico di riferimento

(1)* Coordinate WGS84
 Lat. 41,112215 ° Long. 16,451846 °
 (1)* Coordinate ED50
 Lat. 41,113192 ° Long. 16,452672 °
 Classe dell'edificio
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche ▼ Cu = 1
 Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)
 Interpolazione Media ponderata ▼
 Calcola

Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	T _c [*] [s]
Operatività (SLO)	30	0,035	2,525	0,261
Danno (SLD)	50	0,046	2,524	0,296
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,161	2,458	0,353
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,234	2,419	0,357
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

☐ Muri di sostegno ☒ Stabilità dei pendii e fondazioni ☐ Paratie

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1
 us (m) 0.1
 Categoria sottosuolo A ▼
 Categoria topografica T1 ▼

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss [*] Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
Cc [*] Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
St [*] Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0,6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,043	0,070
kv	0,004	0,005	0,022	0,035
Amax [m/s ²]	0,348	0,447	1,576	2,290
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

Calcola

^{*} I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

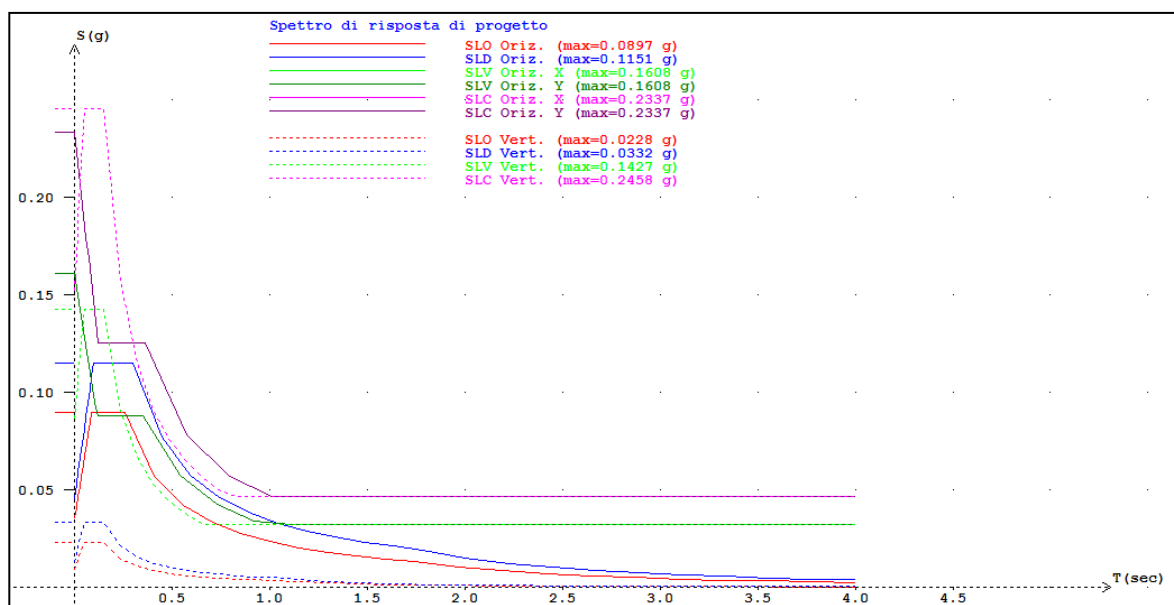


Fig.18 –Indagine Masw M1F: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

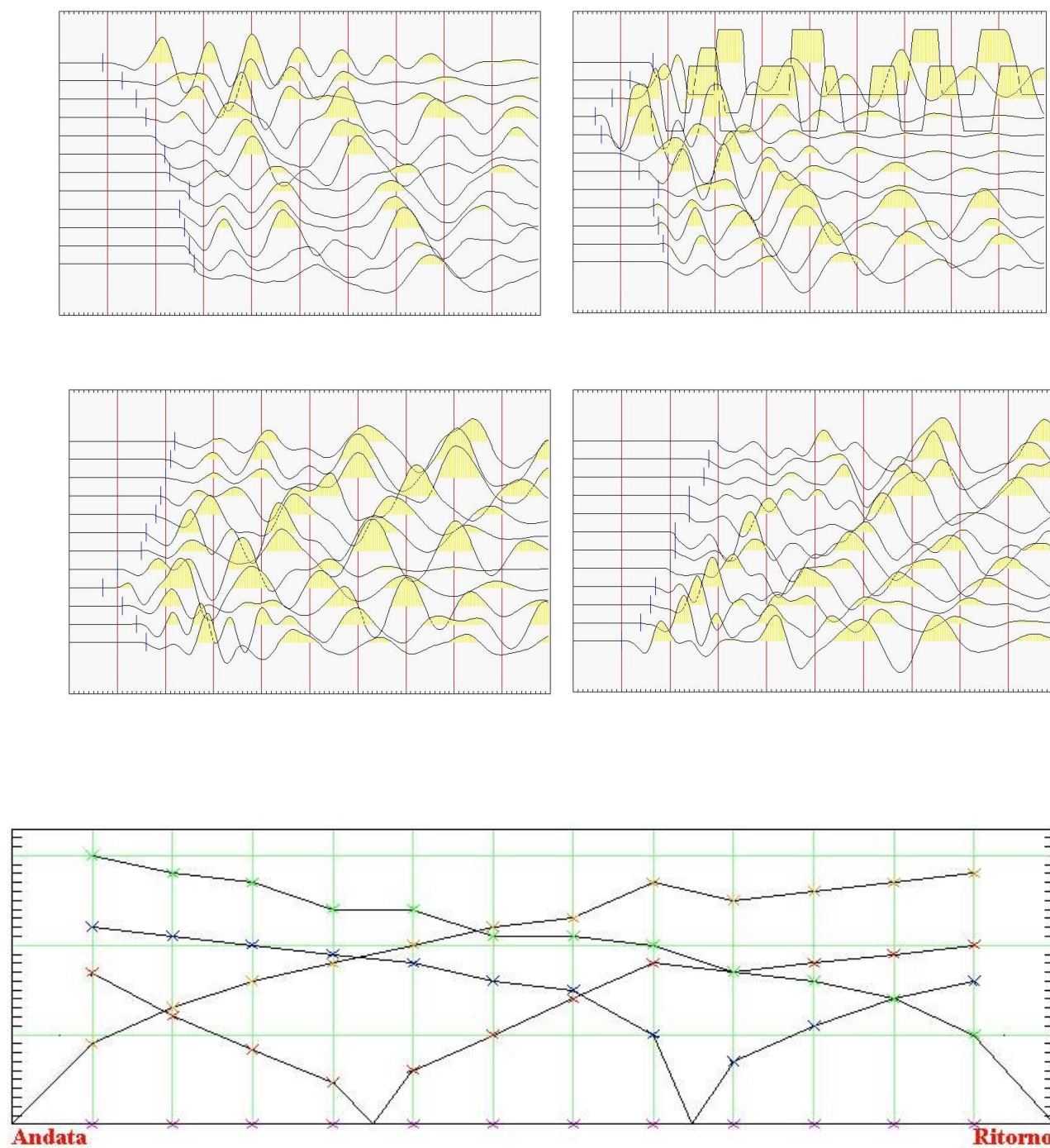
AREA 2

Fig.19- Sismogrammi e dromocrona base sismica R1 -

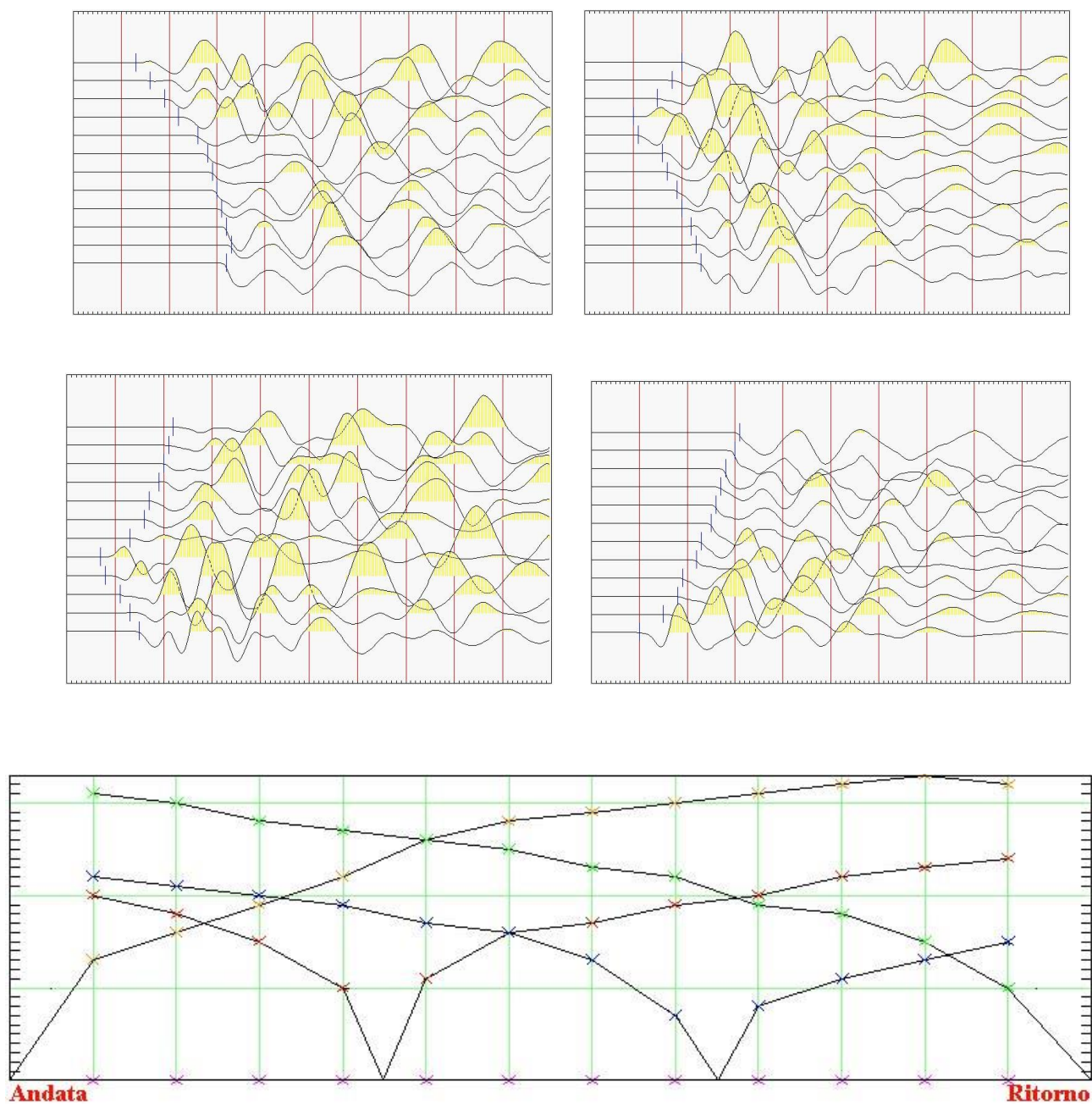


Fig.20- Sismogrammi e dromocrona base sismica R2

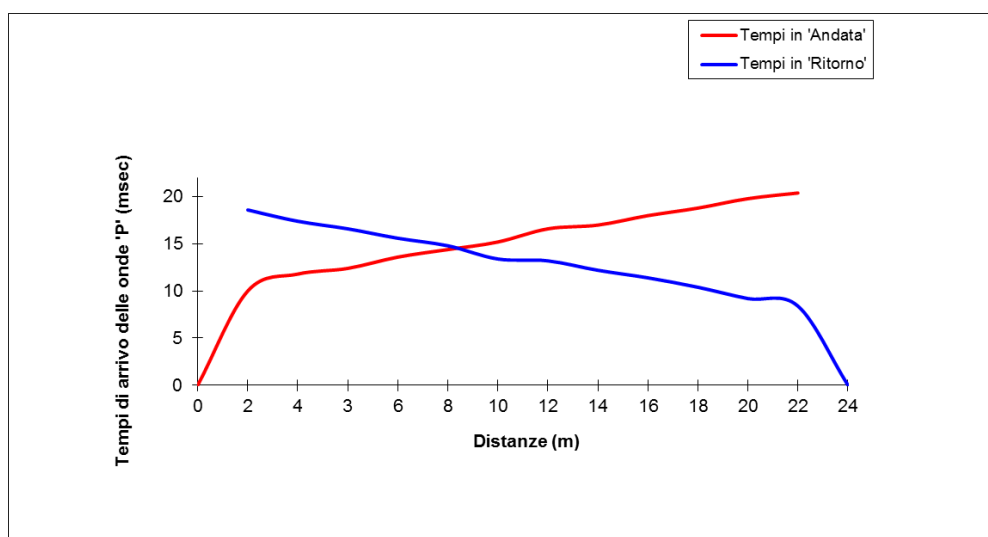
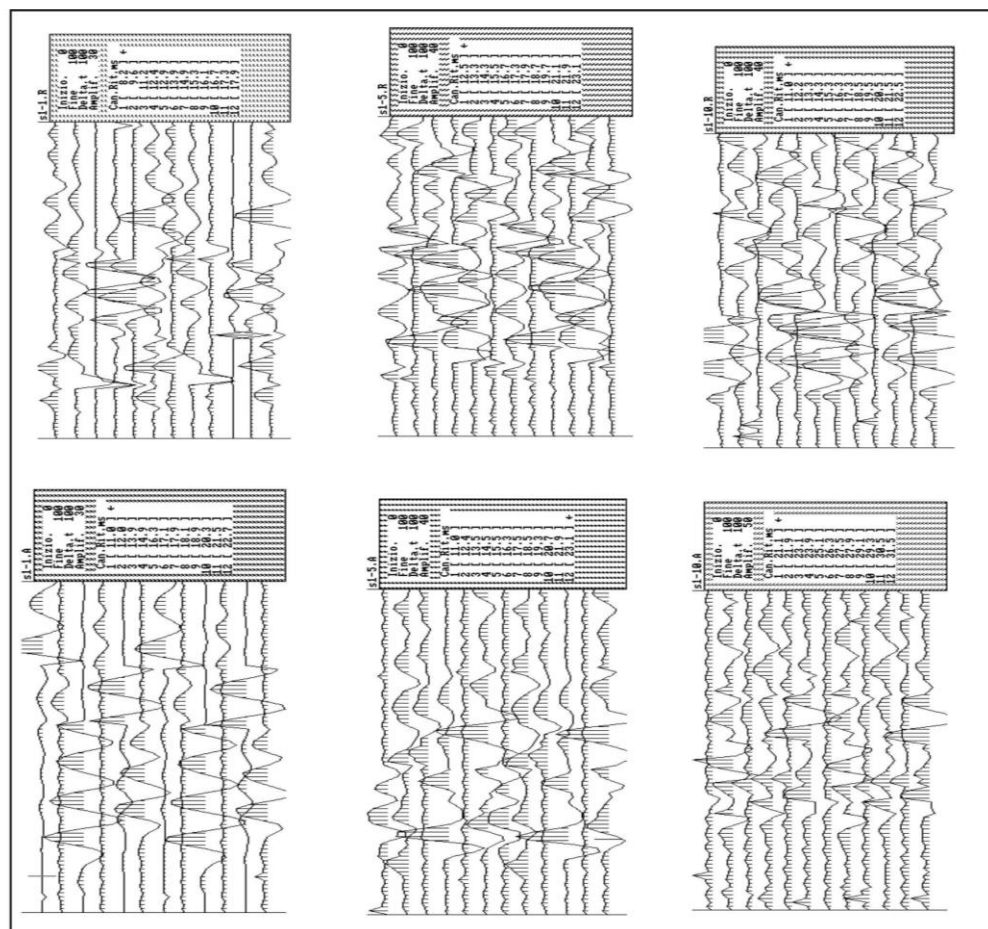


Fig.21- Sismogrammi e dromocrona base sismica R3a -

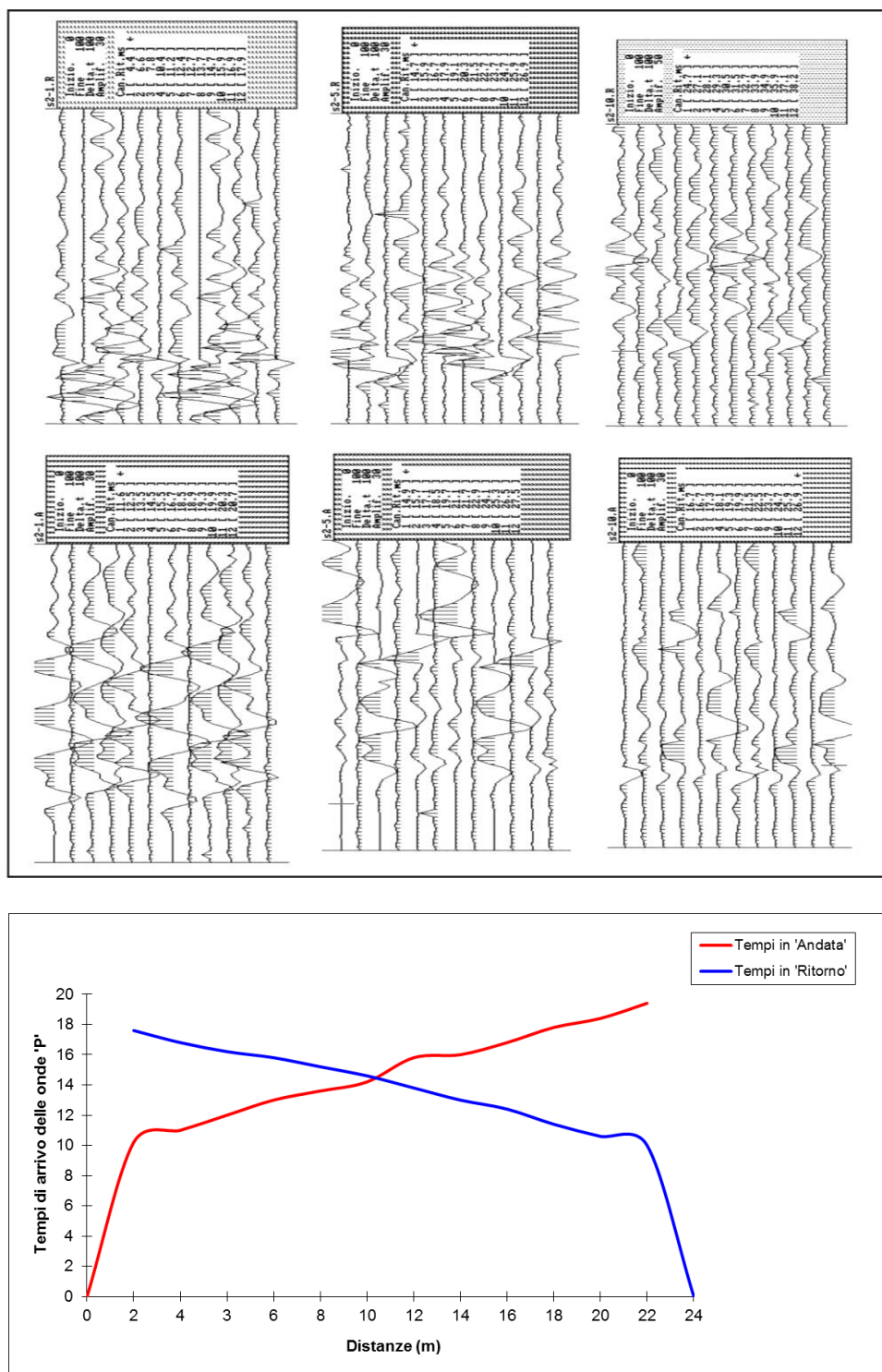


Fig.22- Sismogrammi e dromocrona base sismica R3b -

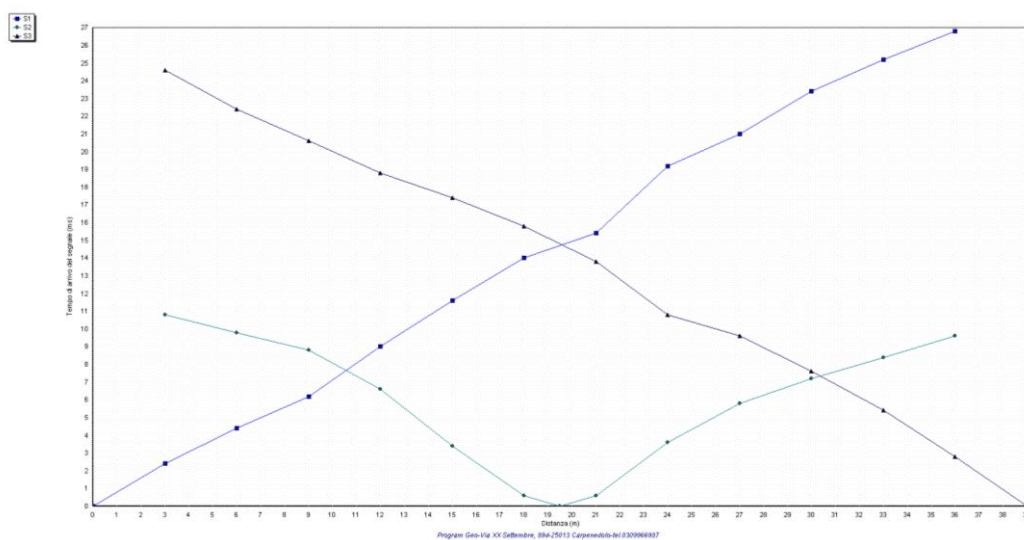
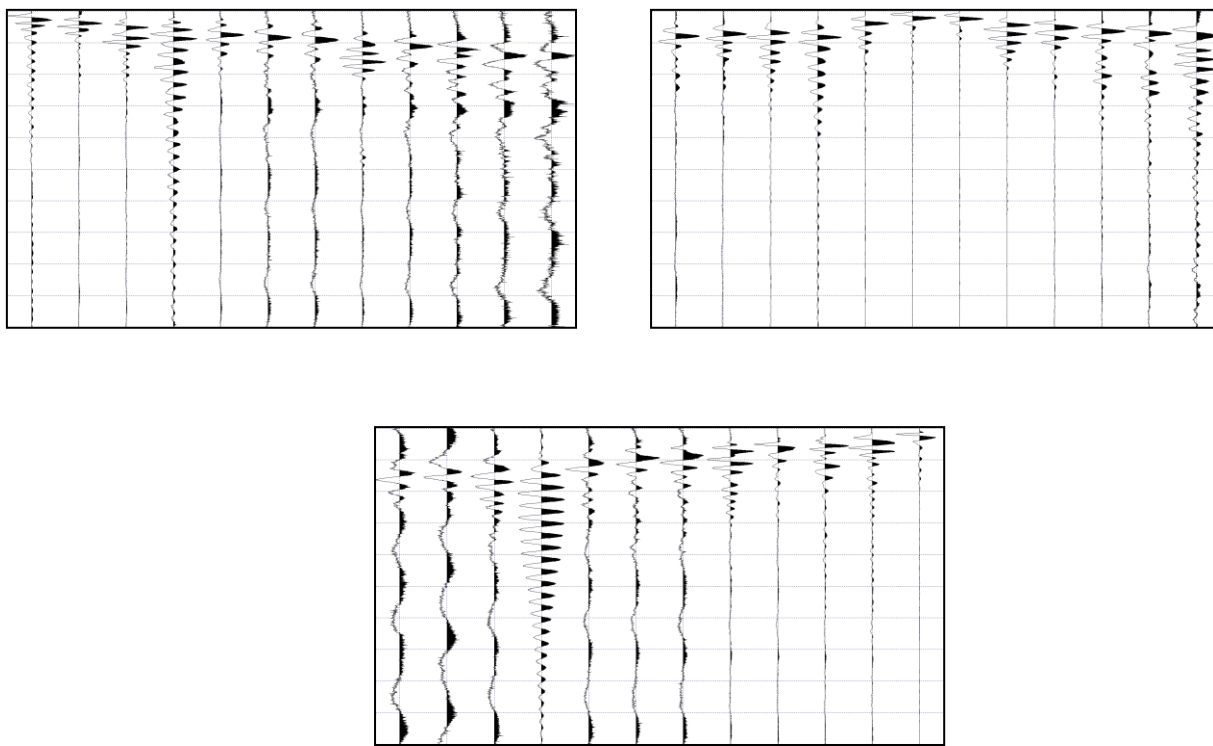


