

# Comune di Trepuzzi

Provincia di Lecce

## PIANO URBANISTICO ESECUTIVO Sub Comparto C2

Relazione geologica, sulla pericolosità sismica di  
base e di compatibilità idraulica

Committenti Signori: Francesco Seracca Guerrieri  
Giuseppe Seracca Guerrieri  
Vitantonio Seracca Guerrieri

I tecnici  
Dott. Geol . Francesco Quarta

Dott. Geol. Gianluca Selleri



Lecce, ottobre 2019

## **Premessa**

Nella presente relazione geologica e geomorfologica sono riportati i risultati dello studio effettuato a corredo del PIANO URBANISTICO ESECUTIVO – Sub Comparto C2 per incarico dei Signori Francesco Seracca Guerrieri, Giuseppe Seracca Guerrieri e Vitantonio Seracca Guerrieri. Lo studio di che trattasi è stato condotto, secondo le disposizioni normative vigenti, al fine di verificare la compatibilità delle previsioni di progetto con le condizioni geologiche del territorio; in particolare il quadro normativo di riferimento è rappresentato:

- dalle vigenti NTC,
- dal D.M. 11/3/88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce; la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione",
- dalle NTA del PAI.

Lo studio è stato articolato in più fasi di ricerca. Inizialmente sono state consultate la bibliografia e la cartografia specialistiche disponibili per l'area in studio. Successivamente è stato eseguito un dettagliato rilevamento geologico, geomorfologico ed idrogeologico esteso ad un vasto territorio limitrofo al sito d'intervento ed, in ultimo, sono state condotte le indagini strumentali.

## **Ubicazione e descrizione del sito di intervento**

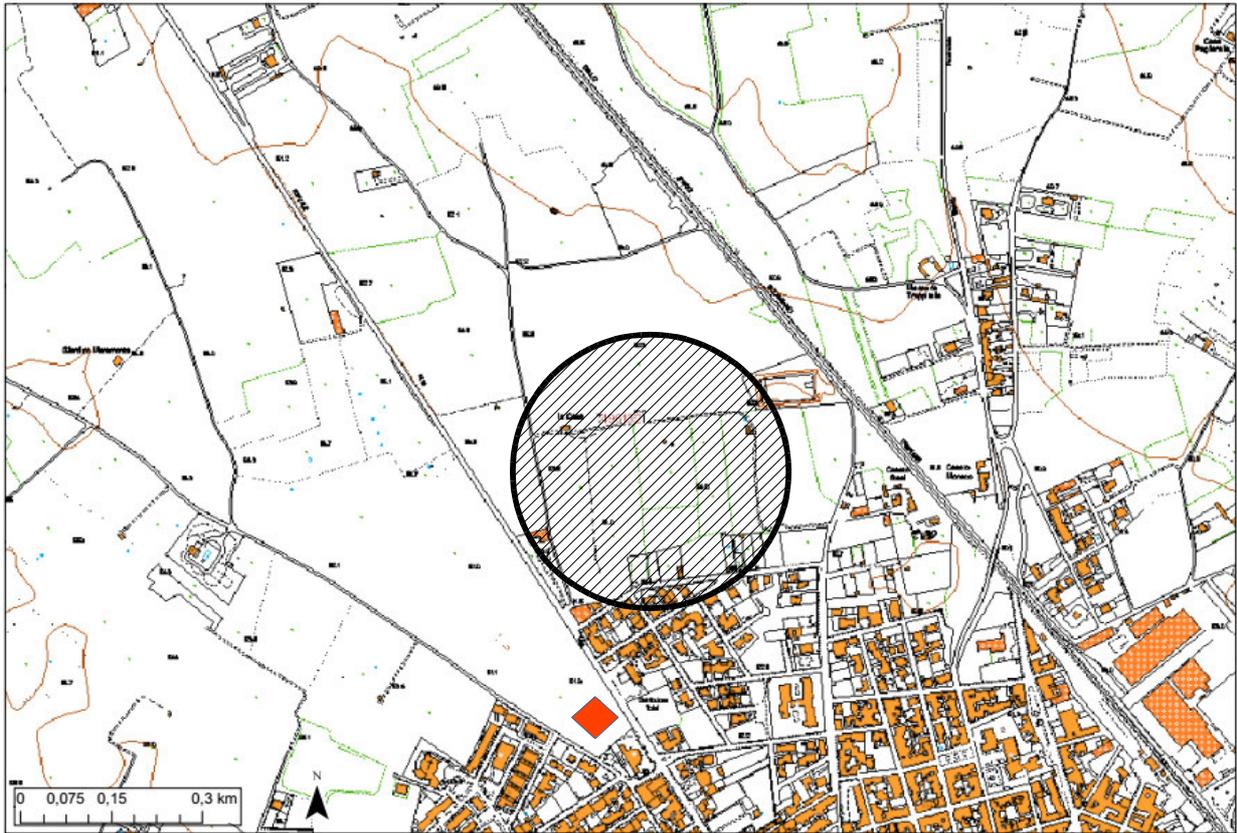
Il sito di interesse è ubicato alla periferia Nord del tessuto urbano di Trepuzzi (Fig. 1); è più precisamente confina a nord con la strada "tangenziale di previsione P.U.G.", ad est e a sud con proprietà privata, e ad ovest con la Strada Provinciale 357. Il sub-comparto "Seracca Guerrieri" così perimetrato è costituito da complessivi 65.394,80 mq ed è individuato catastalmente dalle seguenti particelle 417, 419, 458, 4, 5, 6 del F. 20 e dalla STRADA VICINALE MAZZAPINTA

Sulla Carta Tecnica Provinciale tale sito ricade nella sezione 496132 mentre sulla Carta d'Italia in scala 1 : 25000 ricade sulla Tavoletta 204 II SO "Campi Salentina".

## **Lineamenti geologici**

Il sito di interesse ricade in una vasta area pianeggiante caratterizzata da una sostanziale uniformità del substrato geologico (Fig. 2). In questo settore, infatti, affiorano esclusivamente depositi sabbiosi e limoso-sabbiosi di litologia carbonatico-terrigena con intervalli calcarenitici ed arenitici, passanti verso il basso a terreni più francamente argillosi di colore grigio o verdastro, riferiti in letteratura geologica al

complesso dei Depositi marini terrazzati. Questi litotipi, sulla base al contesto geomorfologico e stratigrafico, sono databili al Pleistocene medio e, come evidenziato dai numerosi sondaggi nell'area per la realizzazione di pozzi emungenti, hanno una potenza compresa tra 15 e 40 metri.



*Fig. 1 – Stralcio della CTR. In rosso è indicata l'ubicazione delle aree della caratterizzazione geotecnica del 2016 richiamata nel testo*

I Depositi marini terrazzati riposano su pochi metri di calcareniti biancastre grossolane, ascrivibili alla Formazione della Calcarenite di Gravina o direttamente sul substrato calcareo-dolomitico mesozoico, affiorante a SE ed a NW del centro urbano, nei pressi di Campi e verso mare.

Nel dettaglio, nei limiti dell'area di interesse, i Depositi marini terrazzati sono rappresentati da vari metri di sabbie giallastre che passano verso l'alto ad arenarie debolmente cementate (tipo panchina), caratterizzate in prossimità del p.c. dalla presenza di abbondanti noduli diagenetici di colore biancastro. Sulle sabbie poggiano circa 80 - 100 cm di depositi eluviali di tessitura sabbiosa e colorazione rossastra.