Fig.23- Sismogrammi e dromocrona base sismica R4 -

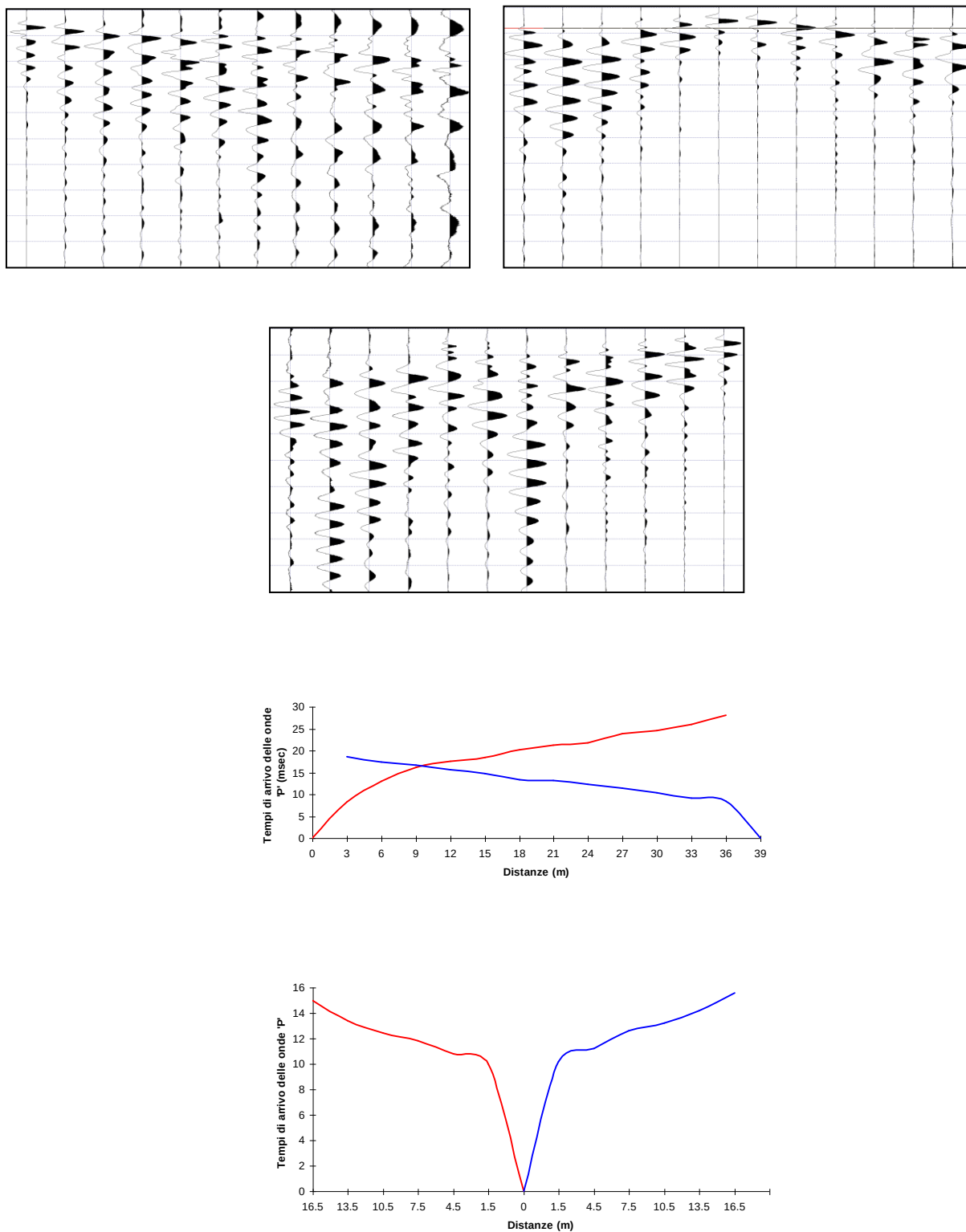


Fig.24- Sismogrammi e dromocrona base sismica R5 -

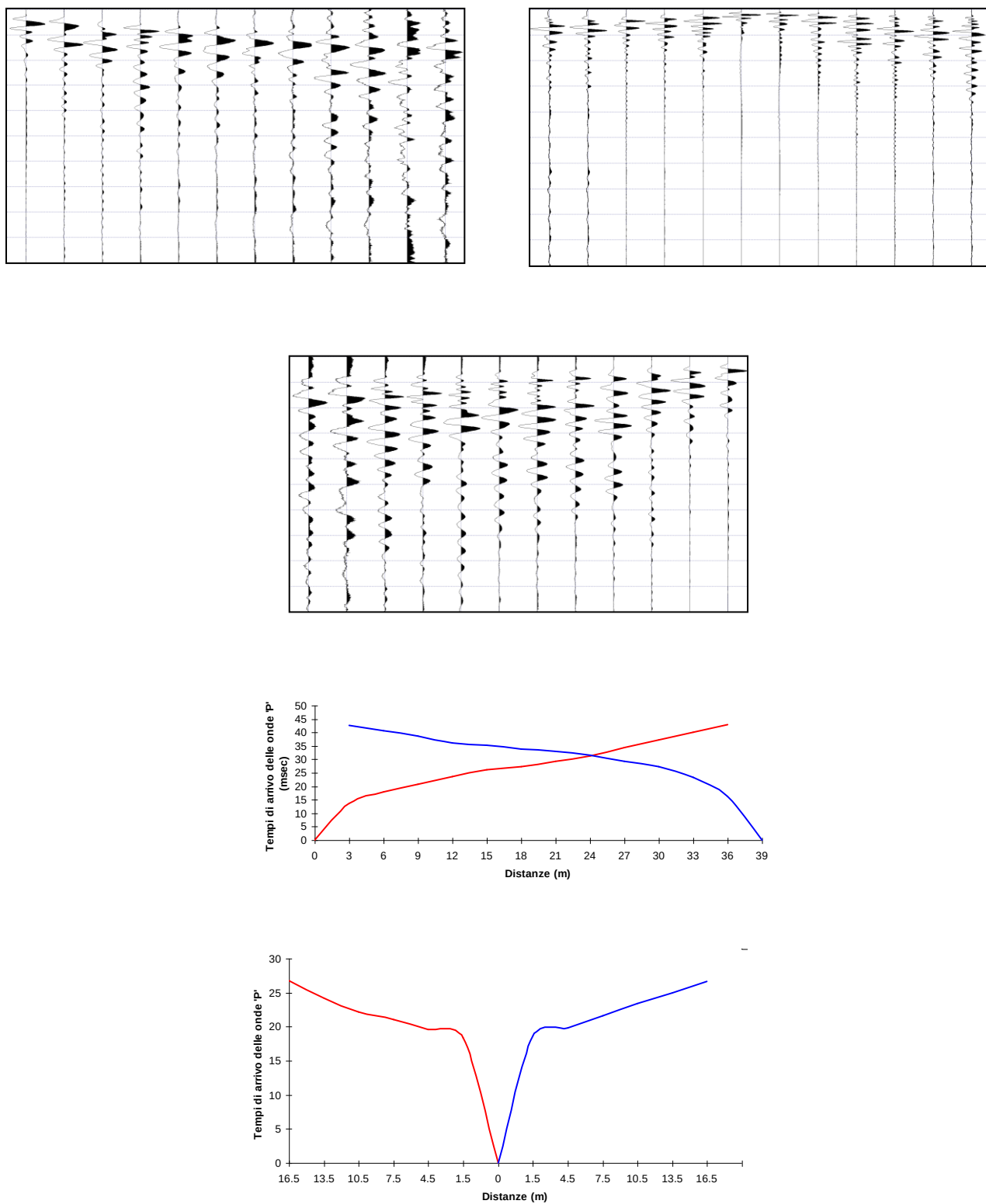


Fig.25- Sismogrammi e dromocrona base sismica R6-

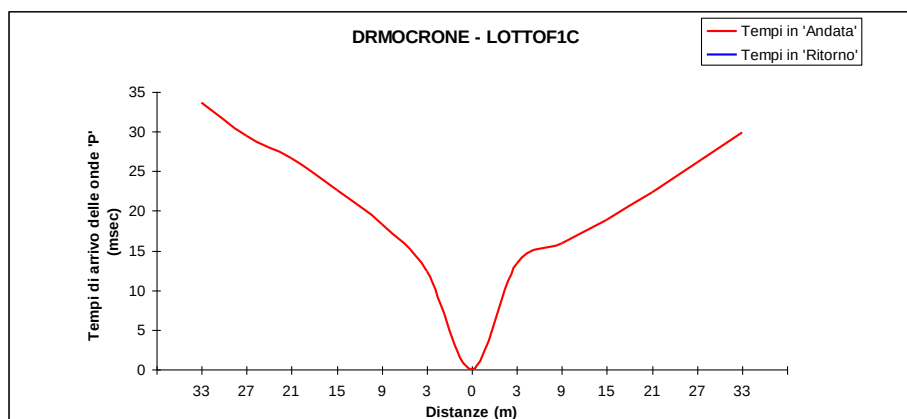
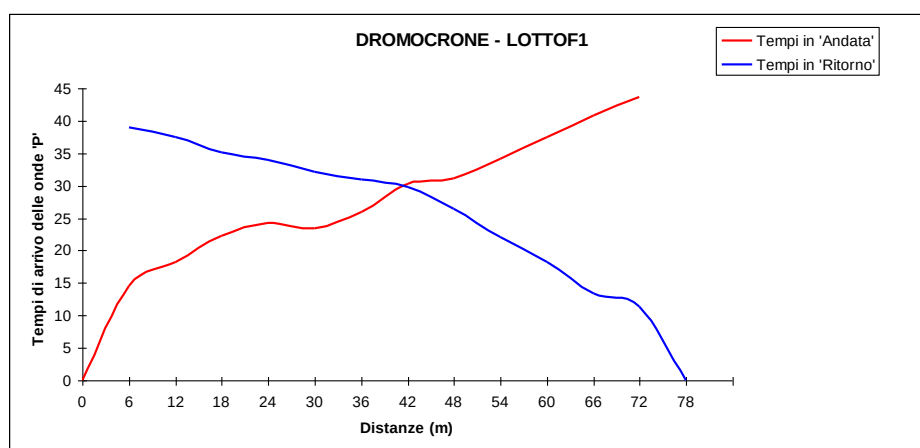
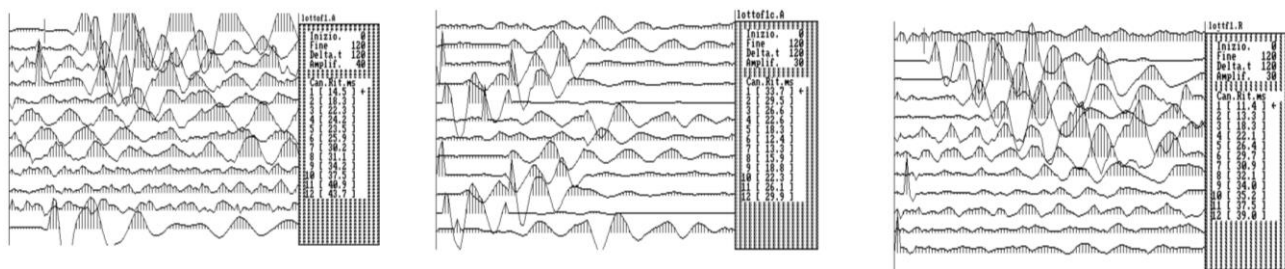


Fig.26 – Sismogrammi e dromocrona base sismica "R7a"

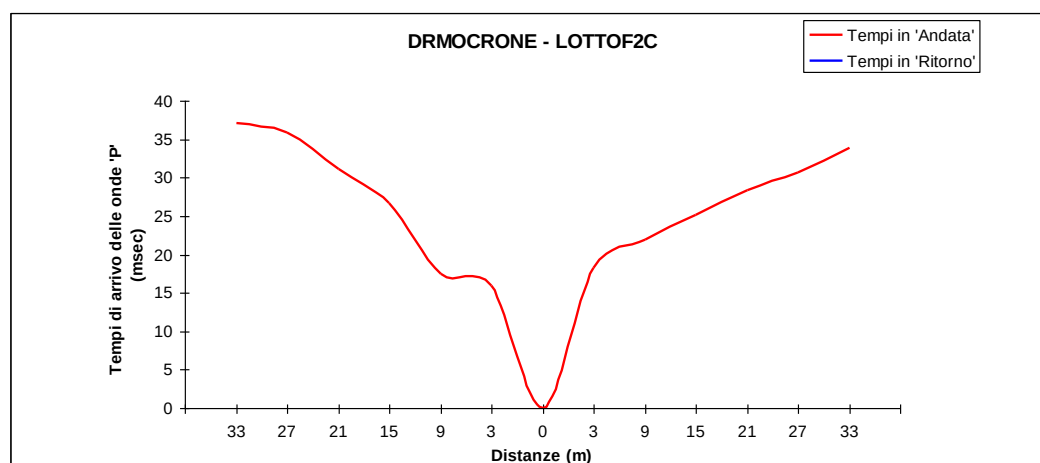
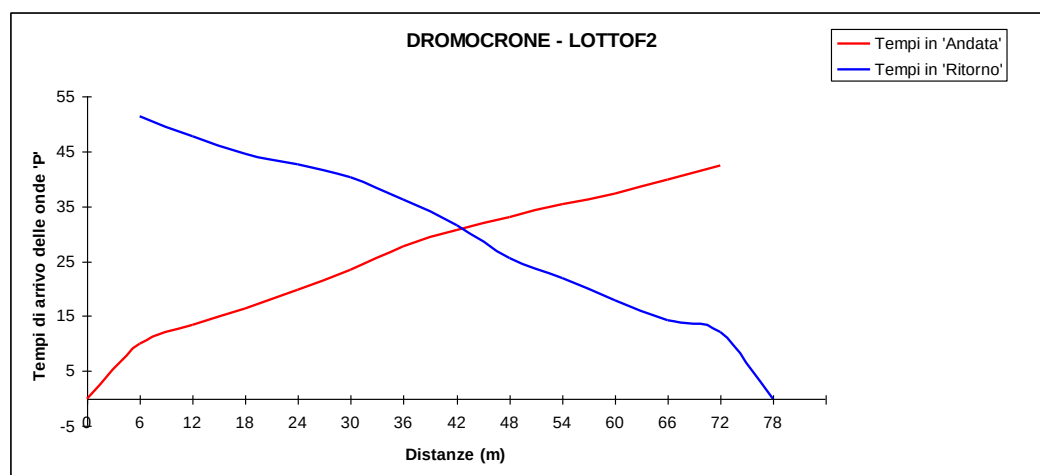
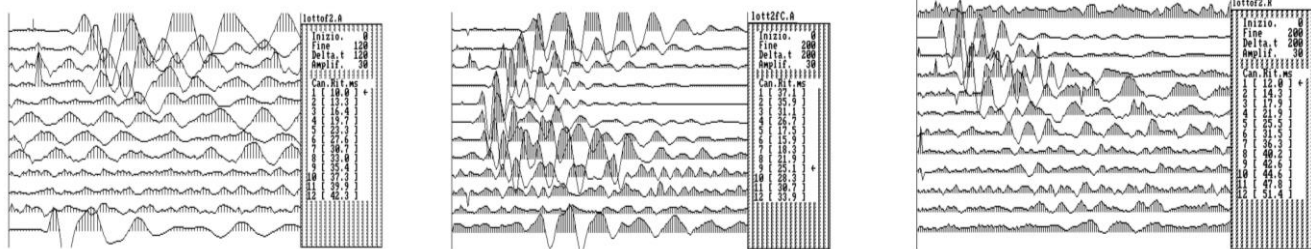


Fig.27 – Sismogrammi e dromocrona base sismica "R7b"

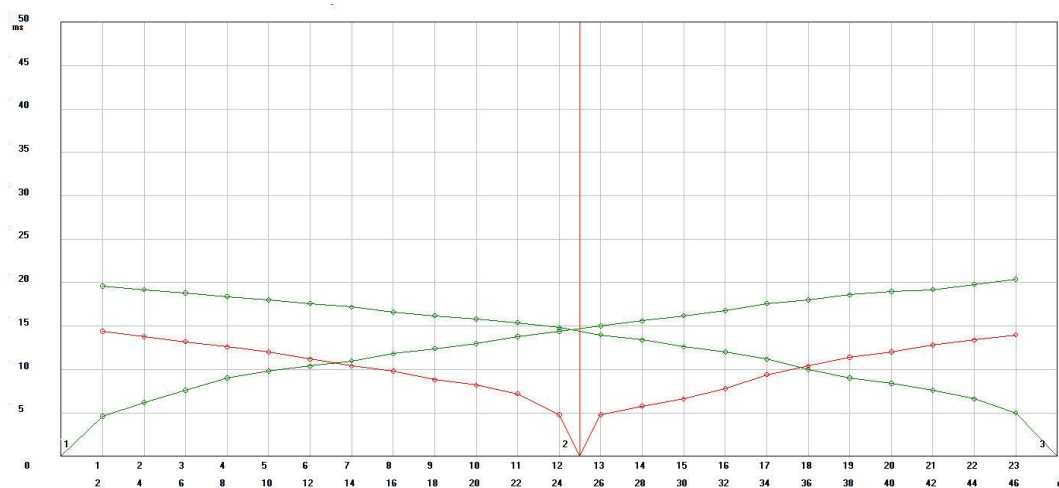
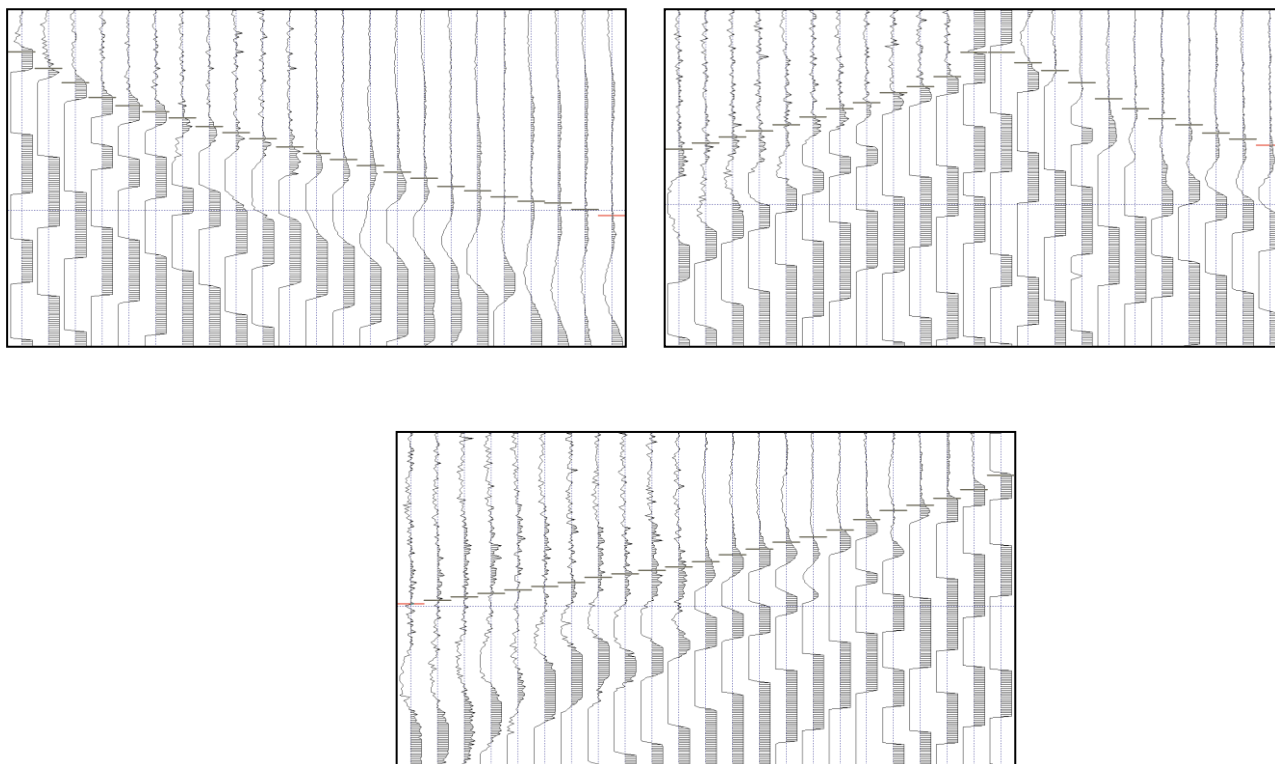


Fig.28 – Sismogrammi e dromocrona base sismica "R8"

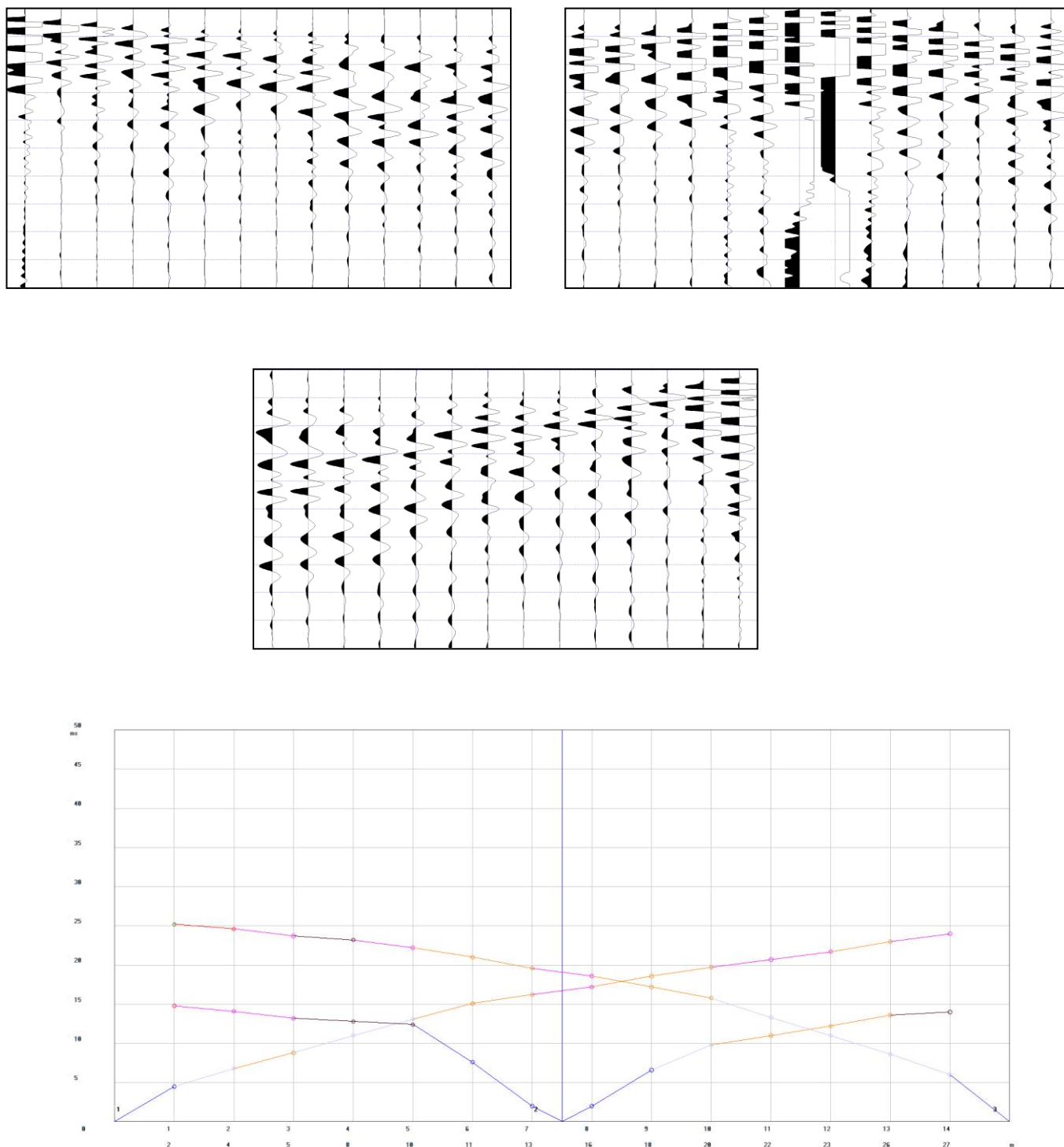


Fig.29 – Sismogrammi e dromocrona base sismica "R9"

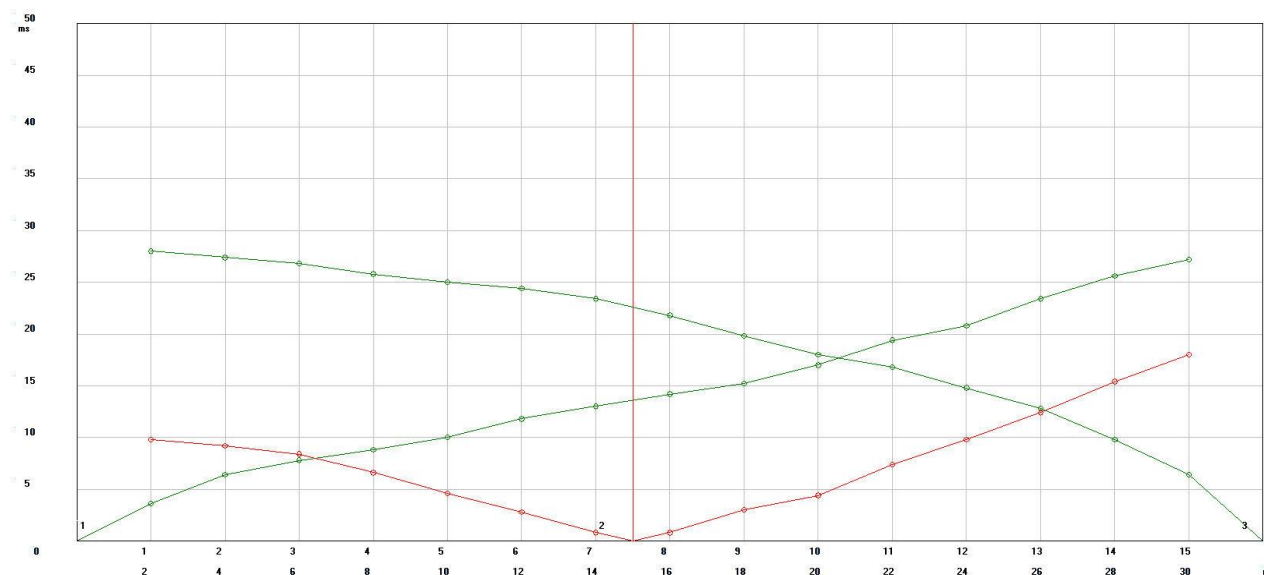
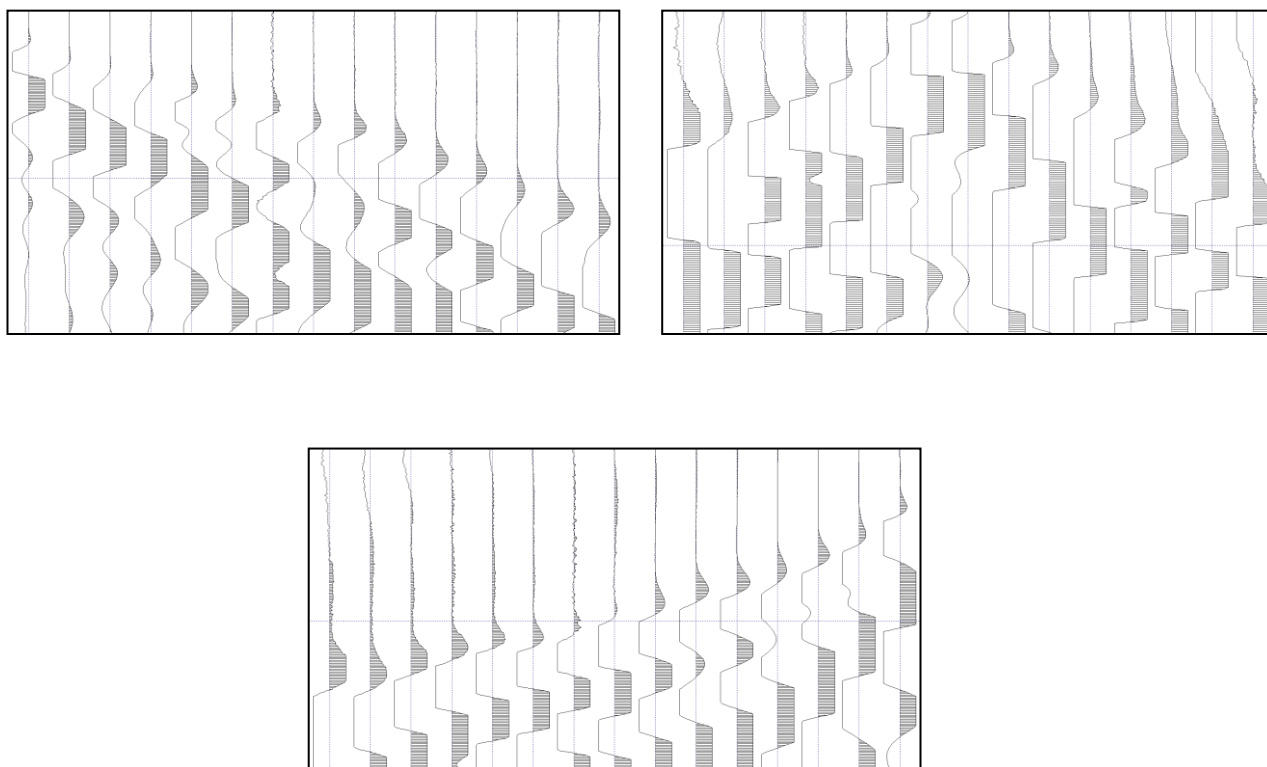


Fig.30 – Sismogrammi e dromocrona base sismica "R10"

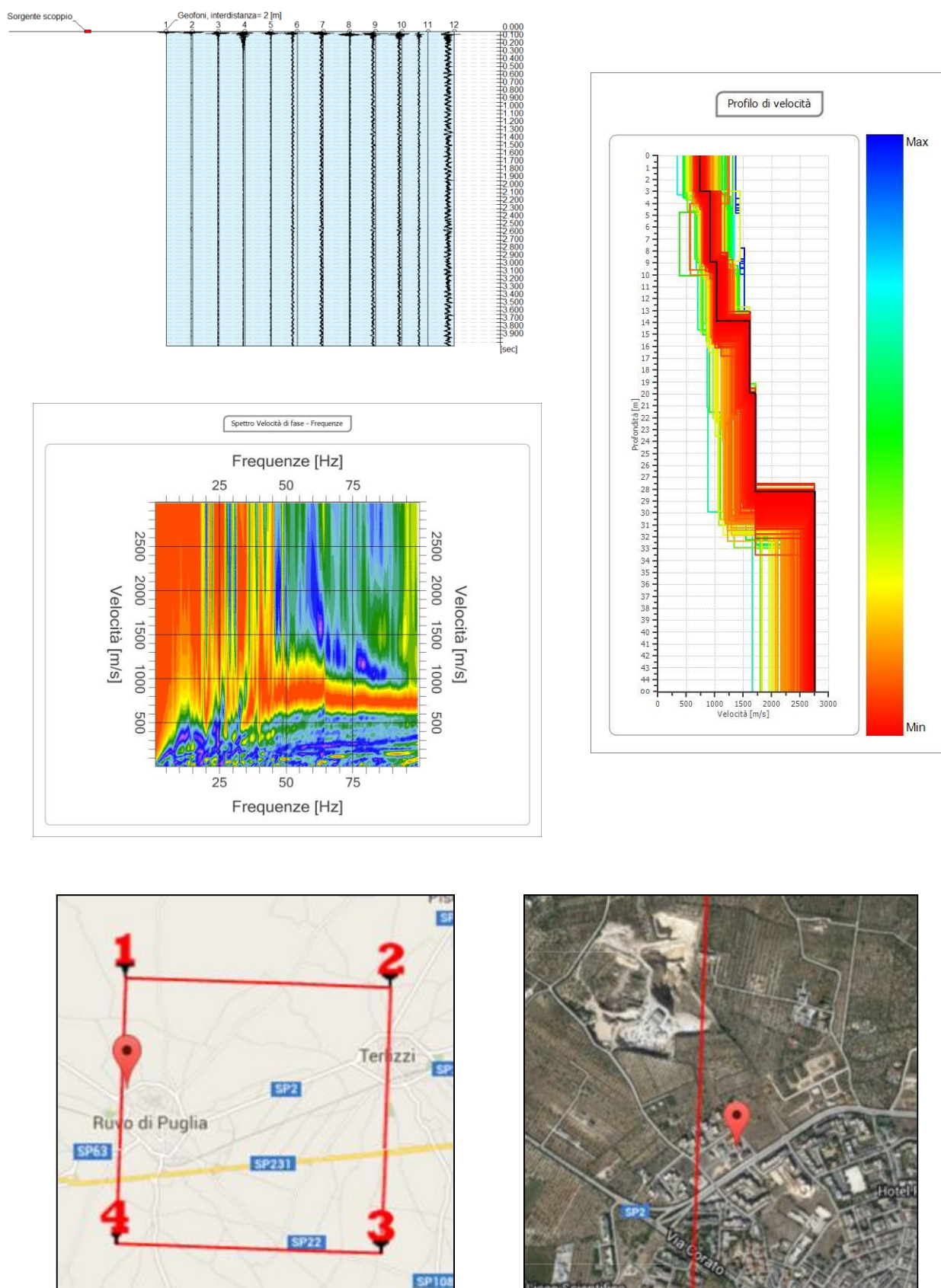


Fig.31- Indagine Masw M2: sismogramma, spettro F-V, profilo di velocità e reticolo sismico di riferimento

(1)* Coordinate WGS84
 Lat. 41,123959 ° Long. 16,477821 °

(1)* Coordinate ED50
 Lat. 41,124936 ° Long. 16,478646 °

Classe dell'edificio
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche ▾ Cu = 1

Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100) 50 ▾

Interpolazione Media ponderata ▾

Calcola

Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	T _c * [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,512	0,257
Danno (SLD)	50	0,043	2,525	0,295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,146	2,483	0,360
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,210	2,447	0,371
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

☐ Muri di sostegno
 ☐ Paratie

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1

us (m) 0.1

Categoria sottosuolo A ▾

Categoria topografica T1 ▾

	SLO	SLD	SLV	SLC
--	-----	-----	-----	-----

Ss* Amplificazione stratigrafica 1,00 1,00 1,00 1,00

Cc* Coeff. funz. categoria 1,00 1,00 1,00 1,00

St* Amplificazione topografica 1,00 1,00 1,00 1,00

☐ Personalizza acc.ne massima

 attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
--------------	-----	-----	-----	-----

kh 0,007 0,009 0,039 0,063

kv 0,003 0,004 0,020 0,032

 Amax [m/s²] 0,335 0,424 1,430 2,061

Beta 0,200 0,200 0,270 0,300

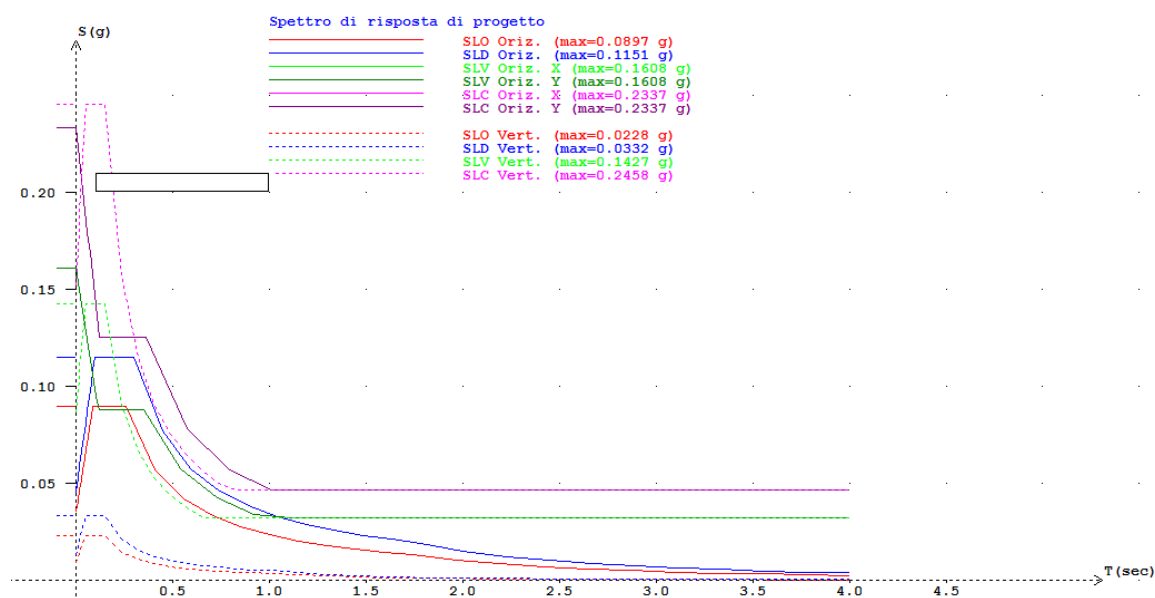


Fig.32 –Indagine Masw M2: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

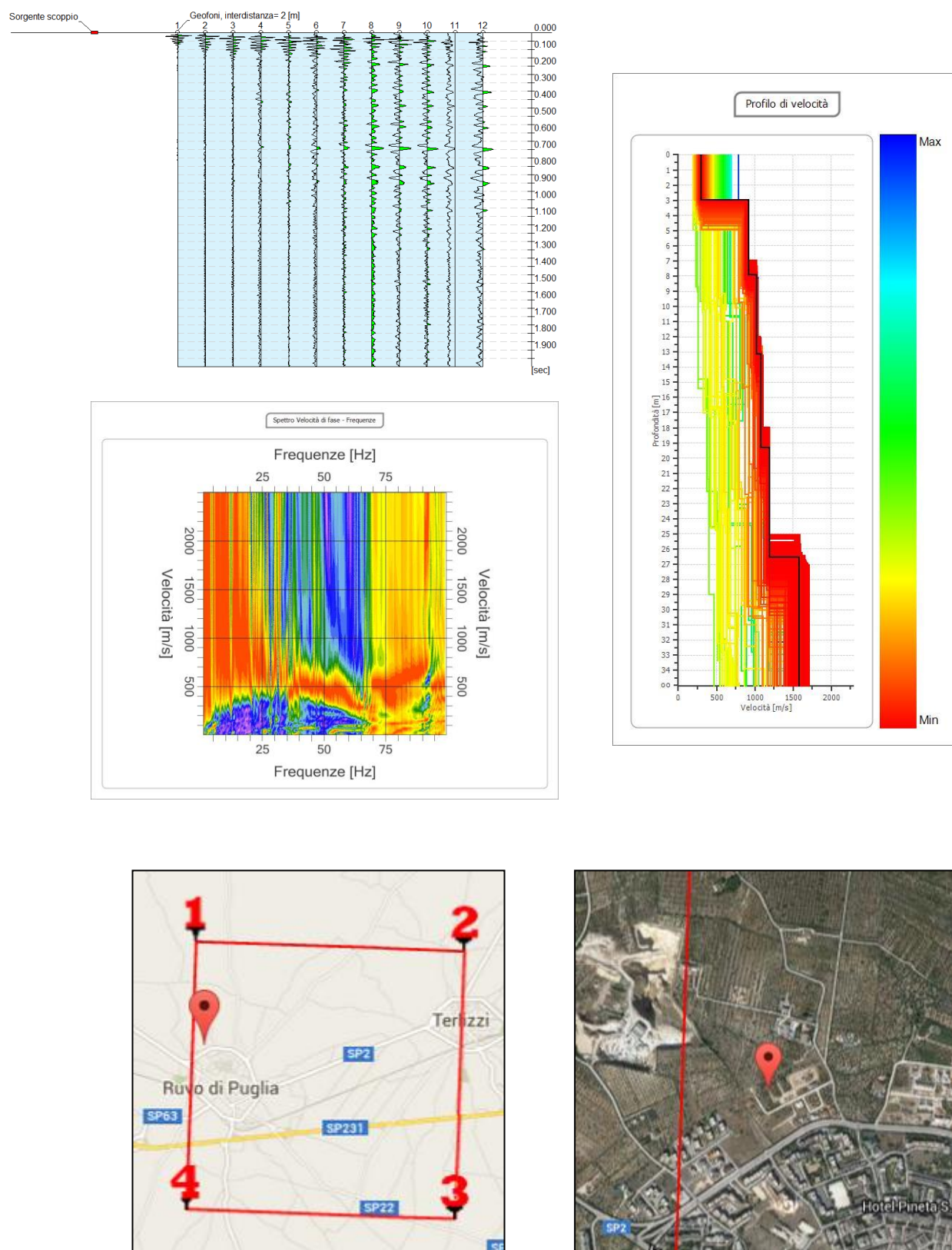


Fig.33- Indagine Masw M3: sismogramma, spettro F-V, profilo di velocità e reticolo sismico di riferimento

(1)* Coordinate WGS84
 Lat. ° Long. °

(1)* Coordinate ED50
 Lat. ° Long. °

Classe dell'edificio

Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

Calcolo dei coefficienti sismici

☐ Muri di sostegno ☐ Paratie

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)
 us (m)
 Categoria sottosuolo
 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
Cc *	1,00	1,00	1,00	1,00
Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
St *	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]	0.6			

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,039	0,063
kv	0,003	0,004	0,020	0,032
Amax [m/s²]	0,335	0,424	1,430	2,061
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	T _c * [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,512	0,257
Danno (SLD)	50	0,043	2,525	0,295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,146	2,483	0,360
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,210	2,447	0,371
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

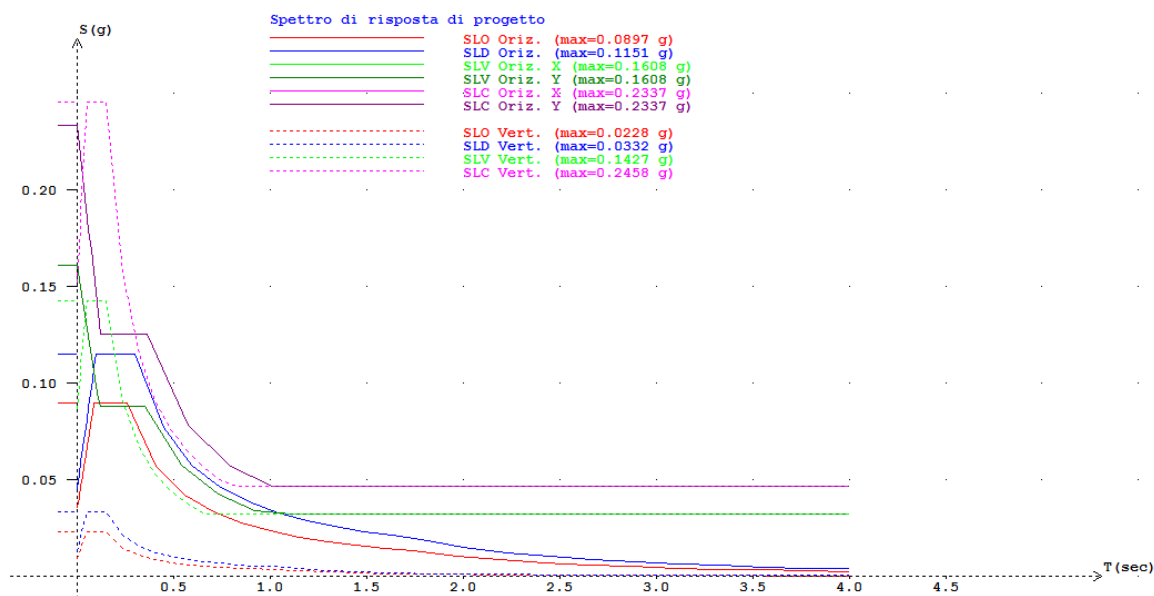


Fig.34 –Indagine Masw M3: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

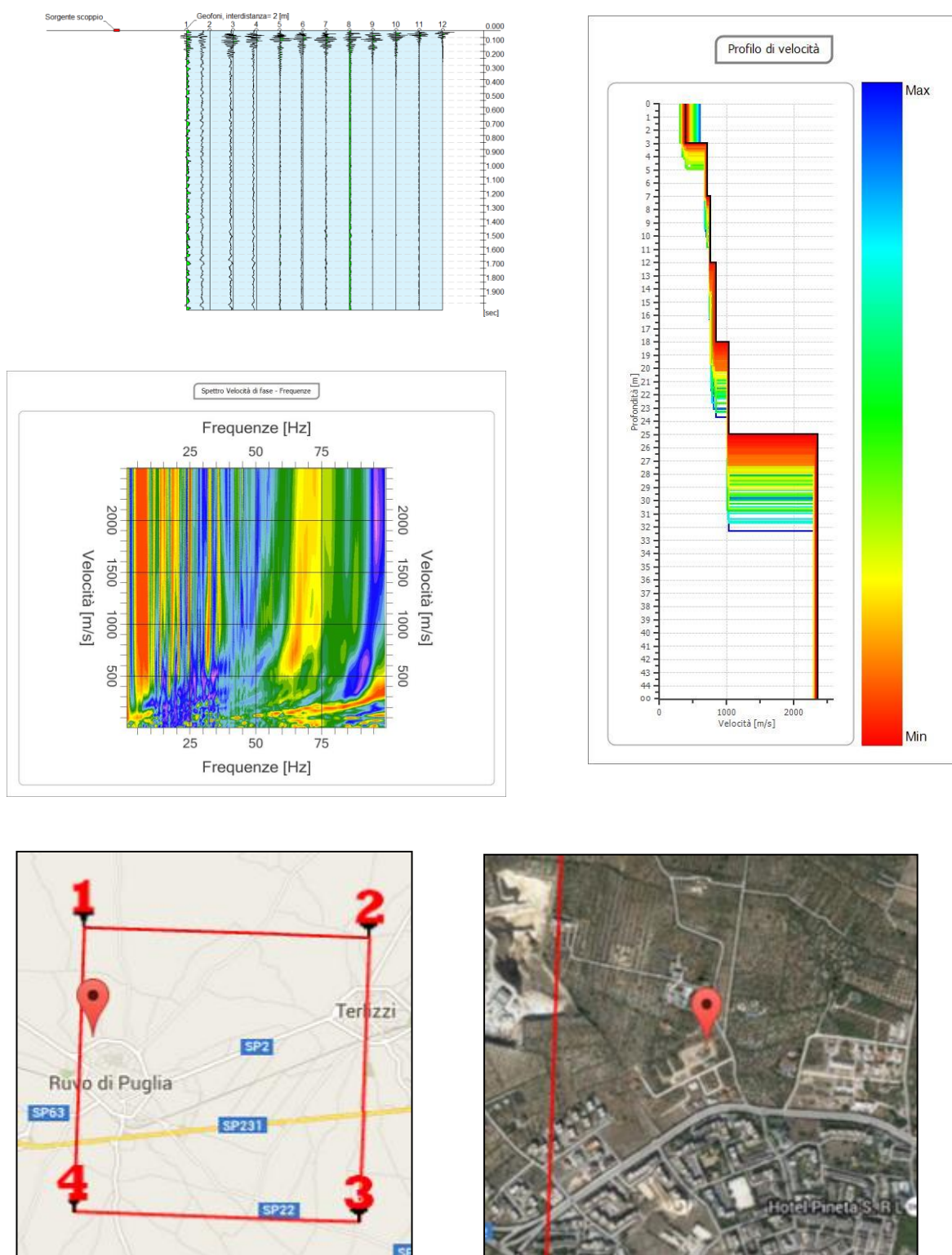


Fig.35- Indagine Masw M4: sismogramma, spettro F-V, profilo di velocità e reticolo sismico di riferimento