*Fig. 2 - Carta geologica*

### **Idrogeologia**

I caratteri di permeabilità della serie geologica che caratterizza il settore in cui ricade il sito di interesse permette l'esistenza al di sopra dell'acquifero di base che contiene la falda profonda anche di un acquifero poroso superficiale che ospita una falda superficiale alquanto discontinua. L'acquifero superficiale è confinato inferiormente da un aquicludite rappresentato dalla porzione stratigraficamente più bassa, impermeabile, della successione del Pleistocene medio.

#### Falda profonda

Circola nel basamento carbonatico mesozoico della penisola, attraversato da una fitta rete di fessure e di condotte carsiche. Questa falda, in virtù della sua minore densità, galleggia sull'acqua di mare di invasione continentale con collegamento idraulico sotterraneo fra le acque del Mare Ionio e quelle dell'Adriatico. Nei settori interni la falda è in equilibrio dinamico con l'acqua marina di invasione continentale secondo la legge di Ghyben-Herzberg.

La falda profonda ha una configurazione lenticolare, con spessori maggiori nella parte centrale della penisola. L'acquifero che la contiene è caratterizzato da un grado di permeabilità d'insieme elevato, pertanto i valori dei carichi idraulici sono bassi e pari al massimo a 3 - 4 metri s.l.m. nelle aree più interne. Bassi sono anche i valori delle cadenti piezometriche (0,01% - 0,02%). L'elevata permeabilità dell'acquifero, inoltre, fa sì che le portate specifiche dei pozzi emungenti siano in genere alte e pari mediamente ad alcune decine di litri al secondo con punte massime pari a 100 - 120 l/sec\*m.

La separazione tra l'acqua dolce e l'acqua salata non è netta, ma avviene attraverso una zona di transizione di acqua salmastra, a salinità crescente rapidamente con la profondità. La potenza di questa zona di transizione è dell'ordine di un centinaio di metri nelle zone più interne e si va riducendo fino a pochi metri nelle zone costiere.

L'alimentazione della falda "profonda" è garantita dalle acque di pioggia ricadenti direttamente sulle rocce carbonatiche affioranti e dai deflussi sotterranei dovuti alle perdite degli acquiferi superficiali. E' stato inoltre accertato che la falda freatica che circola nel sottosuolo dalla Penisola salentina viene alimentata da cospicui afflussi provenienti dal contiguo acquifero costiero murgiano, caratterizzato da carichi idraulici più elevati.

Nel settore in cui ricade l'area studiata la falda profonda si rinviene normalmente libera (essa è invece in pressione laddove i terreni neogenici che ricoprono il substrato mesozoico si spingono fino a quote inferiori al livello del mare - questo assetto geologico caratterizza soprattutto il settore orientale e centro meridionale della penisola salentina). La sua piezometrica si attesta localmente ad una quota sul livello del mare di circa 2,5 metri (fonte PTA della Regione Puglia), quindi a circa 50 m dal p.c..

Noto il carico piezometrico, utilizzando la relazione di Ghiben - Herzberg per la quale è dimostrato che:

$$h = df / (dm - df) * t$$

dove:

- h è la profondità dell'interfaccia acqua dolce - acqua salata dal livello del mare;
- dm è la densità dell'acqua del mare pari a 1,028 g/cm<sup>3</sup>;
- df è la densità delle acque dolci di falda pari a 1,0028 g/cm<sup>3</sup>;
- t è la quota piezometrica pari in questo settore a 2 metri

è possibile calcolare lo spessore della falda.

Semplificando la relazione si ricava che il valore cercato corrisponde a circa 40 volte t e quindi è pari a circa 100 m.



*Fig. 3 - Isofreatiche della falda profonda - Stralcio per PTA*

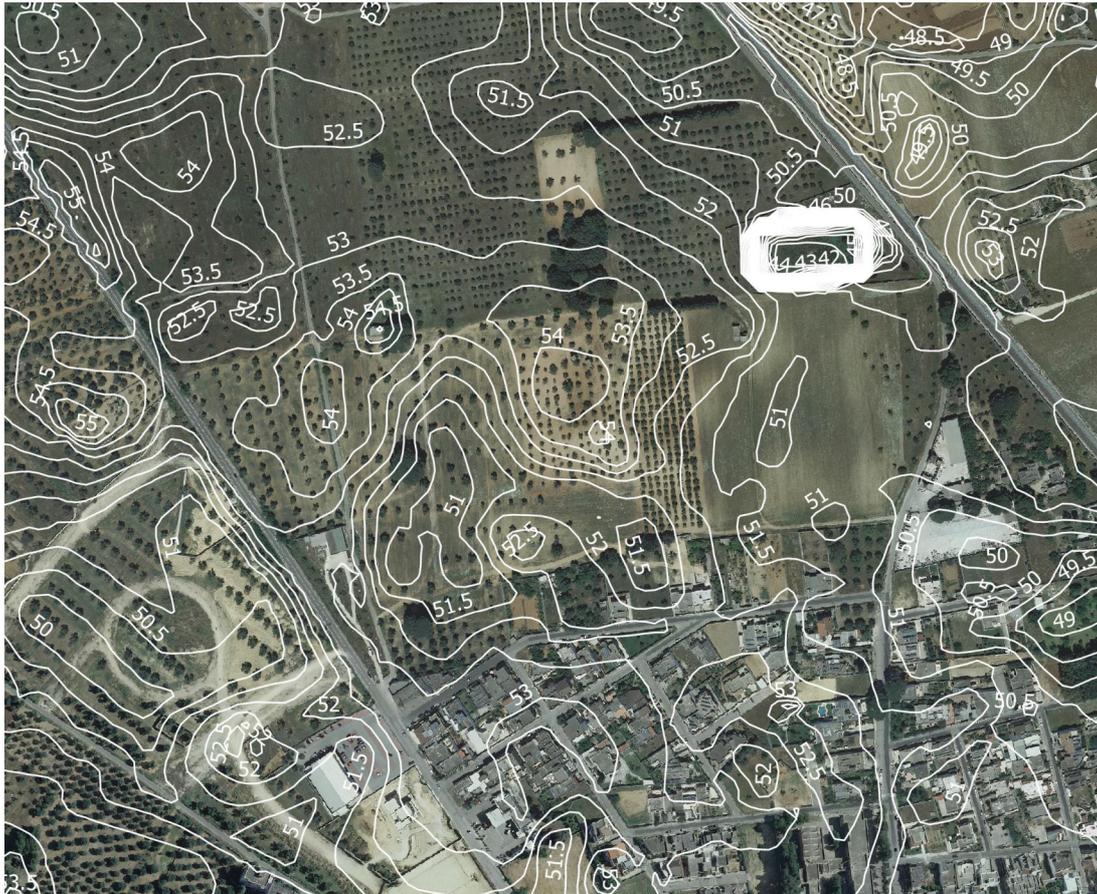
### Falda superficiale

La falda superficiale è contenuta nei Depositi marini terrazzati. La sua presenza non è riportata sul PTA; si tratta, infatti, di un livello idrico alquanto discontinuo e di scarsa produttività la cui piezometrica si attesta a qualche metro di profondità al di sotto del p.c..

Le modalità di deflusso di questa falda dipendono esclusivamente dalla geometria del substrato impermeabile che la sostiene. In generale comunque la mobilità delle acque è bassa ed i tempi di rinnovamento delle stesse sono elevati. Le portate estraibili dai singoli pozzi sono generalmente modeste e comunque di norma inferiori a 0,5 l/s. I valori di salinità sono variabili ma comunque in generale bassi e dipendono esclusivamente dai tempi di contatto tra l'acqua ed il substrato argilloso.

### **Caratteri geomorfologici**

Il sito di intervento ricade in un settore caratterizzato da un paesaggio fisico poco articolato altimetricamente, con quote oscillanti tra 51 m e 54 m (Fig. 4).



*Fig. 4 – Caratteri altimetrici del territorio*

Questo territorio è contraddistinto dalla presenza diffusa di aree debolmente depresse (Fig. 5). Data la natura del substrato geologico non è corretto descrivere queste depressioni come vere e proprie doline (queste non hanno in realtà neanche un ciglio ben definito) ma esse possono essere denominate più correttamente "conche alluvionali"; qui, durante gli eventi meteorici eccezionali possono raccogliersi e ristagnare le acque di pioggia. Per effetto di questo fenomeno all'interno di queste aree depresse è presente una coltre di terreni di alterazione (in parte anche di origine colluviale) più spesso rispetto alle aree esterne.

La rete di drenaggio è poco articolata. Il deflusso delle acque meteoriche è endoreico ed è sostanzialmente controllato dai vari condizionamenti antropici presenti (muri, strade, ferrovia, ecc).

Dalla consultazione della Carta Idrogeomorfologica redatta dall'ex AdB Puglia emerge che non sono presenti in questo settore forme o elementi geomorfologici o idrologici che possono rappresentare un pregiudizio per la realizzazione dell'intervento proposto (Tavola 1).



Fig. 5 - Carta geomorfologica

### **Dinamica geomorfologica e pericolosità geologica**

La dinamica geomorfologica è contraddistinta da bassissime velocità di evoluzione dei processi morfogenetici. La pericolosità del territorio è determinata esclusivamente dal fenomeno dell'accumulo delle acque meteoriche nelle aree più depresse. Il PAI vigente ha riconosciuto una di queste aree proprio sul confine della lottizzazione (Tavola 2); tale area è lambita dalle opere di progetto solo per la parte destinata a verde dove non saranno eseguiti interventi specifici (si vedano le tavole di progetto)

### **Sismicità**

L'area di studio, come del resto l'intera Penisola Salentina, pur non essendo interessata da sismi di forte intensità, presenta degli interrogativi di indubbia importanza circa la probabile presenza nel suo ambito di zone sismiche attive, anche se storicamente non sono noti eventi sismici con epicentro nel territorio salentino. E' opinione comune che la pericolosità sismica del territorio salentino sia esclusivamente legata al risentimento di effetti sismici prodotti da terremoti generati in prossimità delle prospicienti coste balcaniche o delle isole greche ioniche. Tale opinione è

supportata dal fatto che il Salento è l'area più prossima al margine balcanico della placca adriatica, sede di intensi stress tettonici testimoniati dagli elevati tassi di sismicità e che la natura strutturale della placca adriatica permette la trasmissione delle onde sismiche generate da tale sismicità con elevata efficienza. Dal punto di vista della sismicità storica l'unico evento sismico con conseguenze nefaste che ha interessato il territorio salentino è il terremoto del 20/02/1743 che provocò numerose vittime ed ingenti danni in numerosi centri della provincia, in particolare nell'area di Nardò. Allo stato attuale delle conoscenze la pericolosità sismica del Salento appare associata al risentimento dei terremoti di area greco-albanese. Sulla base dei criteri generali adottati per la classificazione sismica del territorio nazionale di cui all'Ordinanza PCM 3274 del 20.03.2003 tutti i comuni della provincia di Lecce appartengono alla zona 4 per la quale non esiste l'obbligo per la progettazione antisismica.

### ***Indagini strumentali e profilo della Vs***

Per la caratterizzazione litotecnica preliminare dei terreni affioranti nel perimetro della lottizzazione si è proceduto:

- all'esecuzione di un sondaggio MASW (necessario anche per la determinazione della categoria di suolo ai sensi della normativa vigente) denominato MASW1
- alla reinterpretazione dei risultati di una caratterizzazione geotecnica realizzata su terreni confinanti con quelli di progetto (vedi Fig. 1) nell'anno 2016 consistente in un carotaggio spinto fino a 15 m di profondità dal p.c., 3 prove SPT, un profilo sismico a rifrazione ed una indagine MASW.

#### MASW1

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine geofisica non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs.

Il metodo sfrutta le onde superficiali di Rayleigh; queste vengono registrate durante la loro propagazione lungo lo stendimento di geofoni e sono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La teoria del metodo parte dalla considerazione che 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 sfruttata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali ed in particolare per la costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ). Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare una proprietà critica per molti studi geotecnici: la rigidità superficiale.

L'intero processo di indagine comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza), l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$ .

Per ottenere un profilo  $V_s$  bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore mentre l'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati. Per ottenere il profilo verticale  $V_s$  dalla curva di dispersione tuttavia è necessario conoscere per i vari strati che costituiscono il sottosuolo indagato i valori approssimati del rapporto di Poisson e della densità.

I sondaggi MASW sono stati eseguiti con un array lineare a 20 geofoni con una spaziatura di 2,5 m con geofoni ad asse verticale e frequenza di taglio di 4.5Hz della Geospace.

La sorgente (massa battente) è stata posta esternamente all'array ad una distanza pari a 2,5 m dal primo geofono; sono state eseguite 3 acquisizioni in modo da aumentare il rapporto segnale/rumore.

Per la registrazione è stato utilizzato il sismografo "DoReMi" della Sara Elettronica avente le seguenti caratteristiche:

- Memoria: 60 kBytes (30000 campioni) Frequenze selezionabili: da 500 a 20000 Hz (da 2 to 0.05 ms)
- Convertitore: tipo SAR a 16 bit (96 dB) Amplificatore: ultra-low noise con ingresso differenziale
- Banda passante: 2Hz - 200Hz
- Reiezione modo comune: >80dB
- Diafonia (crosstalk): zero, la trasmissione è digitale

- Risoluzione: 7.6  $\mu\text{V}$  @ 27dB; 0.076  $\mu\text{V}$  @ 60dB
- Dinamica di base: 96dB (16 bit)
- S/N ratio fra 0.5 e 30Hz: >94dB (> 150dB con l'uso del PGA)

Le acquisizioni sono state eseguite con le seguenti modalità:

- Numero di ricevitori: 20
- Numero di campioni temporali: 8000
- Passo temporale di acquisizione: 0.25ms
- Intervallo di registrazione da 0 a 2000ms

L'analisi dei dati è stata eseguita con le seguenti modalità

- Numero di ricevitori usati per l'analisi: 20
- L'intervallo considerato per l'analisi comincia a: 0ms
- L'intervallo considerato per l'analisi termina a: 1999.75ms
- L'intervallo di frequenza studiato è compreso tra 2,5 e 45 Hz

I dati sono stati elaborati con il software GEOPSY. Con l'utilizzo di questo software l'elaborazione dei dati sperimentali avviene nelle seguenti 4 fasi:

- Fase 1: inserimento della curva apparente di dispersione sperimentale del terreno o determinazione della stessa a partire dalle tracce misurate in sito,
- Fase 2: simulazione numerica della curva apparente di dispersione del terreno a partire da un profilo di velocità delle onde di taglio Vs di primo tentativo (profilo iniziale),
- Fase 3: determinazione del profilo di velocità finale delle onde di taglio Vs, che rende ottimale la sovrapposizione della curva apparente di dispersione sperimentale e della curva apparente di dispersione simulata numericamente

Successivamente si è provveduto alla caratterizzazione geotecnica sismica dei terreni sulla base dei valori di Vp e Vs e della densità; non si è proceduto, ai sensi della normativa vigente, alla determinazione del tipo di suolo sulla base del profilo di velocità finale delle onde di taglio Vs poiché è stata individuata a circa 14 m di profondità dal p.c. una significativa inversione della velocità delle onde S. Ai fini della valutazione della risposta sismica locale si è ritenuto quindi inapplicabile l'approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs)