(1)* Coordinate WGS84
 Lat. ° Long. °

(1)* Coordinate ED50
 Lat. ° Long. °

Classe dell'edificio
 Cu =

Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	T _c [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,512	0,257
Danno (SLD)	50	0,043	2,525	0,295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,146	2,483	0,360
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,210	2,447	0,371
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

- ☐ Muri di sostegno
 ☐ Paratie
☒ Stabilità dei pendii e fondazioni
☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)
 us (m)
 Categoria sottosuolo
 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
Cc *	1,00	1,00	1,00	1,00
Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
St *	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Personalizza acc.ne massima

attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,039	0,063
kv	0,003	0,004	0,020	0,032
Amax [m/s²]	0,335	0,424	1,430	2,060

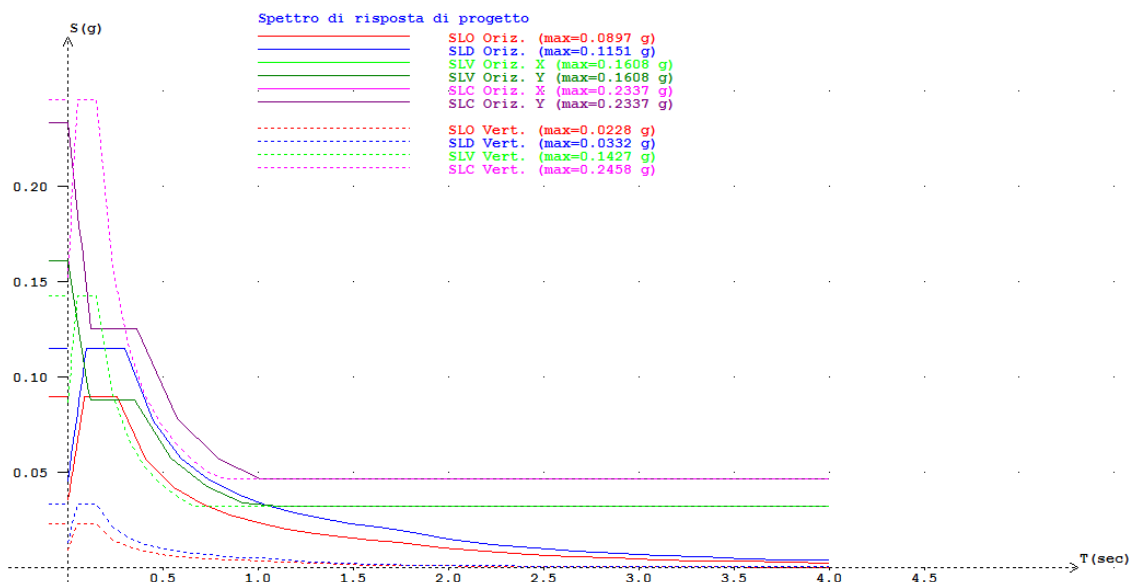


Fig.36 –Indagine Masw M4: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

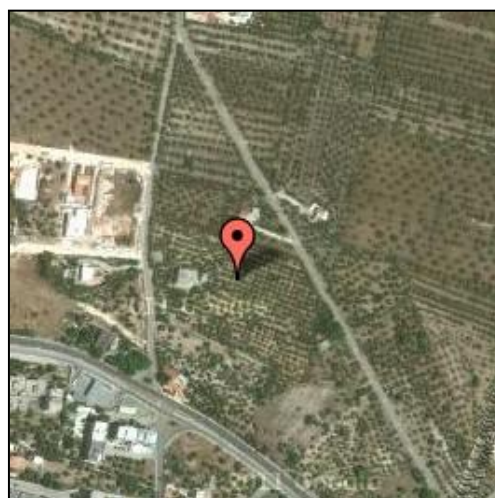
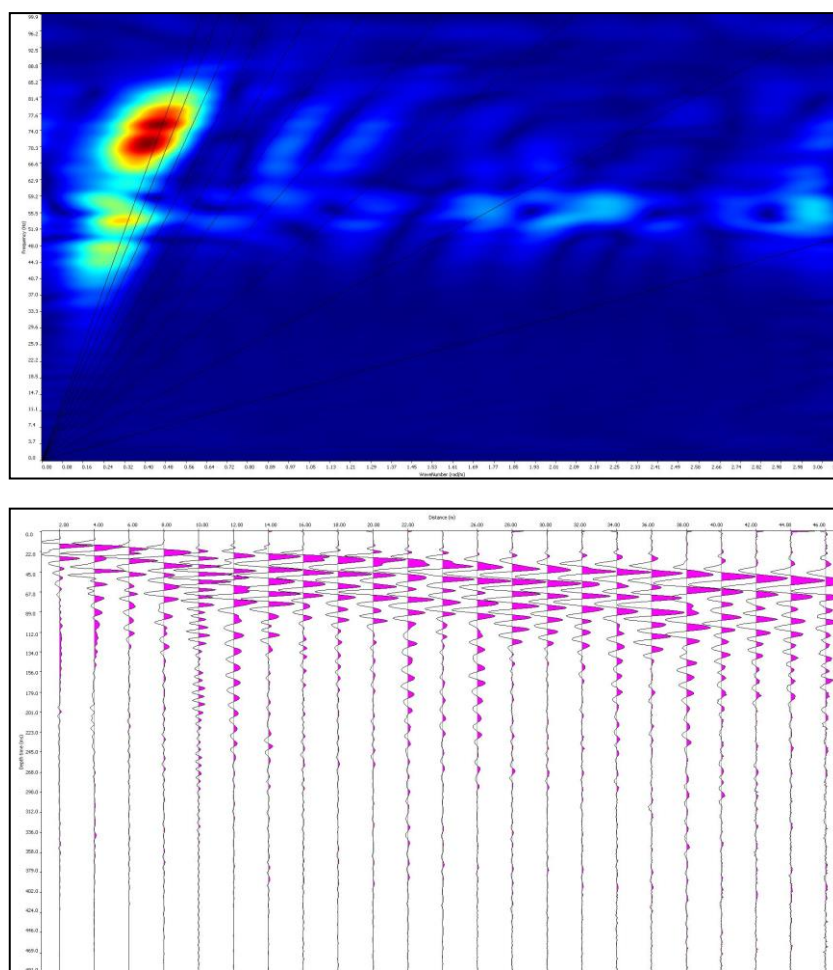


Fig.37- Indagine Masw M5: sismogramma, spettro F-V e reticolo sismico di riferimento

(1)* Coordinate WGS84
 Lat. ° Long. °

(1)* Coordinate ED50
 Lat. ° Long. °

Classe dell'edificio

Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

Calcolo dei coefficienti sismici

☐ Muri di sostegno ☐ Paratie

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
Cc *	1,00	1,00	1,00	1,00
Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
St *	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,039	0,063
kv	0,003	0,004	0,020	0,031
Amax [m/s²]	0,335	0,422	1,420	2,045
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	T _c * [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,511	0,257
Danno (SLD)	50	0,043	2,526	0,295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,145	2,485	0,360
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,209	2,448	0,373
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

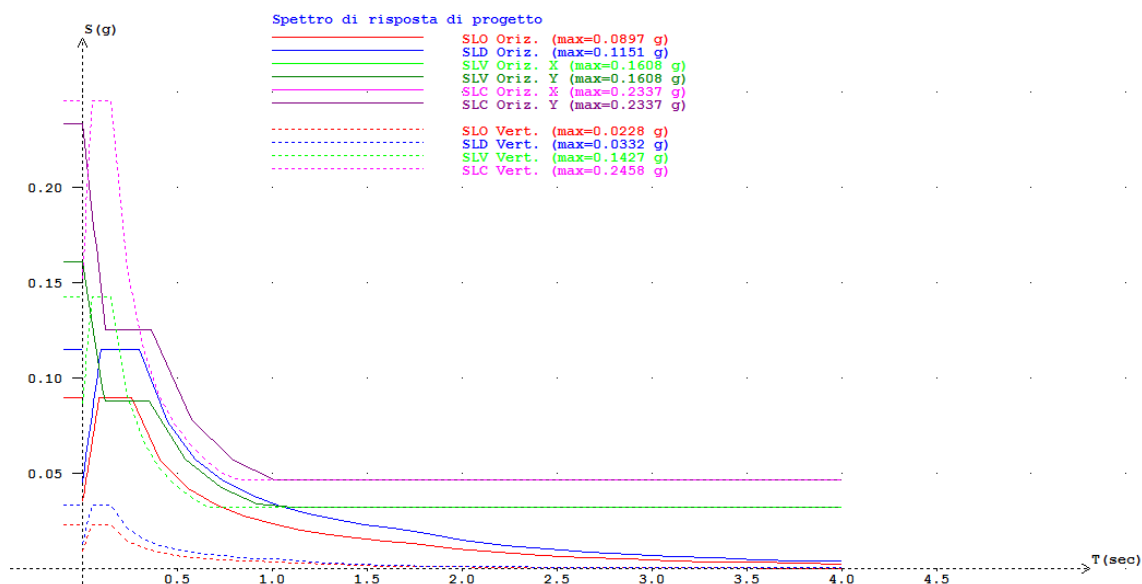


Fig.38 –Indagine Masw M5: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

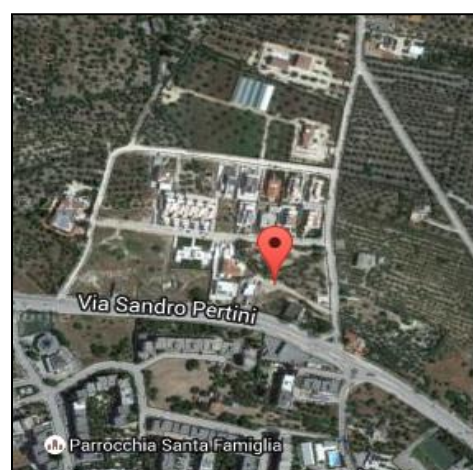
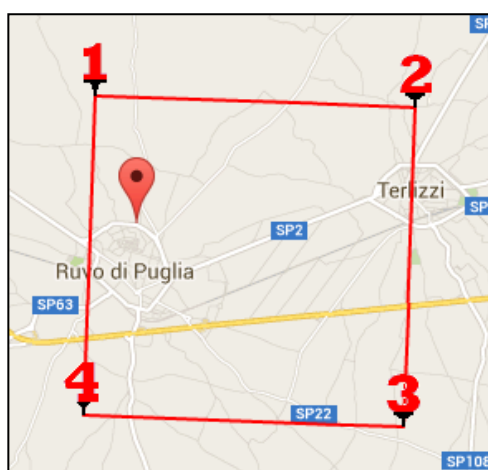
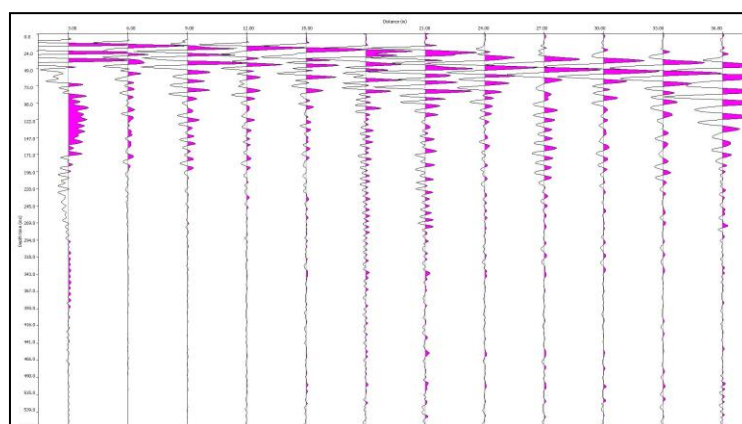
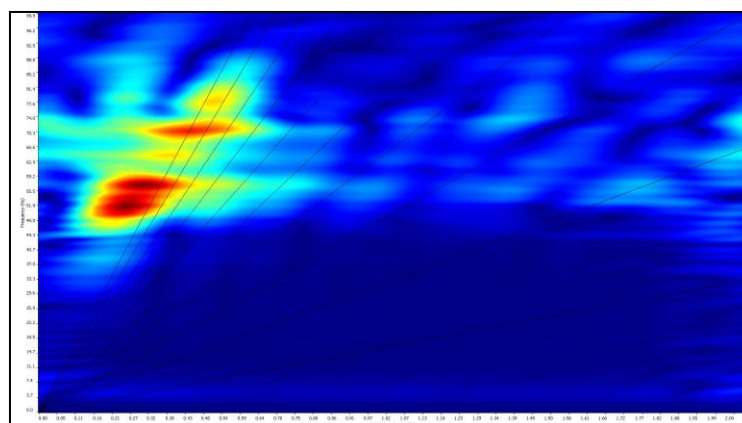


Fig.39- Indagine Masw M6: sismogramma, spettro F-V e reticolo sismico di riferimento

(1)* Coordinate WGS84
 Lat. Long.

(1)* Coordinate ED50
 Lat. Long.

Classe dell'edificio
 Cu =

Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,512	0,257
Danno (SLD)	50	0,043	2,526	0,295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,145	2,484	0,360
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,209	2,448	0,372
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

☐ Muri di sostegno ☐ Paratie

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

 H (m)

 us (m)

 Categoria sottosuolo

 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
Cc * Coeff. funz. categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,039	0,063
kv	0,003	0,004	0,020	0,031
Amax [m/s²]	0,335	0,423	1,423	2,050
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

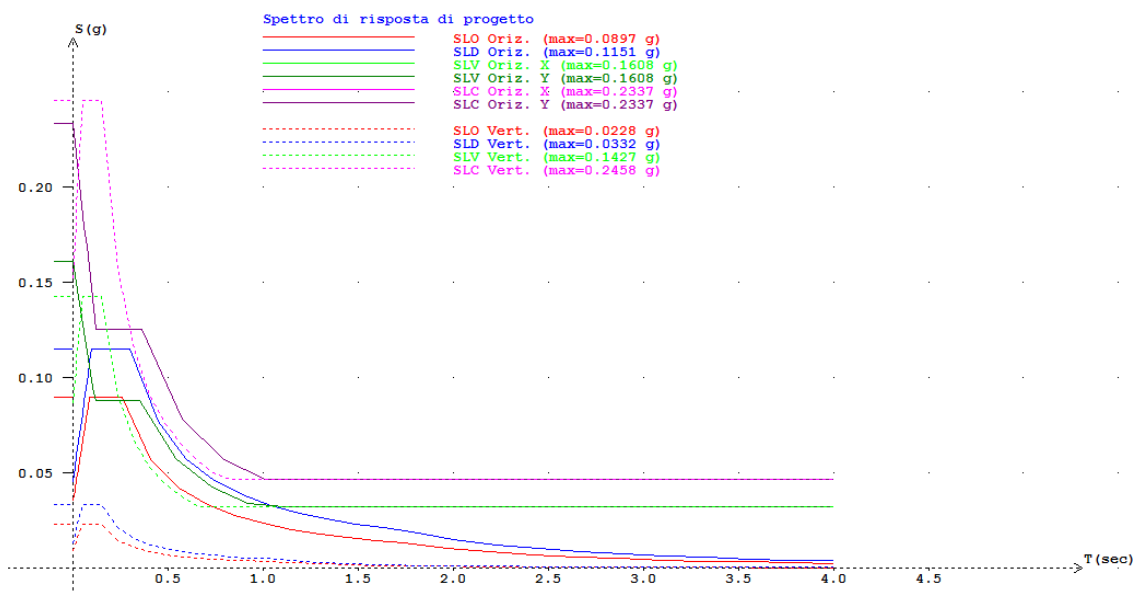


Fig.40 –Indagine Masw M6: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

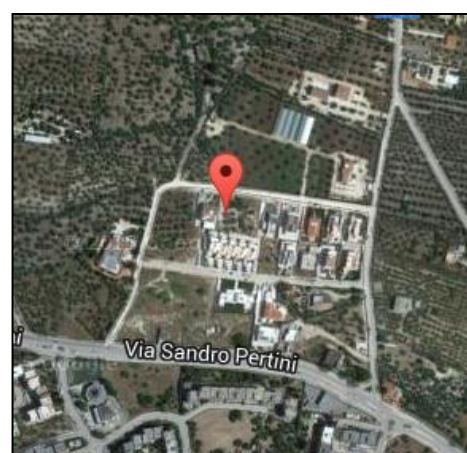
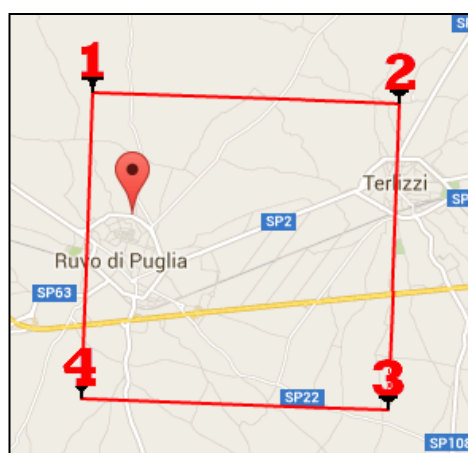
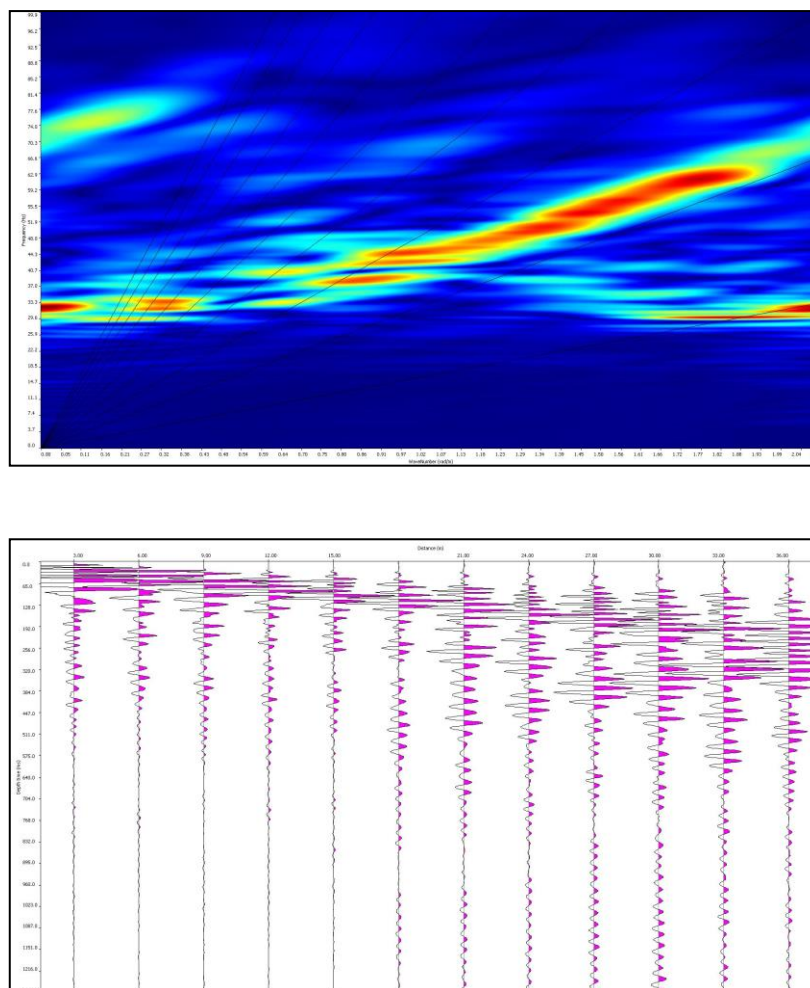


Fig.41- Indagine Masw M7: sismogramma, spettro F-V e reticolo sismico di riferimento

(1)* Coordinate WGS84
 Lat. ° Long. °

(1)* Coordinate ED50
 Lat. ° Long. °

Classe dell'edificio

Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,512	0,257
Danno (SLD)	50	0,043	2,526	0,295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,145	2,484	0,360
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,209	2,447	0,372
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

☐ Muri di sostegno ☐ Paratie

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

 H (m)

 us (m)

 Categoria sottosuolo

 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss* Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
Cc* Coeff. funz. categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
St* Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,039	0,063
kv	0,003	0,004	0,020	0,031
Amax [m/s²]	0,335	0,423	1,426	2,054
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