Il sondaggio MASW è stato eseguito con le seguenti modalità:

- Numero di ricevitori: 20 spazati di 2,5m
- Distanza dello scoppio dal primo geofono: 2,5m
- Numero di campioni temporali: 8000
- Passo temporale di acquisizione: 0.1ms

- Numero di ricevitori usati per l'analisi: 20
- L'intervallo considerato per l'analisi comincia a: 0ms
- L'intervallo considerato per l'analisi termina a: 2000 ms

Tracce

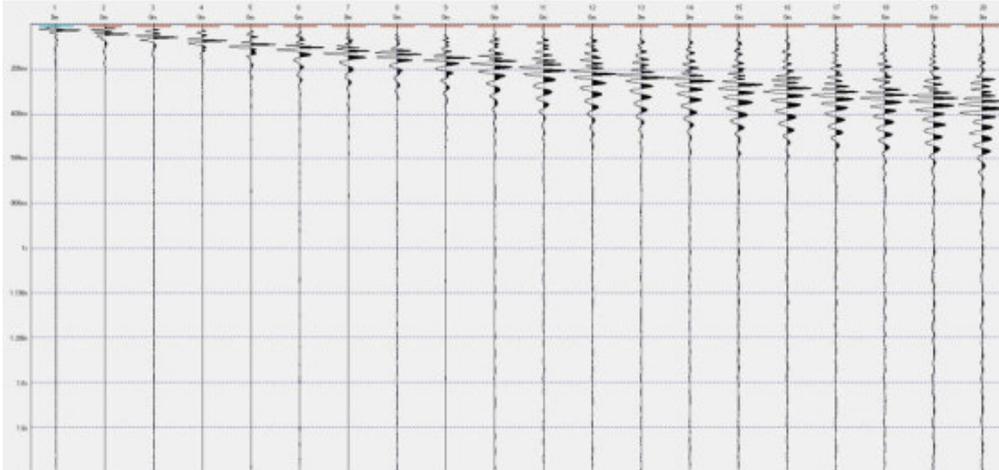
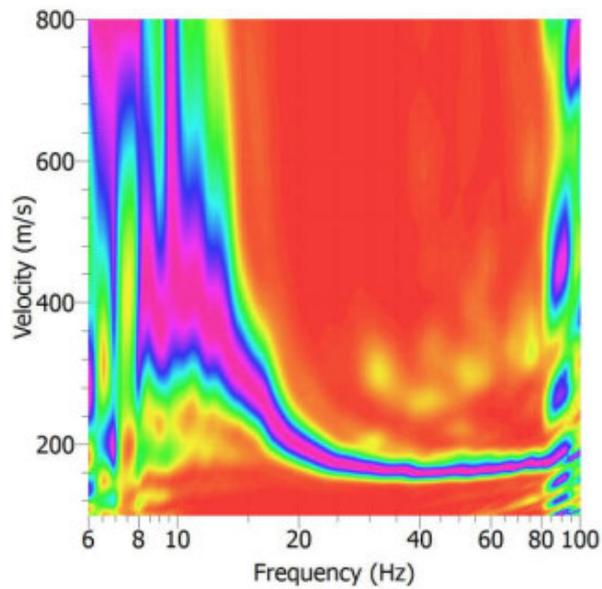


Grafico Velocità di fase - Frequenza



Curva di dispersione

Frequenza iniziale 8.43828382825514 Hz  
 Frequenza finale 91.82782128175790 Hz  
 Begin curve log  
 End curve log

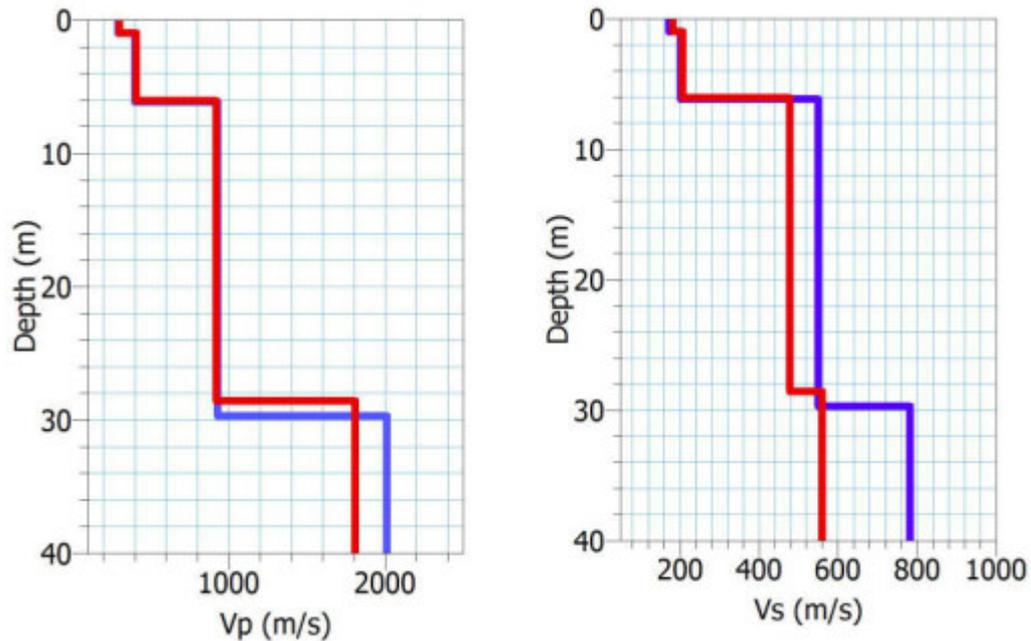
Frequency (Hz)	Slowness (s/m)	Stddev (s/m)	Weight
8.43828382825514	0.00228456913827655	0	1

8.68152530933262	0.00247745490981964	0	1
8.93177845526055	0.00270541082164329	0	1
9.18924538388396	0.00272294589178357	0	1
9.45413403928517	0.0025125250501002	0	1
9.72665835973057	0.00214428857715431	0	1
10.0070384504586	0.00233717434869739	0	1
10.2955007614487	0.00244238476953908	0	1
10.5922782703142	0.0024248496993988	0	1
10.8976106704675	0.00237224448897796	0	1
11.2117445647096	0.00238977955911824	0	1
11.5349336643996	0.00256513026052104	0	1
11.8674389943654	0.00270541082164329	0	1
12.2095291037215	0.00268787575150301	0	1
12.5614802827638	0.00270541082164329	0	1
12.923576786116	0.00281062124248497	0	1
13.2961110623094	0.00298597194388778	0	1
13.6793839899795	0.00317885771543086	0	1
14.0737051208721	0.00326653306613226	0	1
14.4793929298536	0.00335420841683367	0	1
14.8967750721284	0.00345941883767535	0	1
15.3261886478711	0.00358216432865731	0	1
15.7679804744861	0.00366983967935872	0	1
16.2225073667165	0.0037750501002004	0	1
16.6901364248263	0.00398547094188377	0	1
17.1712453310906	0.00424849699398798	0	1
17.6662226548319	0.00444138276553106	0	1
18.1754681662494	0.00459919839679359	0	1
18.699393159295	0.00475701402805611	0	1
19.2384207838561	0.00487975951903808	0	1
19.7929863875144	0.00498496993987976	0	1
20.3635378671559	0.00510771543086172	0	1
20.9505360307159	0.00519539078156313	0	1
21.554454969353	0.00530060120240481	0	1
22.1757824403498	0.00540581162324649	0	1
22.8150202610523	0.0054934869739479	0	1
23.472684714164	0.00561623246492986	0	1
24.1493069647239	0.00568637274549098	0	1

24.8454334891038	0.0057565130260521	0	1
25.5616265163714	0.00579158316633266	0	1
26.2984644823773	0.00582665330661323	0	1
27.0565424969301	0.00586172344689379	0	1
27.8364728244395	0.00591432865731463	0	1
28.6388853784137	0.00594939879759519	0	1
29.4644282302111	0.00598446893787575	0	1
30.3137681324575	0.00600200400801603	0	1
31.1875910575514	0.00605460921843687	0	1
32.0866027516918	0.00608967935871743	0	1
33.0115293048769	0.006124749498998	0	1
33.9631177373332	0.006124749498998	0	1
34.9421366028489	0.00610721442885772	0	1
35.9493766094991	0.00610721442885772	0	1
36.9856512582644	0.006124749498998	0	1
38.0517975000572	0.0062124248496994	0	1
39.1486764116886	0.00626503006012024	0	1
40.2771738913202	0.00626503006012024	0	1
41.4382013739624	0.00624749498997996	0	1
42.6326965675987	0.00622995991983968	0	1
43.8616242105284	0.00622995991983968	0	1
45.1259768505413	0.00622995991983968	0	1
46.4267756465523	0.00619488977955912	0	1
47.765071193344	0.00615981963927856	0	1
49.1419443700836	0.006124749498998	0	1
50.5585072132984	0.006124749498998	0	1
52.0159038150161	0.00617735470941884	0	1
53.5153112467953	0.00617735470941884	0	1
55.057940510391	0.00614228456913828	0	1
56.6450375158246	0.00608967935871743	0	1
58.2778840876479	0.00607214428857715	0	1
59.9577990002128	0.00607214428857715	0	1
61.6861390427843	0.00605460921843687	0	1
63.4643001153564	0.00600200400801603	0	1
65.2937183560553	0.00594939879759519	0	1
67.1758713010418	0.00594939879759519	0	1
69.1122790778484	0.00594939879759519	0	1

71.1045056331161	0.00587925851703407	0	1
73.1541599957209	0.00577404809619238	0	1
75.2628975763122	0.00572144288577154	0	1
77.4324215043109	0.00580911823647295	0	1
79.6644840034481	0.0057565130260521	0	1
81.9608878069545	0.00573897795591182	0	1
84.3234876135446	0.00570390781563126	0	1
86.7541915853708	0.00554609218436874	0	1
89.2549628891571	0.00537074148296593	0	1
91.8278212817579	0.00521292585170341	0	1

Profilo di sito



misfit value: rosso 0,07665 - viola 0,07666

best model

Id	Litologia	Profondità letto (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densità f(Vp) (kN/mc)
strato 1	Limi sabbiosi	0,98	304,38	182,48	16,68
strato 2	Sabbie limose con intervalli calcarenitici	6,05	410,22	209,49	16,66
strato 3	Limi sabbioso argillosi con intervalli calcarenitici	28,60	919,71	479,93	16,72
strato 4	calcare fratturato	indefinito	1807,30	563,14	19,79



		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 <a href="http://www.trivelsonda.com">www.trivelsonda.com</a> info@trivelsonda.com			Data 28 aprile 2016									
Committente: CHEFACENTO s.r.l. via Brunetti 50, 73019 Trepuzzi				Cantiere: Terreno prospiciente Strada Statale Adriatica SS16 nel Comune di Trepuzzi (Lecce)										
Denominazione sondaggio		Coordinate	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore								
S1		≈	≈	0	F. Quarta	F. Intrepido								
Data inizio/fine		Profondità	Diametro	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commissa								
26/04/2016		15 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Atlas Copco Mustang A52	79/14								
Profondità (m)		Descrizione stratigrafica	Falda acquifera	Carotiere	Rivestimento	Pocket Penetr. (Mpa)	Prove Idrauliche	S.P.T. numero colpi	Campione/Prova	R.Q.D. %	Schema strumentaz. in foro			
											Profondità	Riempimento	Tubo	
		Sabbia calcarea parzialmente diagenizzata passante a calcarenite scarsamente cementata												
				Ø=101 mm	Ø=127 mm							13,0		
												14,0		
	15,00													

Cassetta 1



Cassetta 2



Cassetta 3



Nel corso del sondaggio sono state eseguite 3 prove SPT i cui risultati sono sintetizzati nella successiva tabella

Profondità prova (rispetto al p.c.)	Intervallo di prova	Nspt
1,5 m	0 - 15	16
	15 - 30	24
	30 - 45	23
3,5 m	0 - 15	25
	15 - 30	23
	30 - 45	37
6,5 m	0 - 15	36
	15 - 30	Rifiuto
	30 - 45	--

Le indagini sismiche esperite nel 2016 confermano sostanzialmente il modello di sottosuolo ottenuto con il sondaggio MASW1

### **Modello geologico e geotecnico**

Sulla base dei dati raccolti è possibile descrivere il seguente modello geologico e geotecnico del sottosuolo nel perimetro dell'area interessata dal piano di lottizzazione

#### UNITA' A

- da 0,00 a circa 1,00 metri dal p.c.

Terreno vegetale

#### UNITA' B

- da 1,00 a circa 6,00 metri dal p.c.

*Sabbie limose con intervalli calcarenitici*

#### UNITA' C

- da 6,00 a circa 28,00 – 29,00 metri dal p.c.

*Limi sabbioso argillosi con intervalli calcarenitici*

#### UNITA' D

- da circa 28,00 – 29,00 metri dal p.c.

Calcarea fratturato

Per la definizione del "Modello geotecnico", sono stati elaborati i dati derivanti dalle prove sismiche del 2016, delle prove SPT del 2016 e del sondaggio MASW1 del 2019

- UNITA' A – *Terreno vegetale*

Si tratta di un terreno poco addensato, compressibile e soggetto a forti variazioni del contenuto d'acqua che ne determinano il rigonfiamento o il crepacciamento. E' un terreno scarsamente affidabile per la posa delle fondazioni e dovrà essere asportato

- UNITA' B - *Sabbie limose con intervalli calcarenitici*

$$\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$$

$$N_{\text{SPT}} \text{ (da prove in foro)} = 47 \div 60 \text{ colpi/30 cm}$$

$$N_{\text{SPT}} = f(vs) = 21 \div 26 \text{ colpi/30 cm}$$

$$\Phi_{\text{picco}} = f(vs) 34 \div 37^\circ$$

$$c' = \sim 0$$

$$Dr = 80 \div 90\%: \text{ da compatta a molto compatta}$$

$$E = 2BN_{\text{SPT}} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \text{ con } B = 4 = 208 \div 392 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Schmertmann)}$$

- UNITA' C *Limi sabbioso argillosi con intervalli calcarenitici*

$$\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$$

$$N_{\text{SPT}} \text{ (prove in foro)} = N1 = 36, N2 = \text{ rifiuto da cui } N_{\text{SPT}} = 2N1 = 72 \text{ (Palmer e Stuart 1957)}$$

$$N_{\text{SPT}} = f(vs) = 39 \text{ colpi/30 cm}$$

$$\Phi_{\text{picco}} = f(vs) 36 \div 39^\circ$$

$$c' = \sim 0$$

$$Dr > 90 \%: \text{ molto compatta}$$

$$E = 2BN_{\text{SPT}} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \text{ con } B = 4 = 312 \div 576 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Schmertmann)}$$

### **Determinazione della categoria di suolo**

Il DM 17 gennaio 2018 prescrive che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II del D.M., si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità

Vs per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al paragrafo 6.2.2 del D.M..