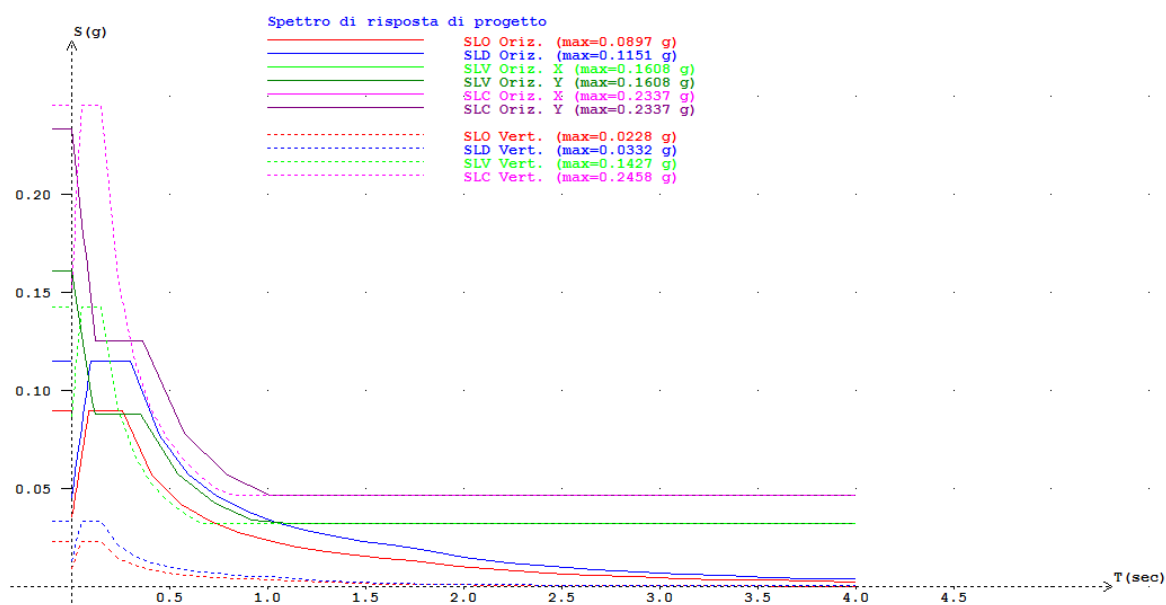


Fig.42 –Indagine Masw M7: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

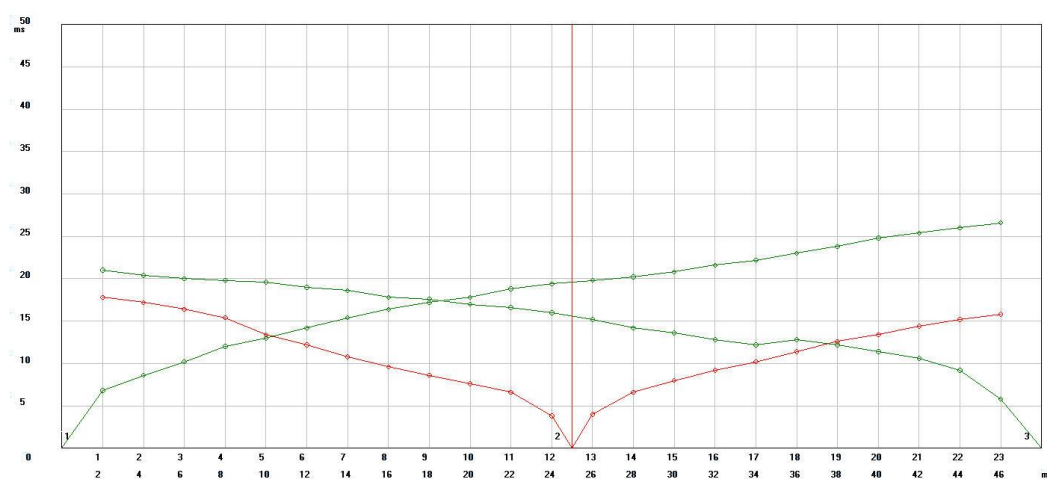
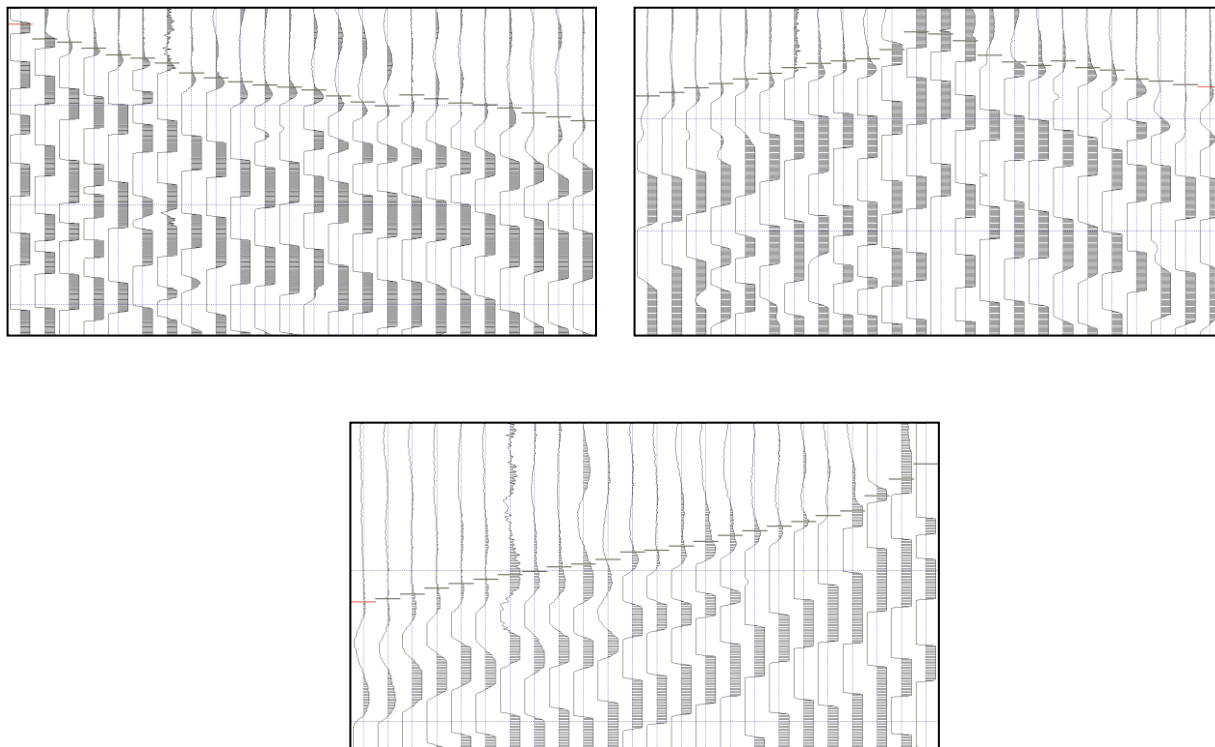
AREA 3

Fig.43 –Sismogrammi e dromocrona base sismica "R11"

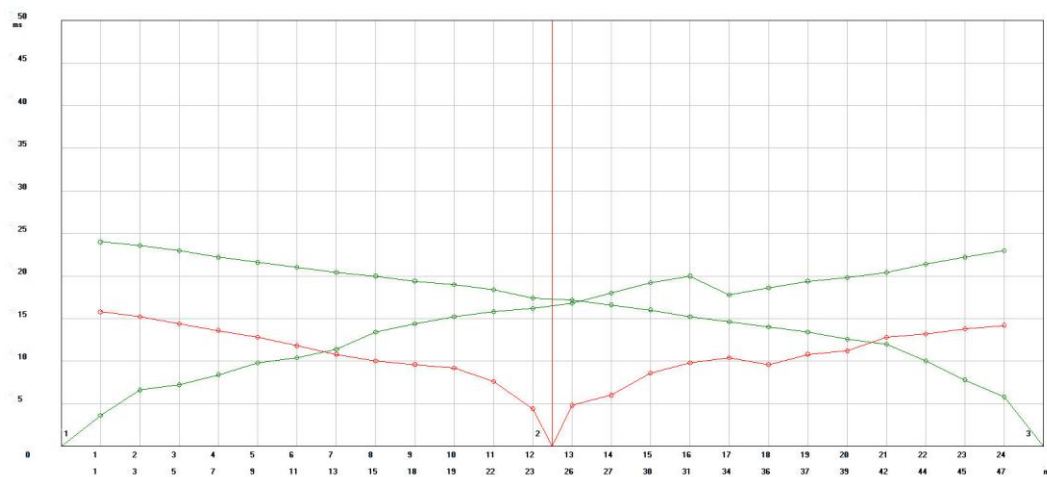
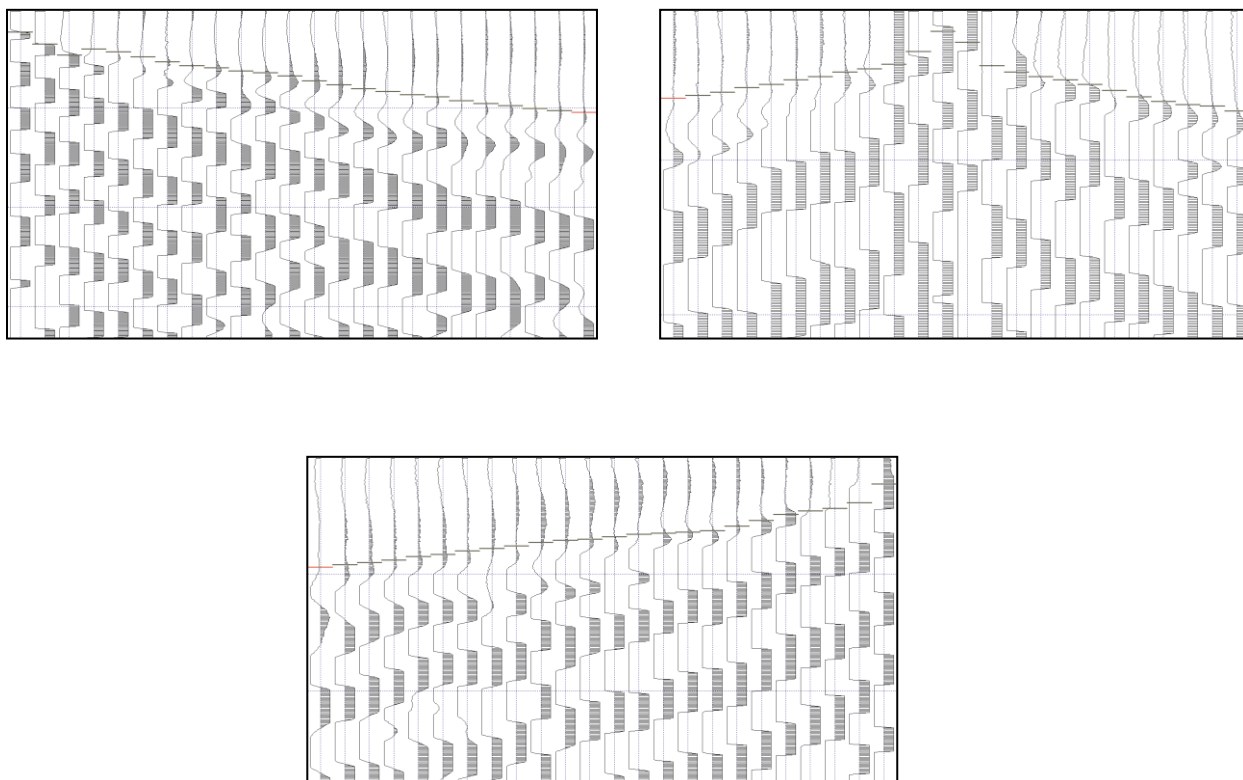


Fig.44 -Sismogrammi base sismica "R12"

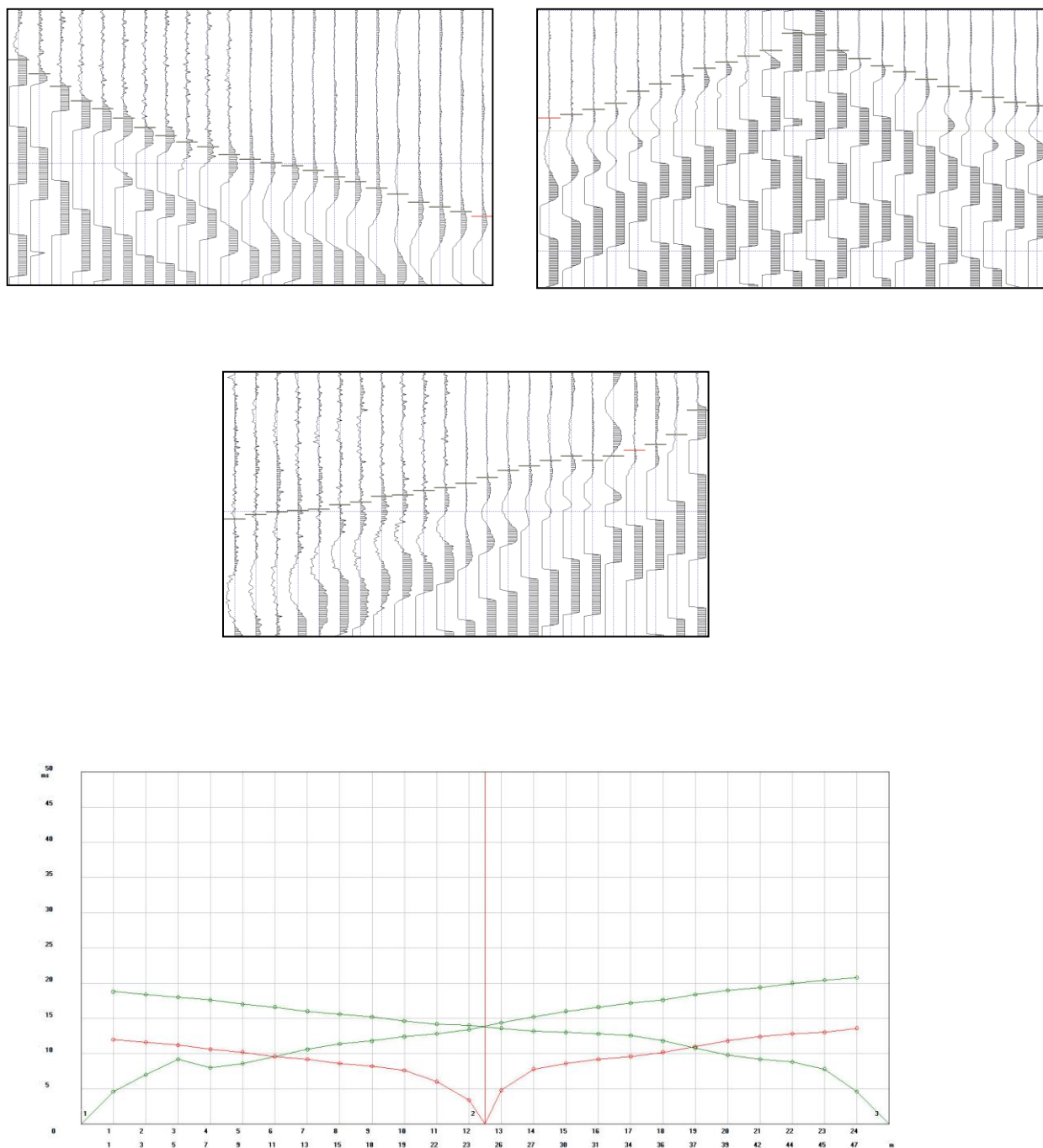


Fig.45 –Sismogrammi e dromocrona base sismica "R13"

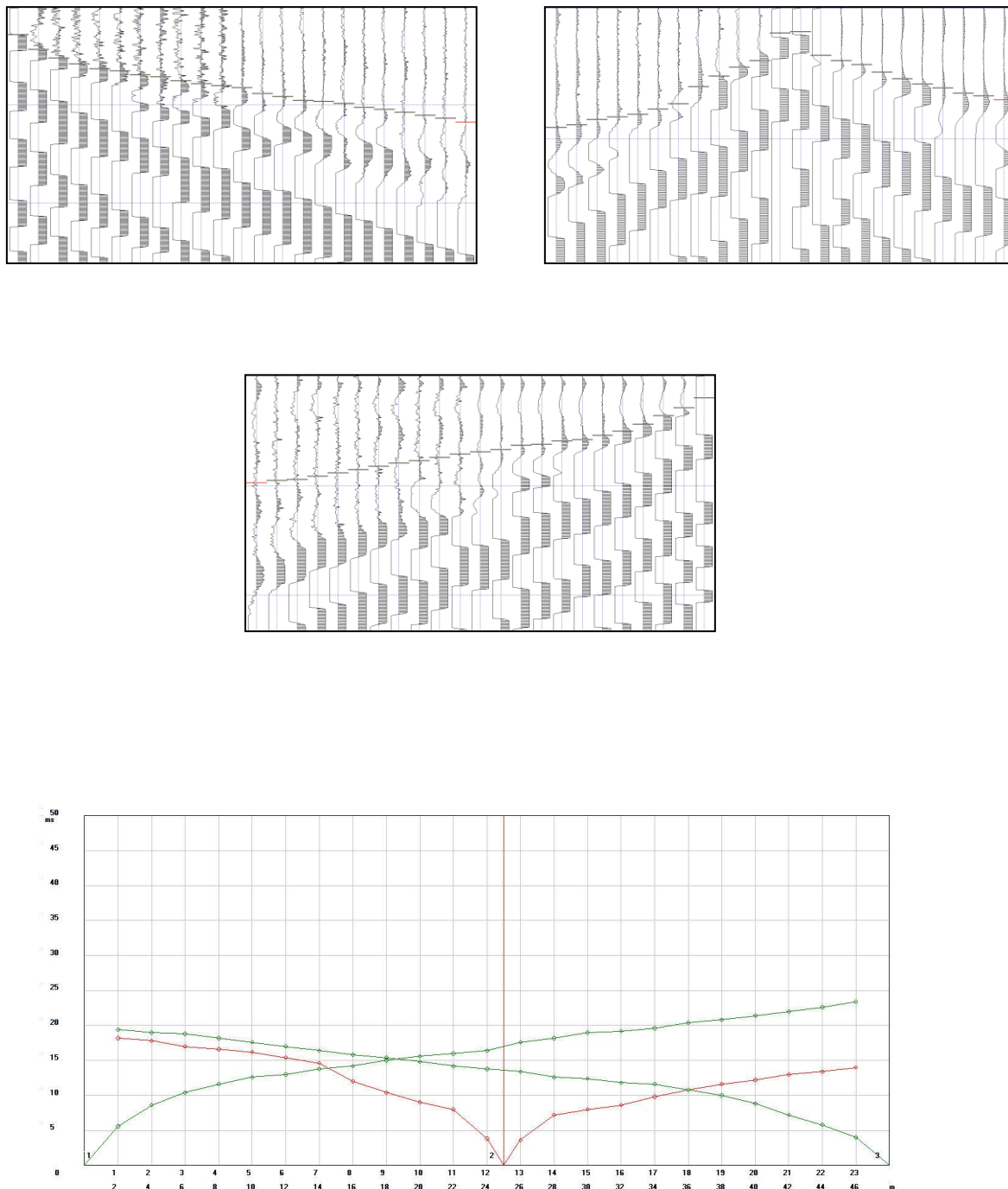


Fig.46 –Sismogrammi e dromocrona base sismica "R14"

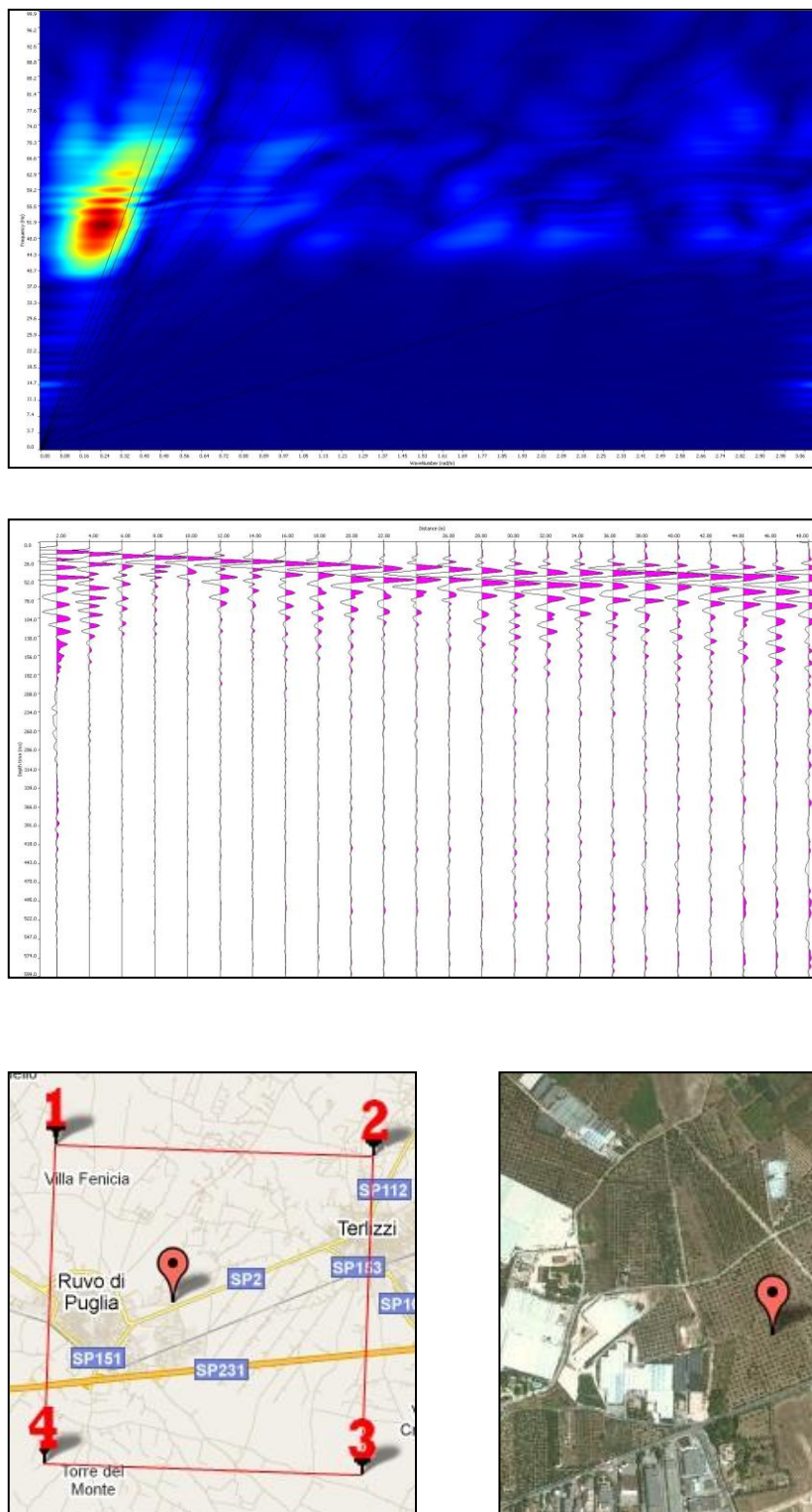
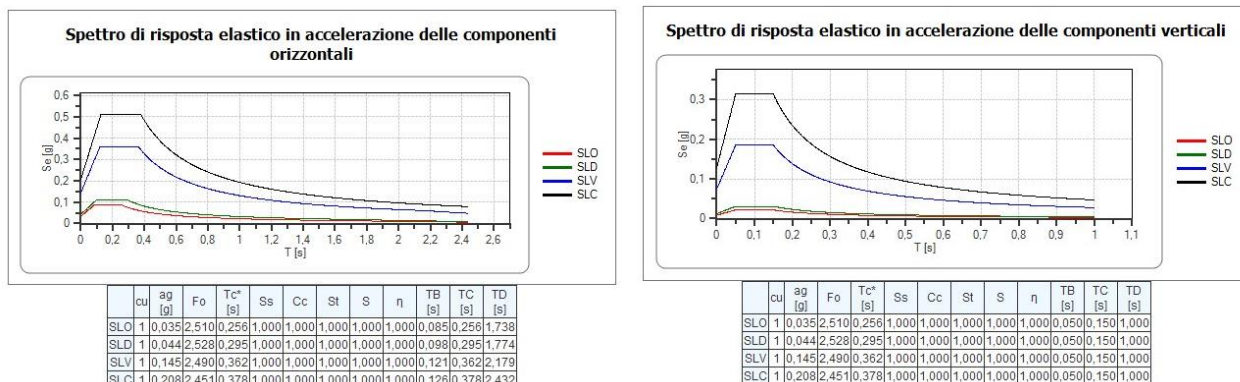


Fig.47- Indagine Masw M8: sismogramma, spettro F-V e reticolo sismico di riferimento



Determinazione dei parametri sismici
(1)* Coordinate WGS84
Latitudine ° Longitudine °
(1)* Coordinate ED50
Latitudine ° Longitudine °
Classe dell'edificio
II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...
Vita nominale
(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)
Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,510	0,256
Danno (SLD)	50	0,043	2,528	0,295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,142	2,490	0,362
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,204	2,451	0,378
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici
☐ Muri di sostegno ☒ Stabilità dei pendii e fondazioni ☐ Paratie
☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.
H (m)
us (m)
Categoria sottosuolo
Categoria topografica
Ss *
Amplificazione stratigrafica
Cc *
Coeff. funz categoria
St *
Amplificazione topografica
☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,038	0,061
kv	0,003	0,004	0,019	0,031
Amax [m/s²]	0,333	0,419	1,393	2,001
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

Fig.48 –Indagine Masw M8: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

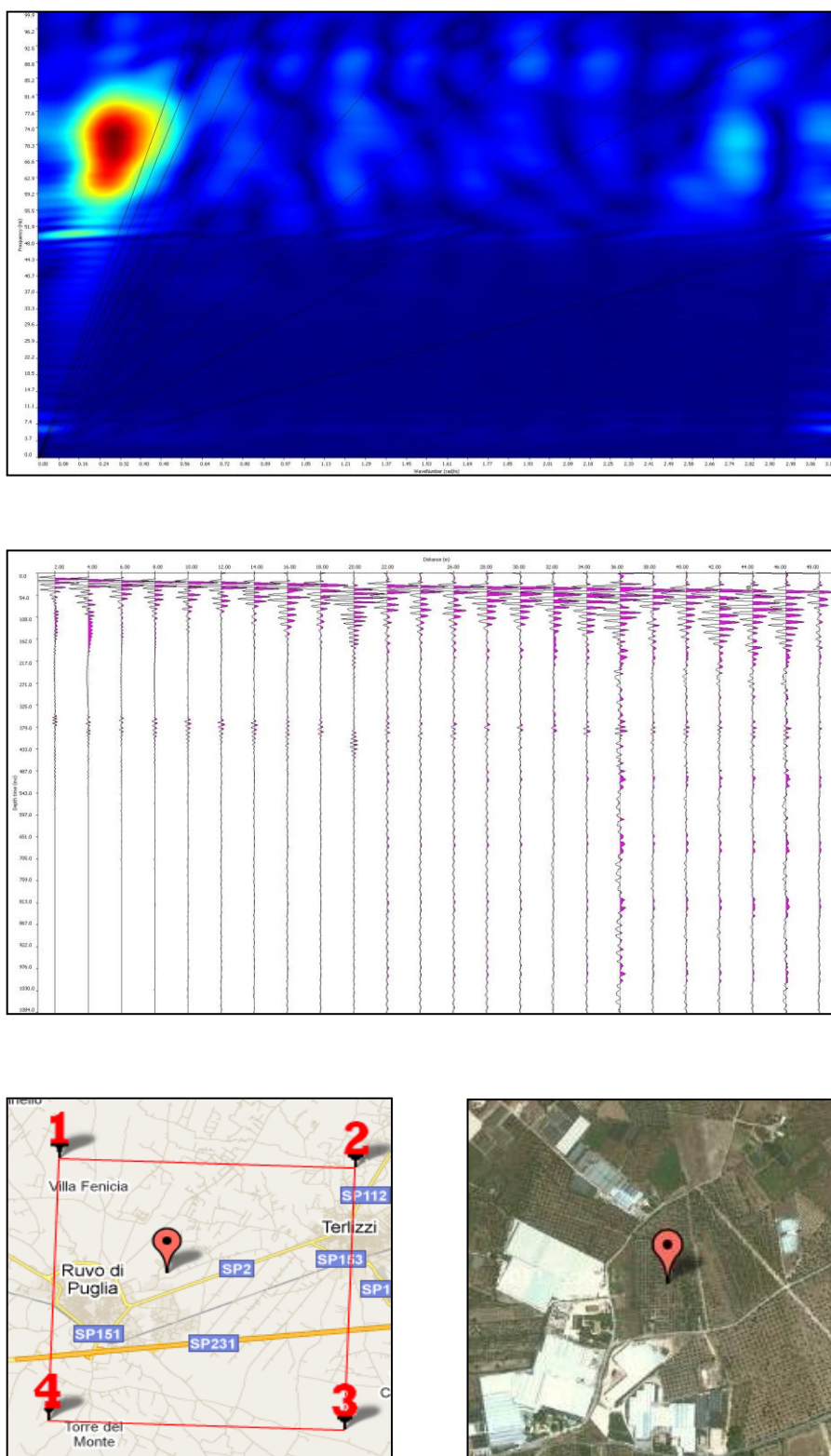


Fig.49- Indagine Masw M9: sismogramma, spettro F-V e reticolo sismico di riferimento

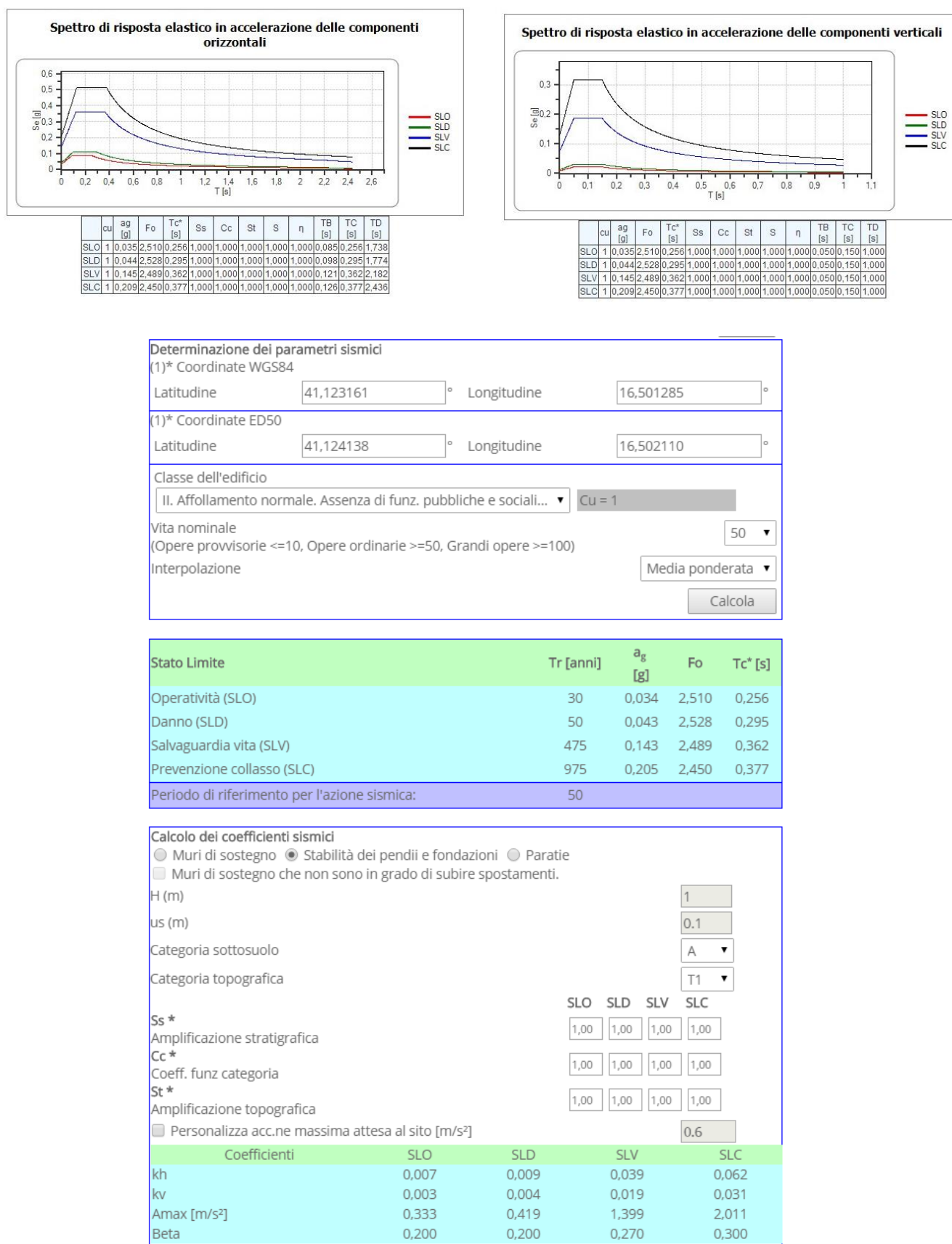


Fig.50 –Indagine Masw M8: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

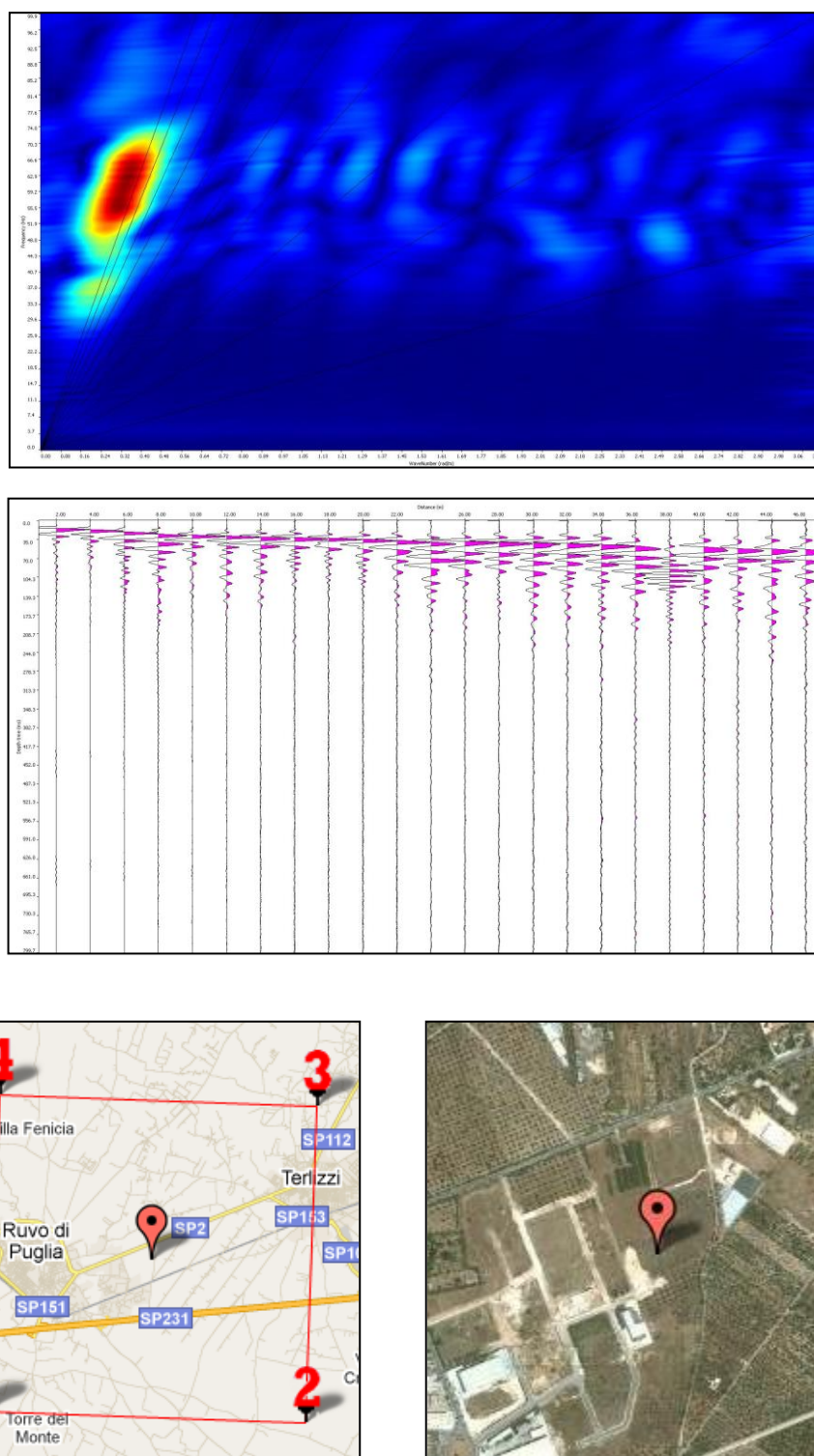
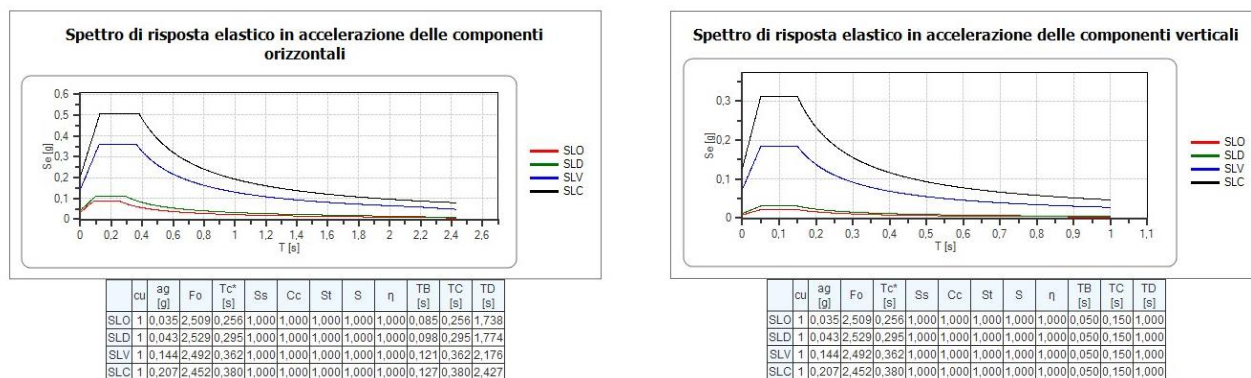


Fig.51- Indagine Masw M10: sismogramma, spettro F-V e reticolo sismico di riferimento



Determinazione dei parametri sismici
 (1)* Coordinate WGS84
 Latitudine ° Longitudine °
 (1)* Coordinate ED50
 Latitudine ° Longitudine °
 Classe dell'edificio
 Cu =
 Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)
 Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,509	0,256
Danno (SLD)	50	0,043	2,529	0,295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,141	2,492	0,362
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,203	2,452	0,380
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici
☐ Muri di sostegno ☒ Stabilità dei pendii e fondazioni ☐ Paratie
☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.
 H (m)
 us (m)
 Categoria sottosuolo
 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
Cc *	1,00	1,00	1,00	1,00
Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
St *	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione topografica				
☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]				0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,038	0,061
kv	0,003	0,004	0,019	0,030
Amax [m/s²]	0,332	0,417	1,385	1,988
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

Fig.52 –Indagine Masw M10: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

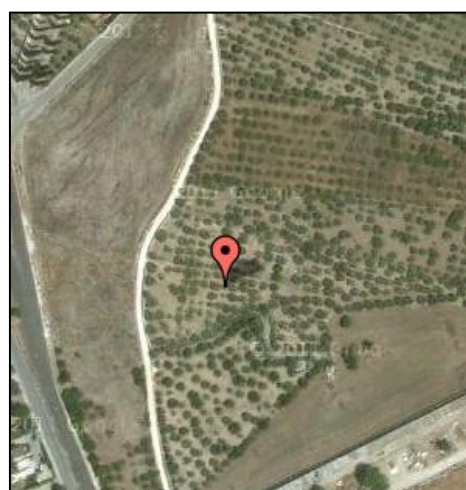
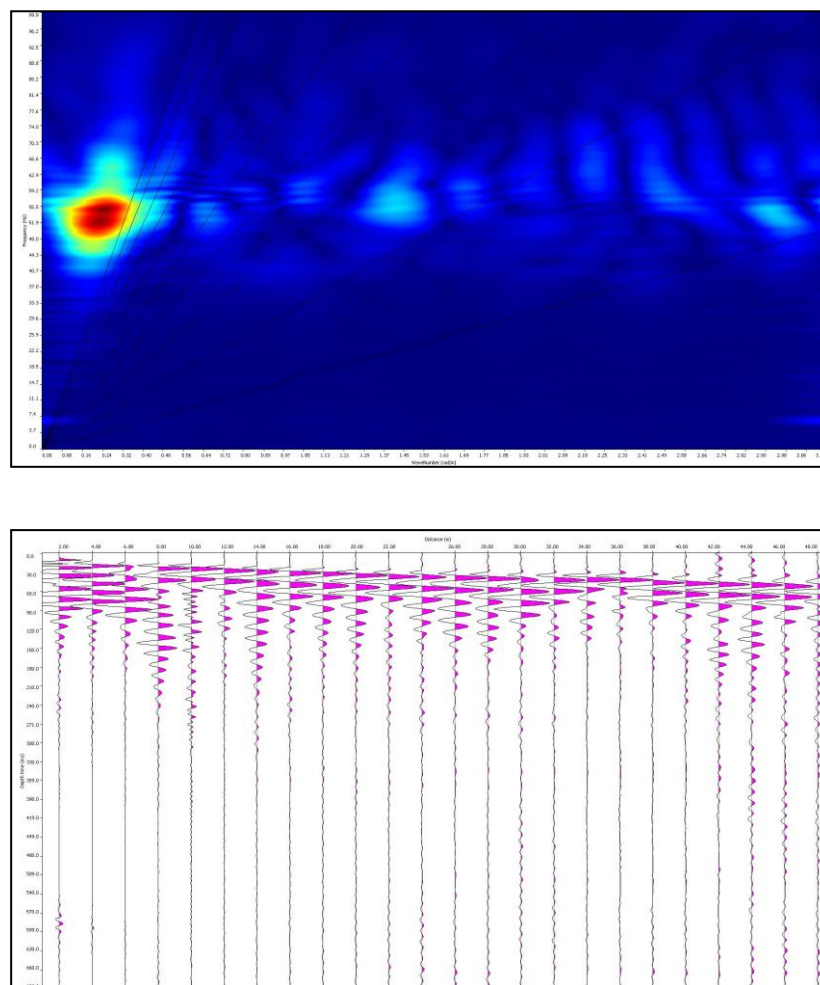
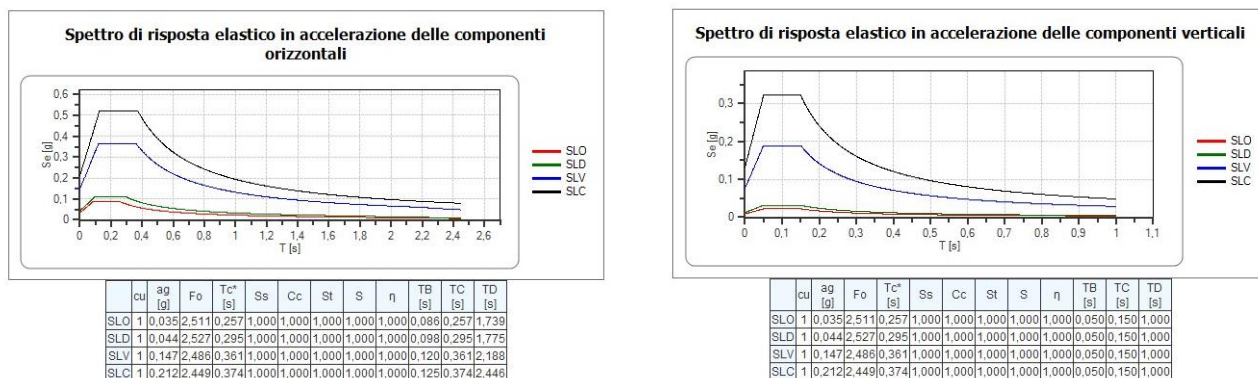


Fig.53- Indagine Masw M11: sismogramma, spettro F-V e reticolo sismico di riferimento



Determinazione dei parametri sismici
(1)* Coordinate WGS84

Latitudine ° Longitudine °

(1)* Coordinate ED50

Latitudine ° Longitudine °

Classe dell'edificio
 Cu =

Vita nominale (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,511	0,257
Danno (SLD)	50	0,043	2,527	0,295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,144	2,486	0,361
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,207	2,449	0,374
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

☐ Muri di sostegno
 ☒ Stabilità dei pendii e fondazioni
 ☐ Paratie
☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

Ss* Amplificazione stratigrafica
 Cc* Coeff. funz. categoria
 St* Amplificazione topografica
☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,039	0,062
kv	0,003	0,004	0,019	0,031
Amax [m/s²]	0,334	0,421	1,414	2,035
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

Fig.54 –Indagine Masw M11: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

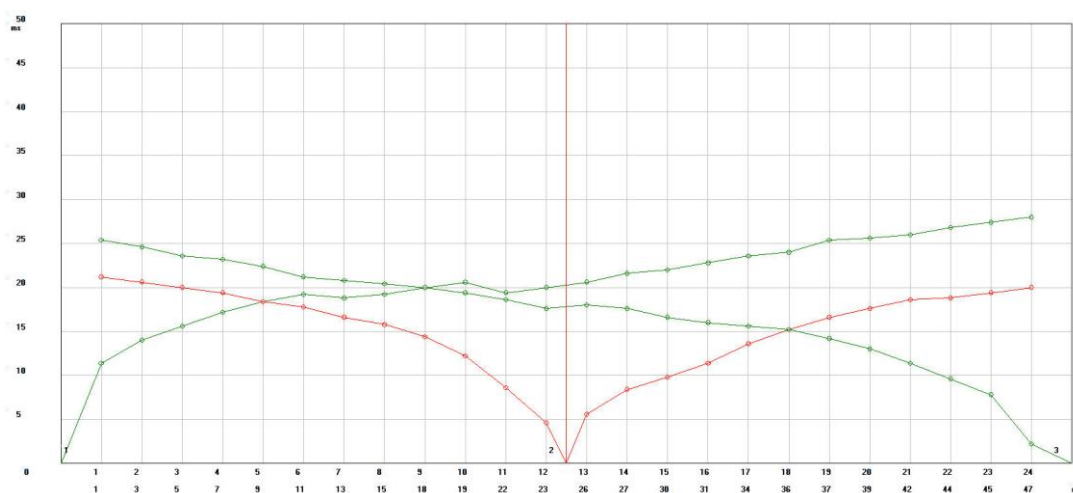
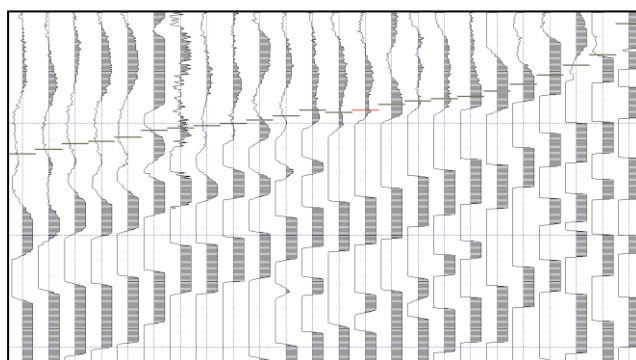
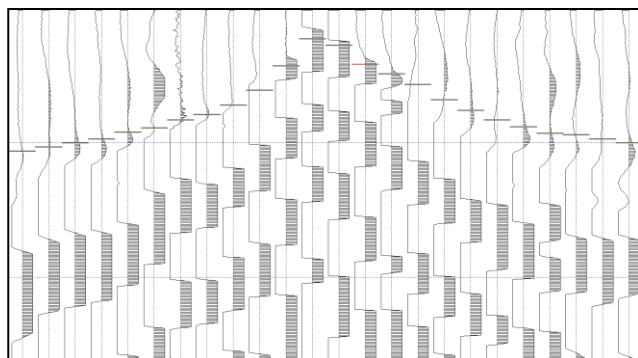
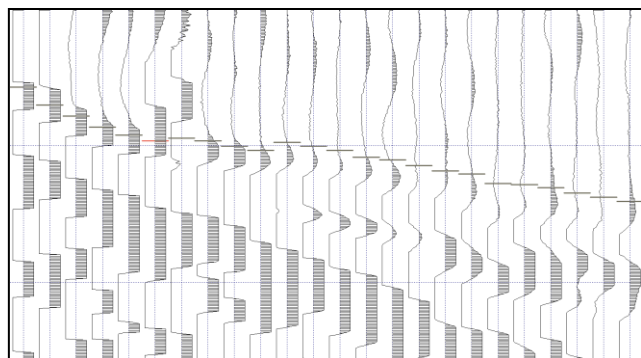
AREA 4

Fig.55 -Sismogrammi e dromocrona base sismica "R16"