I valori di Vs sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, Vs,eq (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

con:

hi spessore dell'i-esimo strato;

VS,i velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

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

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

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30,00 metri, la velocità equivalente delle onde di taglio VS,eq è definita dal parametro VS,30, ottenuto ponendo H = 30,00 metri nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II. Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al paragrafo 3.2.3 delle norme. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche. L'indagine geofisica di riferimento ha evidenziato per l'area in esame una profondità del bedrock

rigido superiore a 30 m pertanto si calcola  $V_{s30}$  pari a 379,53 m/s (per  $z = 0$ ) e si ricava una attribuzione alla Categoria di Suolo "B" "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

### ***Pericolosità sismica di base***

La pericolosità geologica consiste nella probabilità che un dato evento (portatore/causa di effetti negativi per l'uomo e/o l'ambiente) si verifichi con una certa intensità in una data area e in un determinato intervallo di tempo.

In base alla collocazione geografica e alle caratteristiche geomorfologiche e litostratigrafiche dell'ambito territoriale studiato, si può ritenere di limitata importanza la pericolosità sismica e del tutto assente la pericolosità geomorfologica legata alle frane e in generale alla stabilità del sottosuolo come anche la pericolosità idraulica dovuta agli allagamenti e/o ai ristagni delle acque di pioggia.

#### Pericolosità sismica di base

Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione, viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. Il primo passo consiste nella determinazione di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido). Tali valori sono forniti dall'Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (INGV) in base agli studi del Gruppo di Lavoro MPS (2004), che ha provveduto alla redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003 riportata nel Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici) – Figg. 6 e 7.

Per la determinazione dei parametri di scuotimento è necessario conoscere le coordinate geografiche dell'opera da verificare. Si determina quindi, la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto.



### Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale - 84<sup>mo</sup> percentile

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

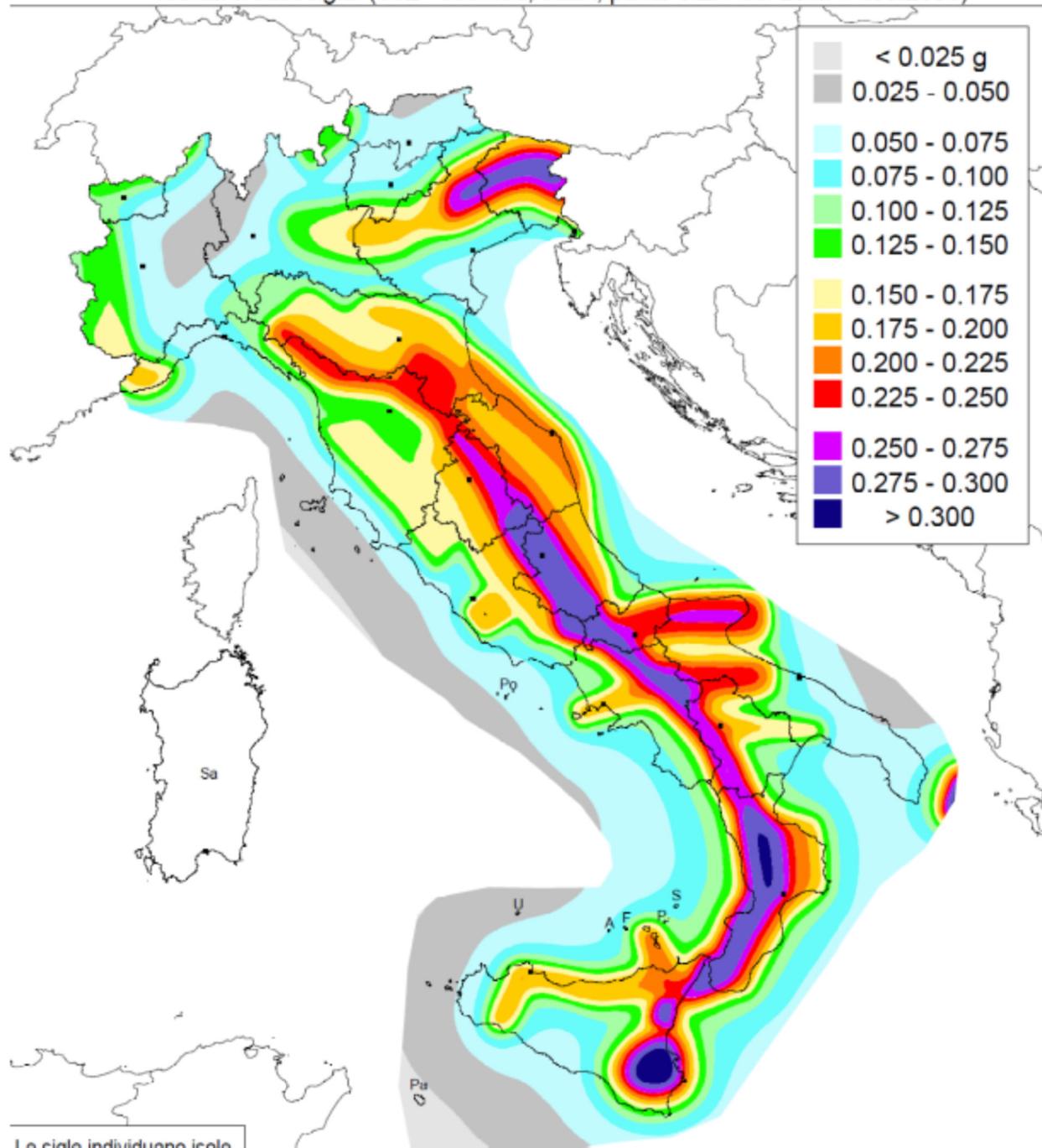
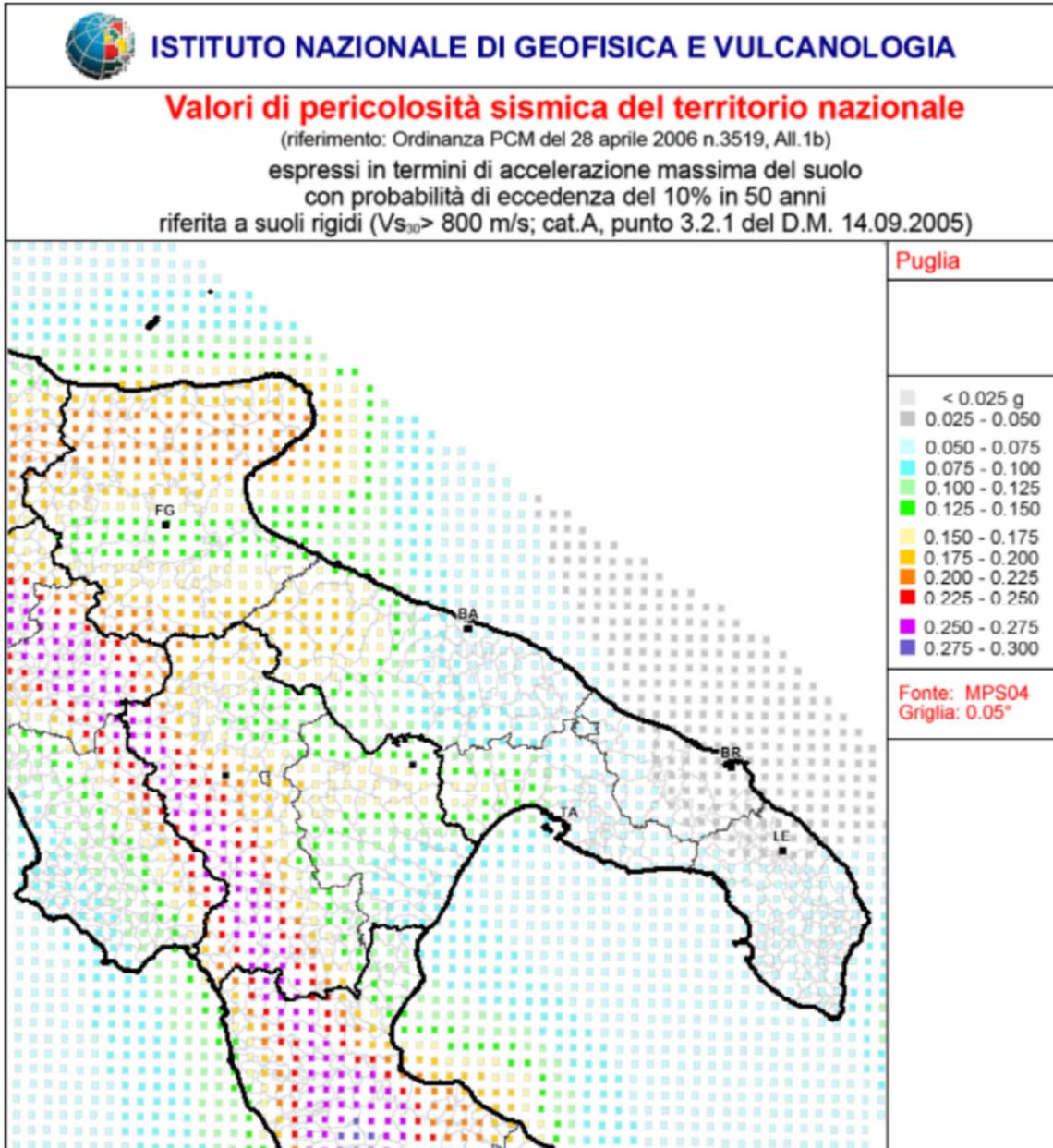