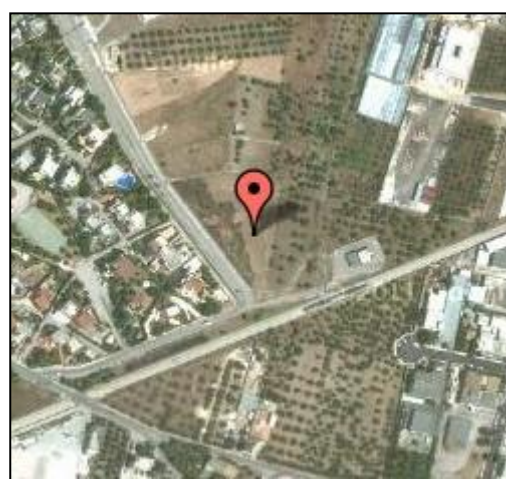
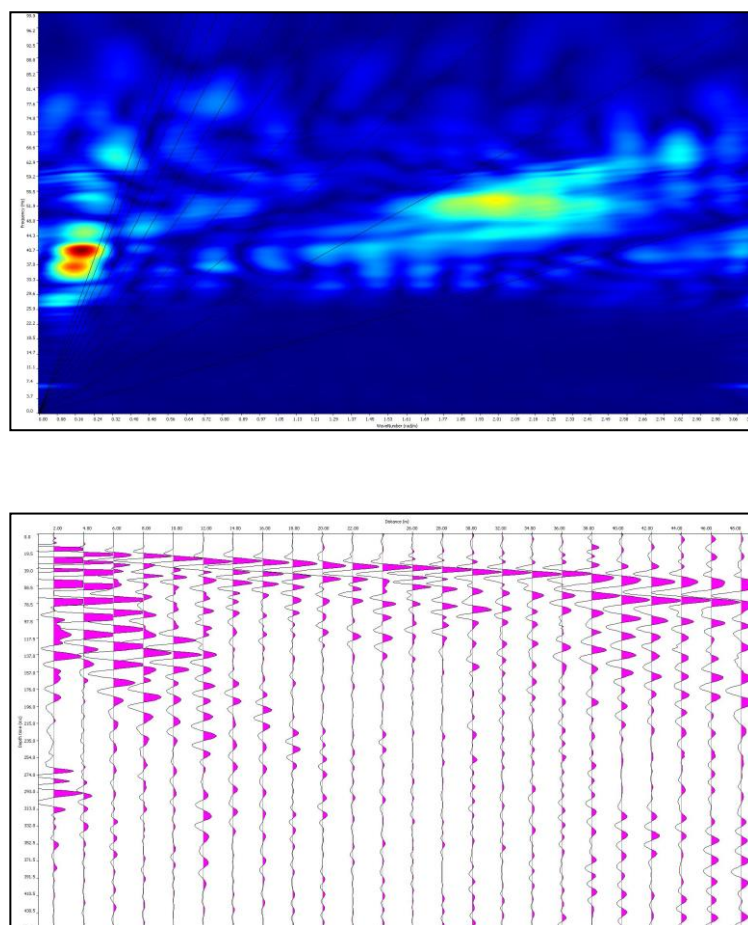
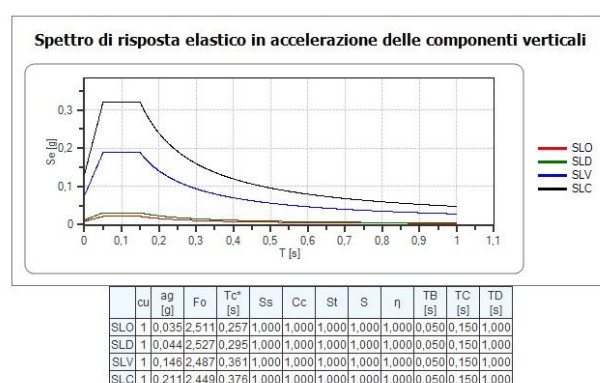
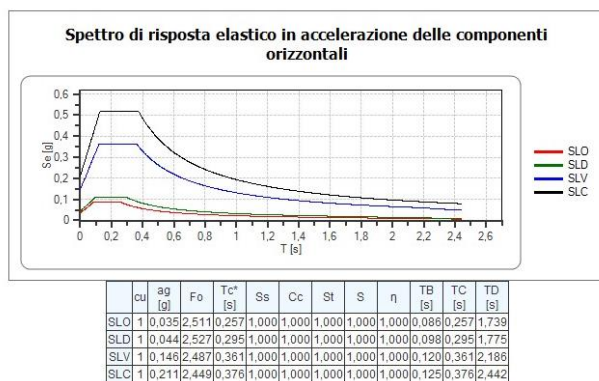


Fig.56- Indagine Masw M12: sismogramma, spettro F-V e reticolo sismico di riferimento



Determinazione dei parametri sismici

(1)* Coordinate WGS84

Latitudine ° Longitudine °

(1)* Coordinate ED50

Latitudine ° Longitudine °

Classe dell'edificio

Vita nominale

(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,511	0,257
Danno (SLD)	50	0,043	2,527	0,295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,144	2,487	0,361
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,206	2,449	0,376
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

☐ Muri di sostegno ☒ Stabilità dei pendii e fondazioni ☐ Paratie

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

Ss *

Amplificazione stratigrafica

Cc *

Coeff. funz categoria

St *

Amplificazione topografica

☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,039	0,062
kv	0,003	0,004	0,019	0,031
Amax [m/s ²]	0,334	0,421	1,408	2,025
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

Fig.57 –Indagine Masw M12: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

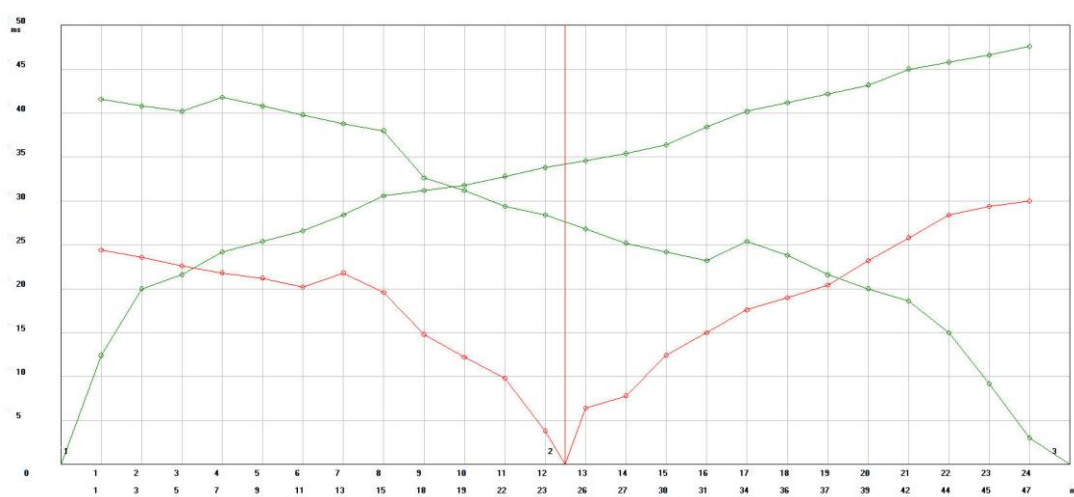
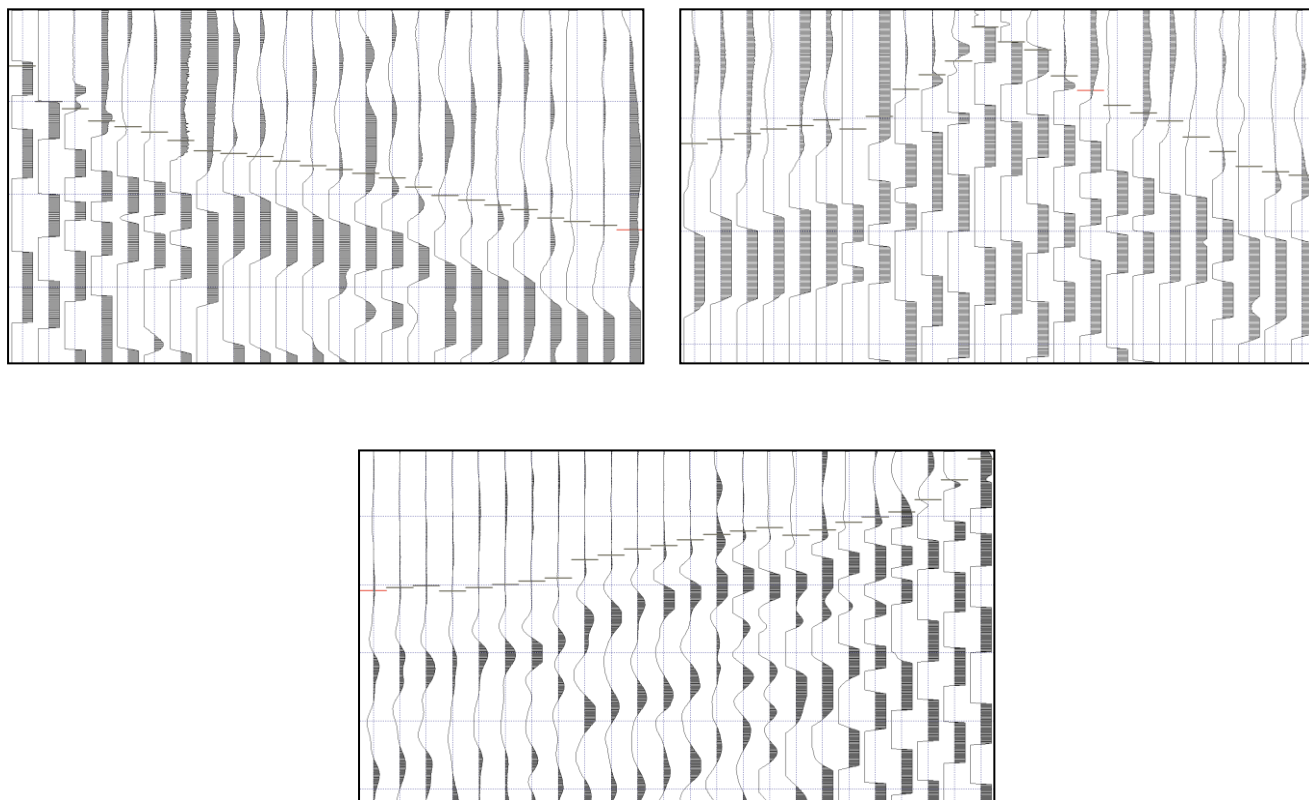
AREA 5

Fig.58 –Sismogrammi e dromocrona base sismica "R17"

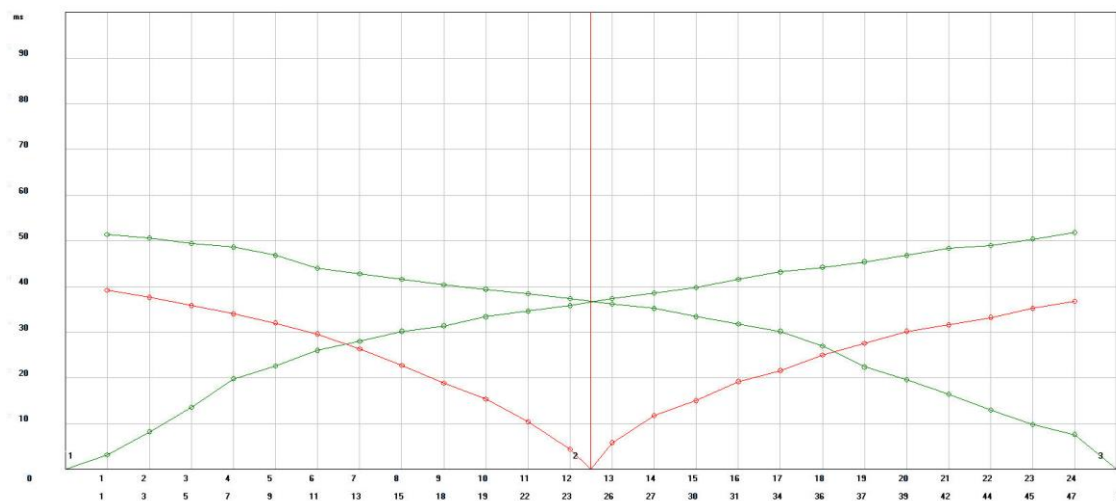
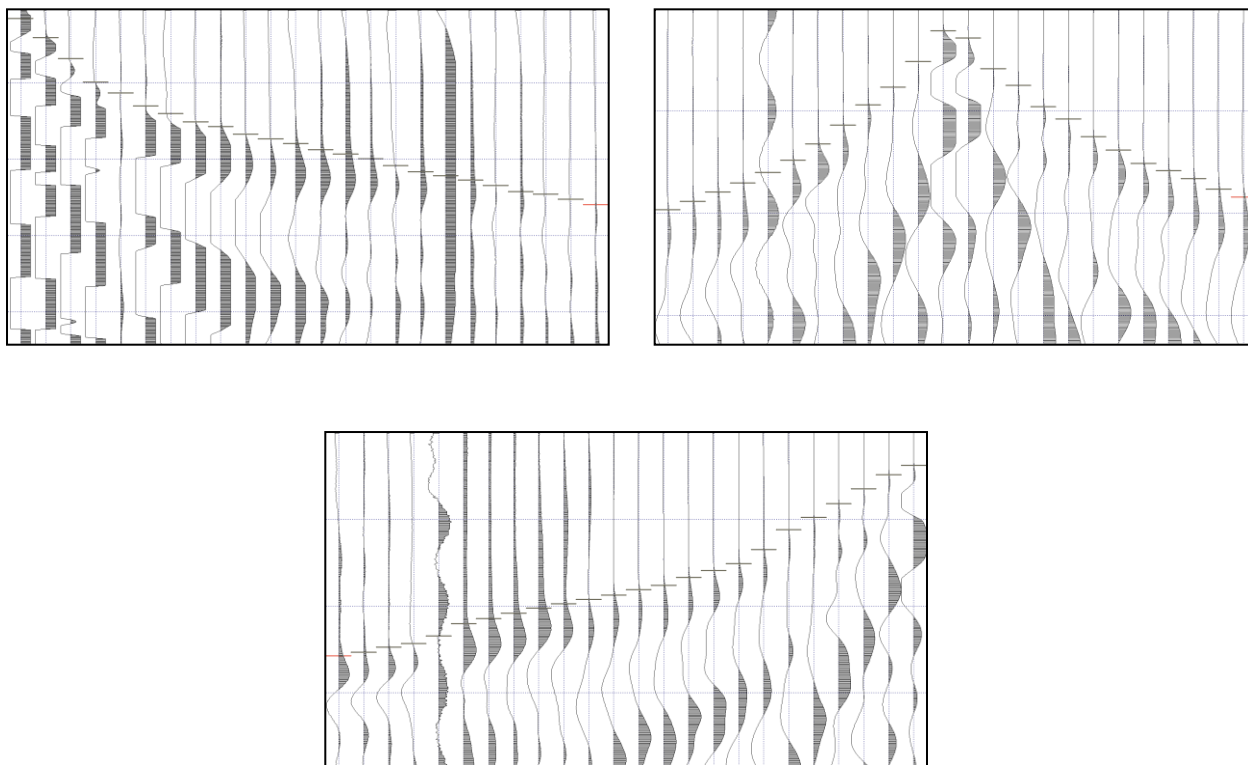


Fig.59 – Sismogrammi e dromocrona base sismica "R18"

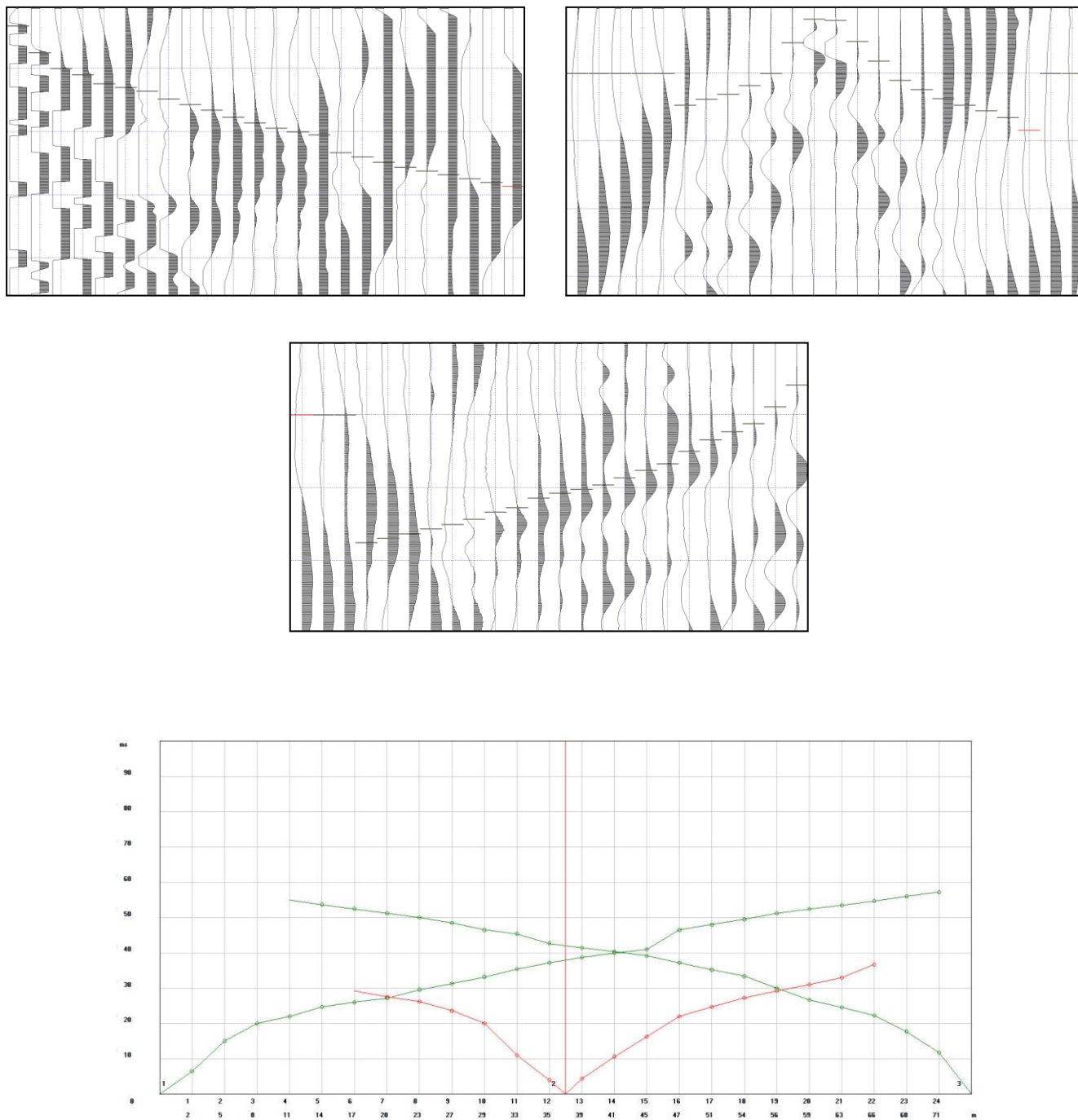


Fig.60 –Sismogrammi e dromocrona base sismica "R19"

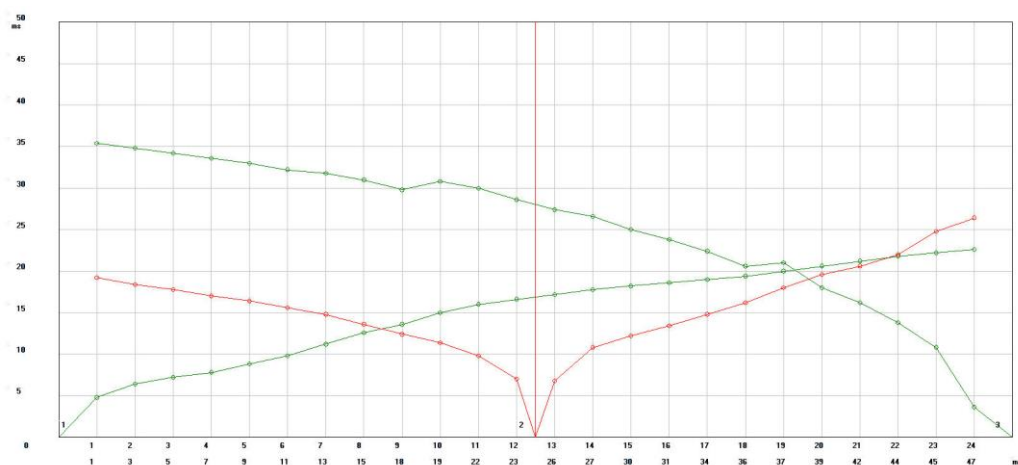
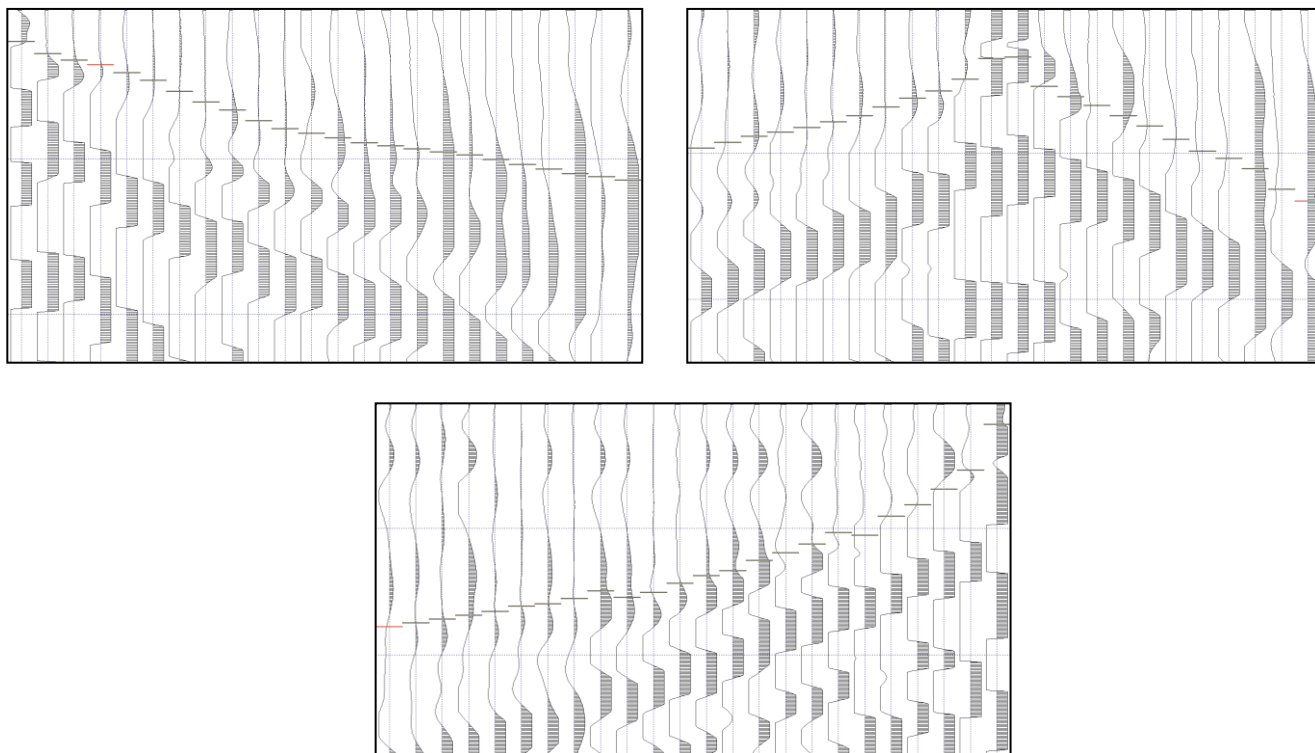


Fig.61 – Sismogrammi e dromocrona base sismica "R20"

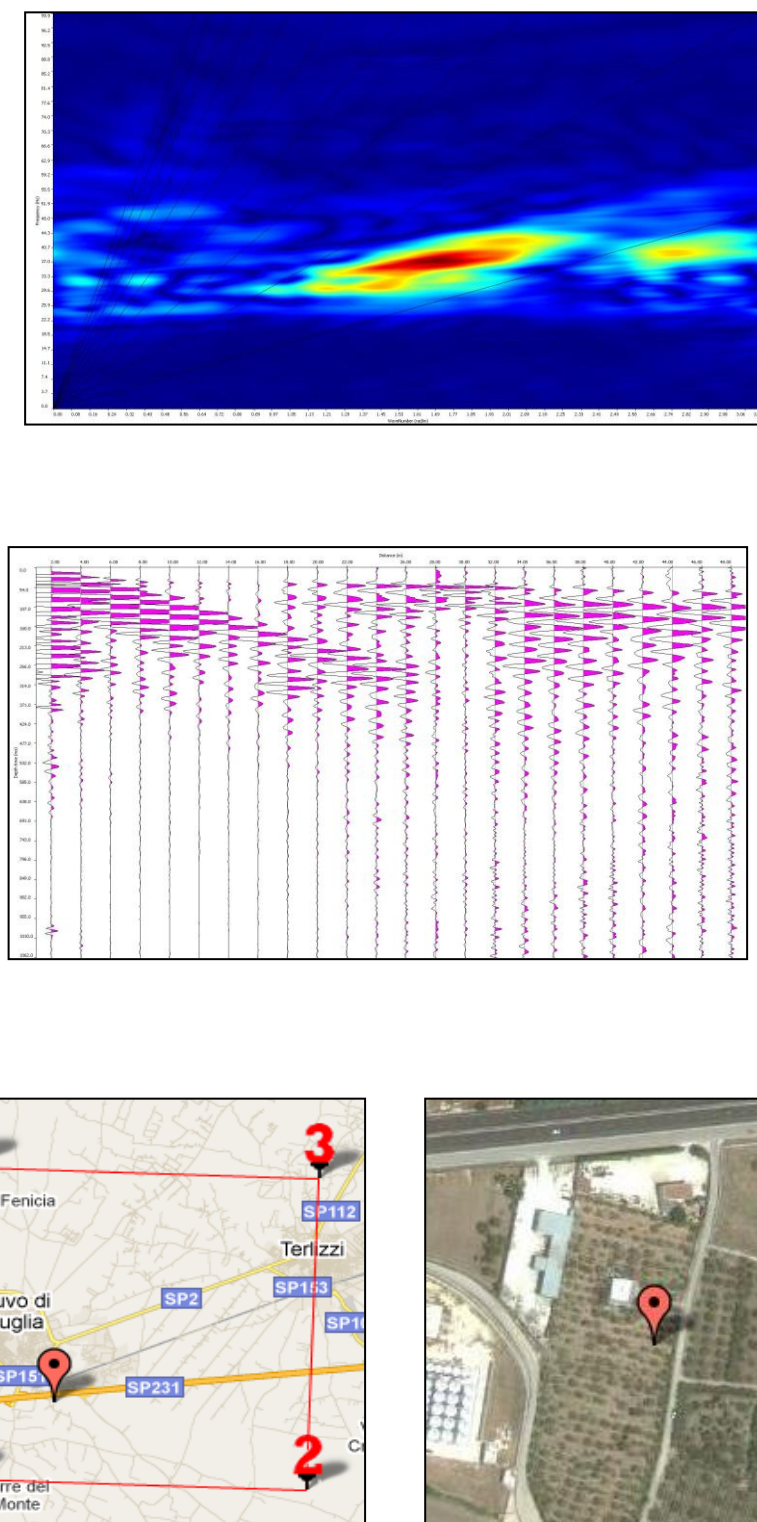
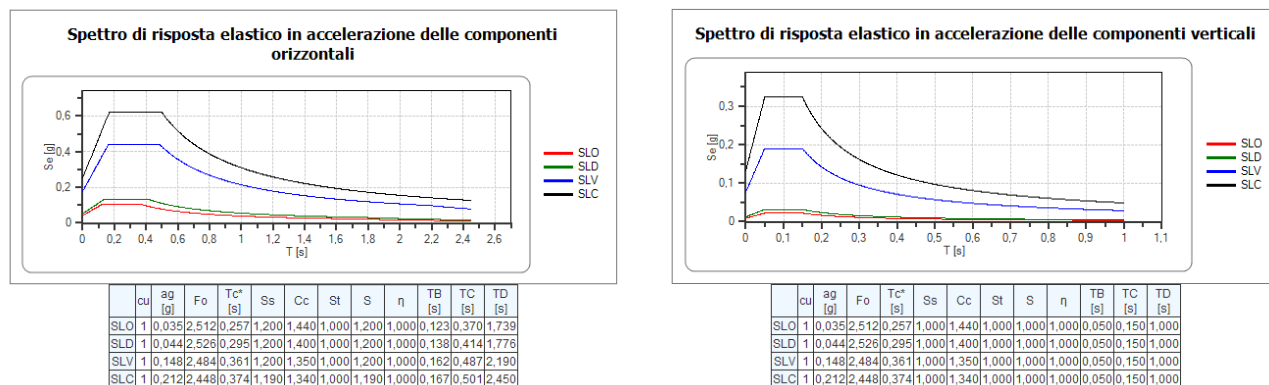


Fig.62- Indagine Masw M13: sismogramma, spettro F-V e reticolo sismico di riferimento

**Determinazione dei parametri sismici**

(1)* Coordinate WGS84

 Latitudine ° Longitudine °

(1)* Coordinate ED50

 Latitudine ° Longitudine °

Classe dell'edificio

 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita nominale

(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,512	0,257
Danno (SLD)	50	0,043	2,526	0,295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,145	2,484	0,361
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,208	2,448	0,374
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici
☐ Muri di sostegno ☒ Stabilità dei pendii e fondazioni ☐ Paratie
☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.H (m) us (m) Categoria sottosuolo Categoria topografica Ss*

Amplificazione stratigrafica

Cc*

Coeff. funz categoria

St*

Amplificazione topografica

☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,008	0,010	0,042	0,070
kv	0,004	0,005	0,021	0,035
Amax [m/s²]	0,402	0,507	1,703	2,452
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

Fig.63 –Indagine Masw M13: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

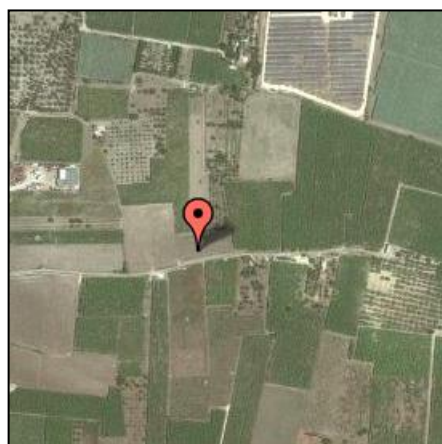
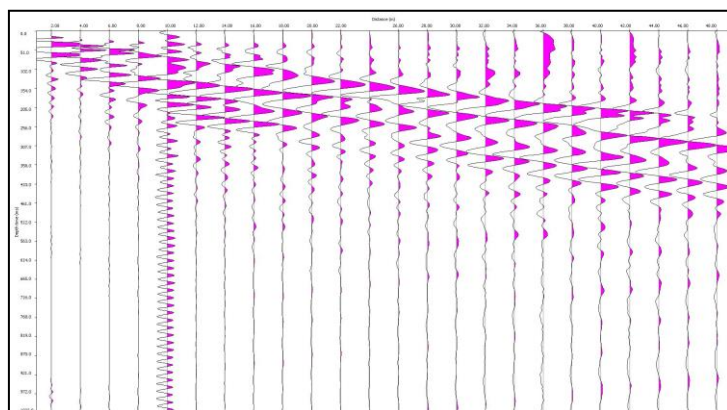
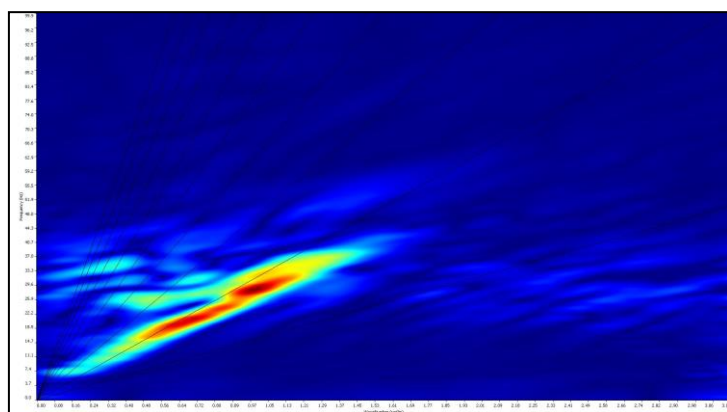
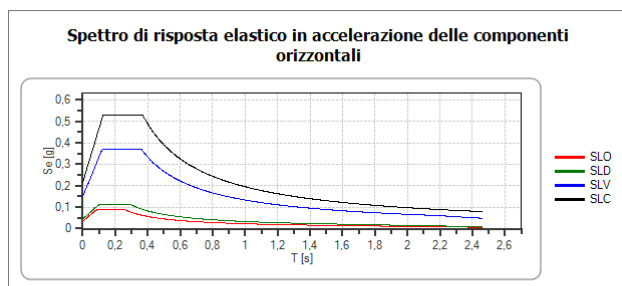
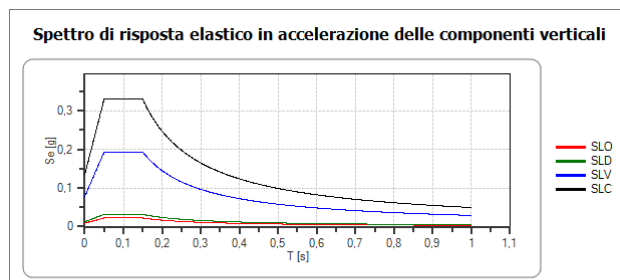


Fig.64- Indagine Masw M14: sismogramma, spettro F-V e reticolo sismico di riferimento



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,035	2,513	0,258	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,086	0,258	1,740
SLD	1	0,044	2,525	0,296	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,099	0,296	1,777
SLV	1	0,149	2,481	0,360	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,120	0,360	2,197
SLC	1	0,215	2,446	0,371	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,124	0,371	2,461



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,035	2,513	0,258	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,044	2,525	0,296	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,149	2,481	0,360	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,215	2,446	0,371	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

Determinazione dei parametri sismici

(1)* Coordinate WGS84

Latitudine ° Longitudine °

(1)* Coordinate ED50

Latitudine ° Longitudine °

Classe dell'edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita nominale

(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,513	0,258
Danno (SLD)	50	0,043	2,525	0,296
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,146	2,480	0,360
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,211	2,446	0,371
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

☐ Muri di sostegno ☒ Stabilità dei pendii e fondazioni ☐ Paratie

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

Ss*

Amplificazione stratigrafica

Cc*

Coeff. funz categoria

St*

Amplificazione topografica

☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,010	0,013	0,052	0,082
kv	0,005	0,007	0,026	0,041
Amax [m/s²]	0,504	0,638	2,126	2,878
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

Fig.65 –Indagine Masw M14: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

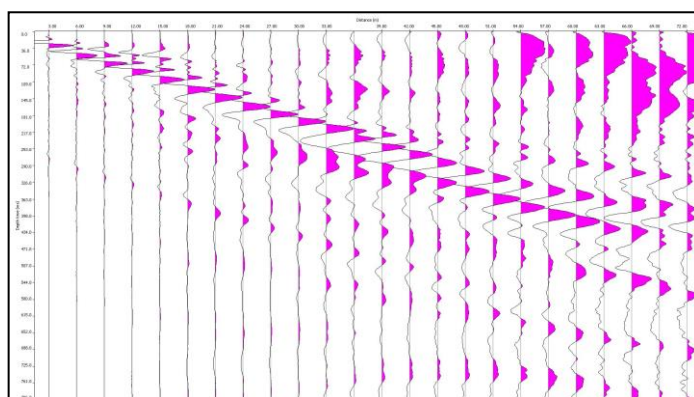
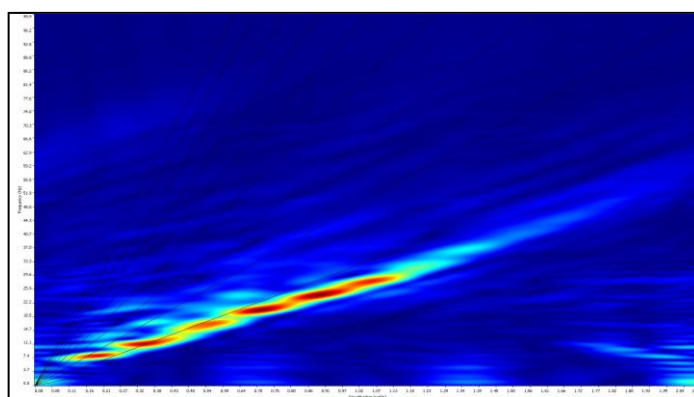
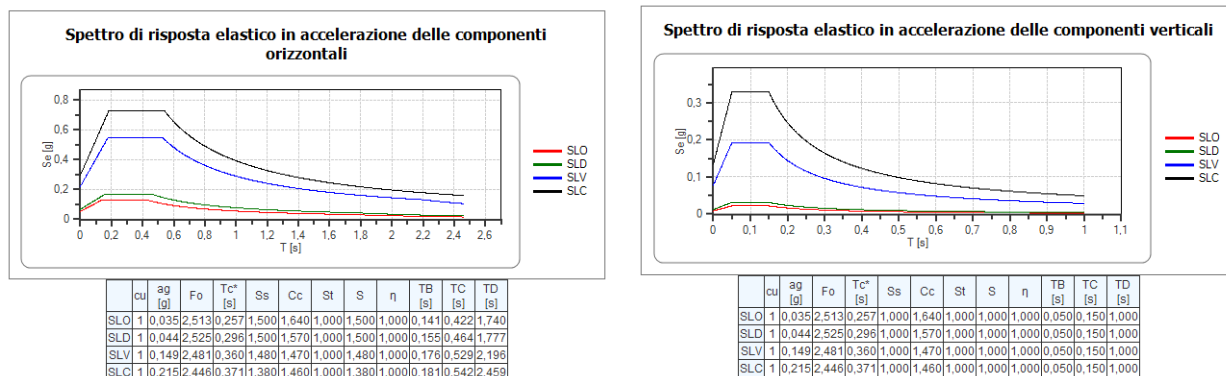


Fig.66- Indagine Masw M15: sismogramma, spettro F-V e reticolo sismico di riferimento



Determinazione dei parametri sismici
 (1)* Coordinate WGS84
 Latitudine ° Longitudine °
 (1)* Coordinate ED50
 Latitudine ° Longitudine °
 Classe dell'edificio
 Cu =
 Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)
 Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,513	0,257
Danno (SLD)	50	0,043	2,525	0,296
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,146	2,481	0,360
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,211	2,446	0,371
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici
☐ Muri di sostegno ☒ Stabilità dei pendii e fondazioni ☐ Paratie
☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.
 H (m)
 us (m)
 Categoria sottosuolo
 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *	1,50	1,50	1,48	1,39
Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,48	1,39
Cc *	1,64	1,57	1,47	1,46
Coeff. funz categoria	1,64	1,57	1,47	1,46
St *	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]	0,6			

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,010	0,013	0,052	0,082
kv	0,005	0,006	0,026	0,041
Amax [m/s²]	0,504	0,637	2,121	2,871
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

Fig.67 –Indagine Masw M15: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

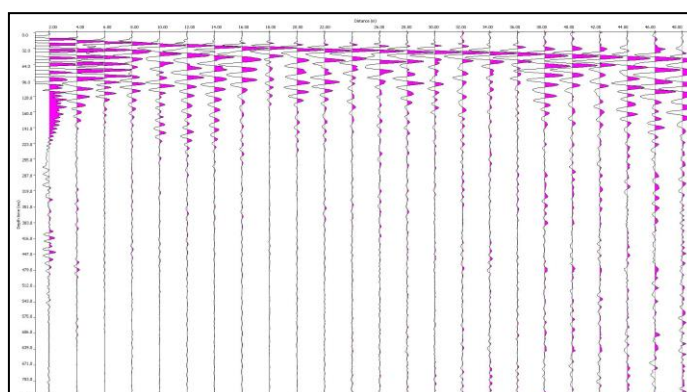
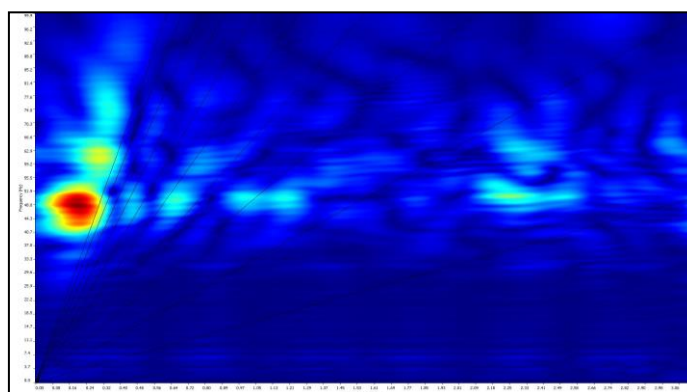
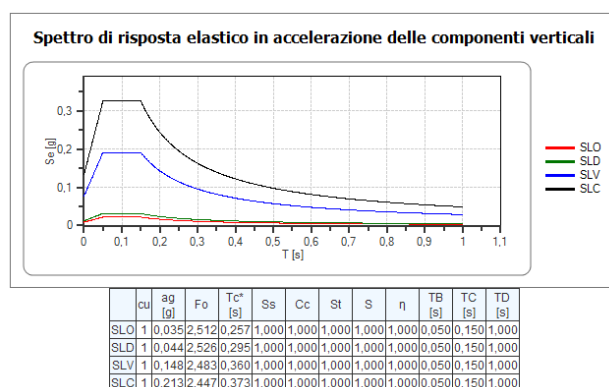
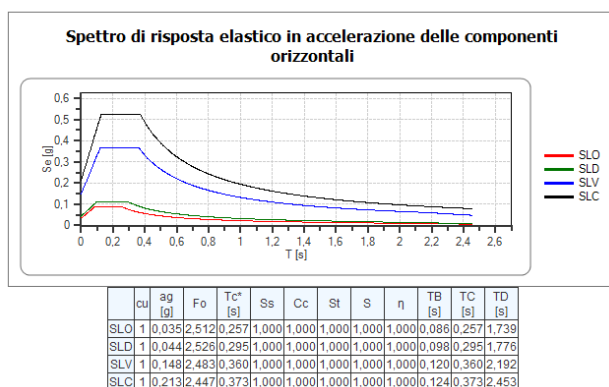


Fig.68- Indagine Masw M16: sismogramma, spettro F-V e reticolo sismico di riferimento



Determinazione dei parametri sismici

(1)* Coordinate WGS84
 Latitudine ° Longitudine °

(1)* Coordinate ED50
 Latitudine ° Longitudine °

Classe dell'edificio

Vita nominale
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,512	0,257
Danno (SLD)	50	0,043	2,526	0,295
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,145	2,483	0,360
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,209	2,447	0,373
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

☐ Muri di sostegno ☒ Stabilità dei pendii e fondazioni ☐ Paratie
☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *	1,00	1,00	1,00	1,00
Cc *	1,00	1,00	1,00	1,00
St *	1,00	1,00	1,00	1,00

Amplificazione topografica
☐ Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,039	0,063
kv	0,003	0,004	0,020	0,031
Amax [m/s²]	0,335	0,423	1,423	2,050
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

Fig.69 –Indagine Masw M16: coefficienti, parametri sismici e spettri di risposta

BIBLIOGRAFIA

- Anelli F. (1957). *Guida per l'escursione II. Bari – Alberobello – Selva di Fasano – Castellana Grotte – Bari*. Atti del XVII Cong. Geogr. It., Bari, 23-29 Aprile 1957, vol. IV, Guida alle Escursioni, 69-120.
- Anelli F. (1958). *Le cavità con riempimento bauxitico di Spinazzola (Bari). Forme paleocarsiche bicicliche nelle Murge nord-occidentali*. Atti Congr. Int. Spel., Bari-Lecce-Salerno, 1, 201-215.
- Atti del XV Incontro Regionale di Speleologia Pugliese: La Galleria di Bonifica Pantano-Mondragone a Ruvo di Puglia (Ba)
- Berardi L. & Iurilli V., 2009. La voragine “ingoiò” il pantano...?. Il Rubastino, aprile 2009, pp.9-12.
- Boenzi F. (1998). Processi fisici e antropici nell'evoluzione e nella trasformazione geomorfologica del rilievo murgiano. L'Universo anno LXXVIII, **5**, 654-663.
- Campobasso V., Ricchetti G. & Luperto Sinni E. (1972), *Note stratigrafiche e paleontologiche sugli strati più profondi del Calcare di Bari nelle Murge baresi*. Boll. Soc. Geol. It., 91: 47-85, 8 figg., 12 tavv., Roma.
- Carta Geologica Ufficiale d'Italia. Fogli 1:100.000 Ni 177, 178, 188, 189.
- Ciaranfi N., Pieri P. & Ricchetti G. (1988). Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centromeridionale). Mem. Soc. Geol. It., 41, 449-460.
- Ciaranfi N., Pieri P. & Ricchetti G. (1992) - Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centromeridionale). Mem. Soc. Geol. It., 41 (1988): 449-460, 1 carta geol., Roma.
- Colamonico C. (1917). Il bacino carsico di Gurio-Lamanna nelle Murge Alte. Mondo Sotterraneo, 14 (1-6), 18-22.
- D.G.R. n. 883 del 19 giugno 2007. Adozione, ai sensi dell'articolo 121 del Decreto legislativo n. 152/2006, del Progetto di Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia.

- Doglioni C., Mongelli F. e Pieri P. (1994) The Puglia uplift (SE Italy): an anomaly in the foreland of the Apenninic subduction due to buckling of a thick continental lithosphere. *Tectonics*, 13, 5, 1309-1321.
- Festa V. (2003). *Cretaceous structural features of the Murge area (Apulian Foreland, Southern Italy)*. *Eclogae Geologicae Helvetiae* 96, 11-22.
- Iannone A., Pieri P. (1982) *Caratteri neotettonici delle Murge*. *Geol. Appl. e Idrogeol. Appl.* 147- 159, Bari.
- Luperto Sinni e. & Borgomano J. (1989). *Le Crétacé supérieur des Murges sud-orientales (Italie méridionale): stratigraphie et évolution des paléoenvironnements*. *Riv. It. Paleont. Strat.*, 95 (2): 95-136, Milano.
- Luperto Sinni e. & Masse J.P. (1982). *Contributo della paleoecologia alla paleogeografia della parte meridionale della piattaforma apula nel Cretaceo inferiore*. *Geol. Romana*, 21: 859-877, 12 figg., 4 tabb., Roma.
- Luperto Sinni E. & Masse J.P. (1993). *Biostratigrafia dell'Aptiano in facies di piattaforma carbonatica delle Murge baresi (Puglia - Italia meridionale)*. *Riv. It. Paleont. Strat.*, 98 (4): 403-424, 5 figg., 5 tavv., Milano.
- Pieri P. (1980). *Principali caratteri geologici e morfologici delle Murge*. "Murgia sotterranea, *Boll. Gruppo Speleo Martinese*, 2 (2), 13 – 19.
- Pieri, P., Festa, V., Moretti, M. & Tropeano, M. (1997). *Quaternary tectonic of the Murge area (Apulian foreland - Southern Italy)*. *Ann. Geof.* 40/5, 1395-1404.
- Relazione Geologica al DPP PUG Ruvo di Puglia (Lopez R., 2010)
- Relazione Geologica ed Indagini Geognostiche relative al PRGC di Ruvo di Puglia (Mastropirro M.T., 1994)
- Ricchetti G., Ciaranfi N., Luperto Sinni E., Mongelli F. & Pieri P. (1988). *Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'Avampese apulo*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41, 57-82.
- Servizio Geologico d'Italia, 1967. *Note Illustrative della Carta Geologia d'Italia scala 1:100.000, Foglio 177 e Foglio 178 "Bari" e "Mola di Bari"*. Nuova Tecnica Grafica, Roma.

- Società Geologica Italiana (1999). Guide Geologiche Regionali. Puglia e Monte Vulture; prima parte. Coord. Pieri P. & Ricchetti G., BE-MA Editrice.
- Tropeano M., Sabato, L. and Pieri, P. (2002a). Filling and cannibalization of a foredeep: the Bradanic Trough (Southern Italy). In "Sediment Flux to Basins: Causes, Controls and Consequences" (S.J. Jones and L.E. Frostick, Eds.), pp. 55-79. Geol. Soc. London, Spec. Publ. 191, London.
- Valduga A. (1965). *Contributo alla conoscenza geologica delle Murge baresi*. Adriatica editrice Bari.