Fig. 6 - Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale



*Fig. 7 – Valori di pericolosità sismica in Puglia*

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;

- $F_0$  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.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno  $T_R$  considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

- $a_g$  il valore previsto dalla pericolosità sismica,
- $F_0$  e  $T_c^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento  $V_R$  della costruzione,
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{V_R}$  associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Tale operazione deve essere possibile per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limite considerati dalle NTC.

Il Ministero dei LL. PP. ha reso disponibile un foglio di calcolo che permette di calcolare agevolmente i parametri sismici richiesti dalle NTC in base al Comune o, in maniera più precisa, alle coordinate geografiche dell'opera da realizzare. Da tale foglio di calcolo sono ricavati per i siti esaminati i grafici riportati successivamente per ciascun sito.

Come accennato in precedenza, tali parametri di base, sono modificati in funzione della Stratigrafia (Categorie di Suolo) e della morfologia (Condizioni topografiche) del sito, giungendo a definire la "Risposta sismica locale". La scelta del tempo di ritorno è invece funzione del tipo e della classe dell'opera da realizzare, mentre altre modifiche sono indotte dalla tipologia strutturale.

#### Categoria topografica

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
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 $i > 30^\circ$

Tali 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 30,00 metri.

Nel caso in esame la categoria topografica è la T1 (morfologia pianeggiante).

#### Categoria di sottosuolo

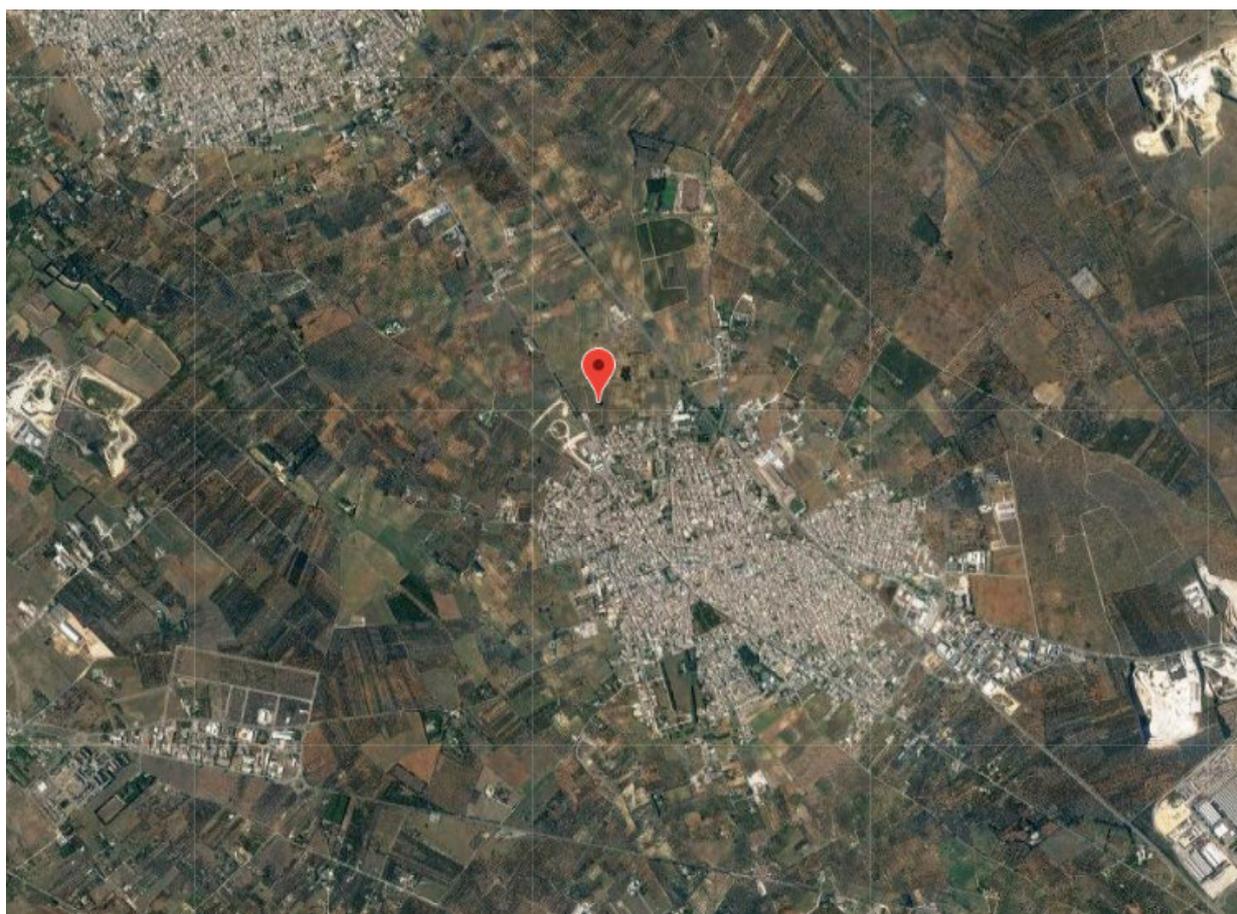
Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi.

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al paragrafo 6.2.2.

Nel caso specifico i valori di  $V_s$  sono stati ottenuti con un sondaggio MASW e sulla base del modello ottenuto si è proceduto ad una attribuzione alla Categoria B "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

Il territorio comunale di TREPZZI non era classificato sismico ai sensi del D.M. 19.03.1982, l'O.P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 ha riclassificato l'intero territorio nazionale. In tale quadro il Comune di TREPZZI ricade in Zona Sismica 4.

Nelle pagine seguenti si riportano i parametri della pericolosità sismica di base. In sede di Relazione Geotecnica e di Calcolo Strutturale sarà necessario scenderàe più in dettaglio con la definizione dei parametri di progetto che, come accennato in precedenza, dipendono dalla Classe d'uso (tempo di ritorno dell'evento sismico) e dalla Tipologia strutturale (classe di duttilità, fattore di struttura, periodo proprio di vibrazione ecc.).



WGS84: Lat 40.413865 – Lng 18.065904

ED50: Lat 40.414846 – Lng 18.066684

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

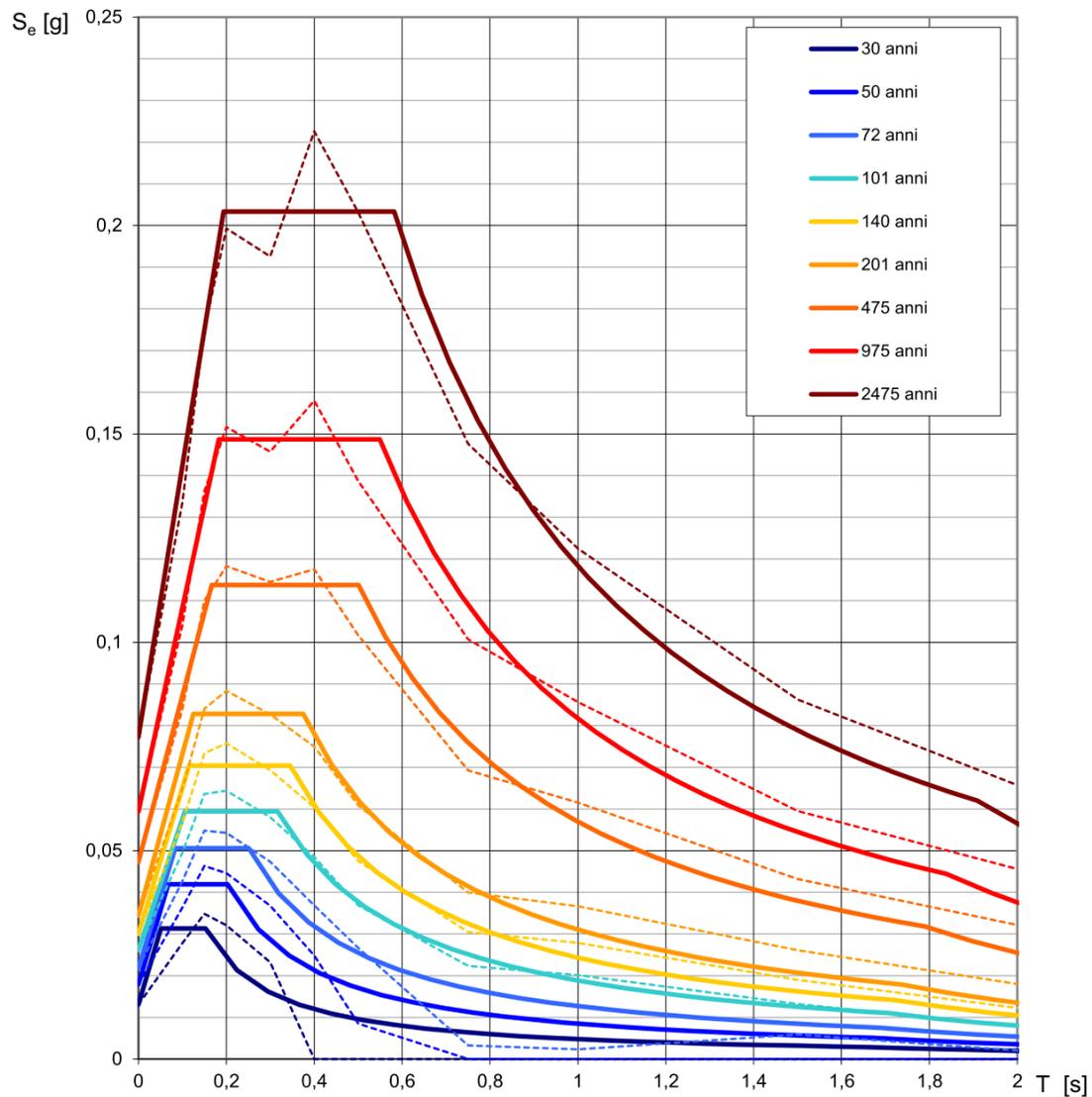
- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

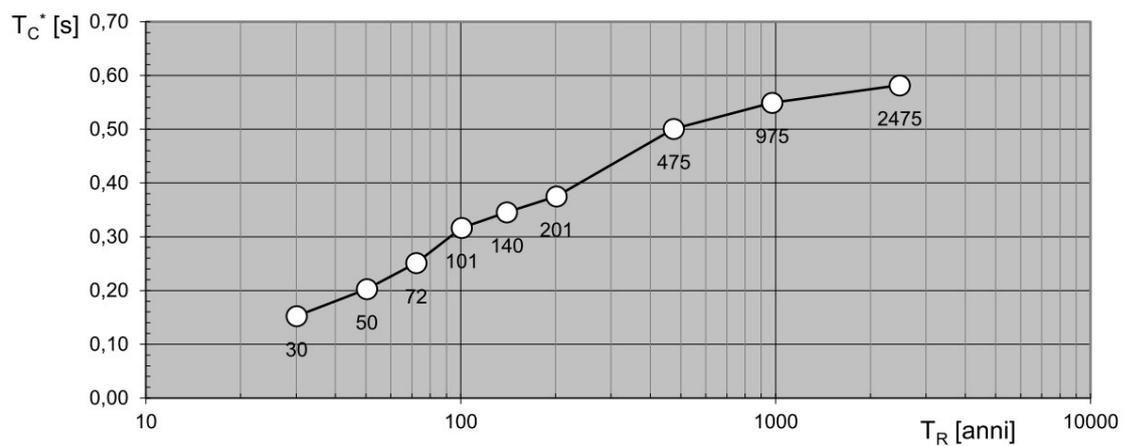
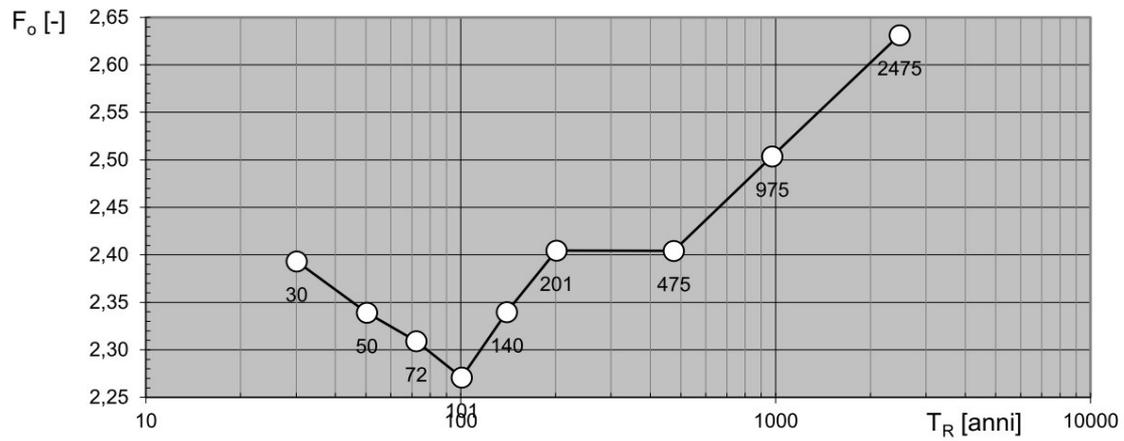
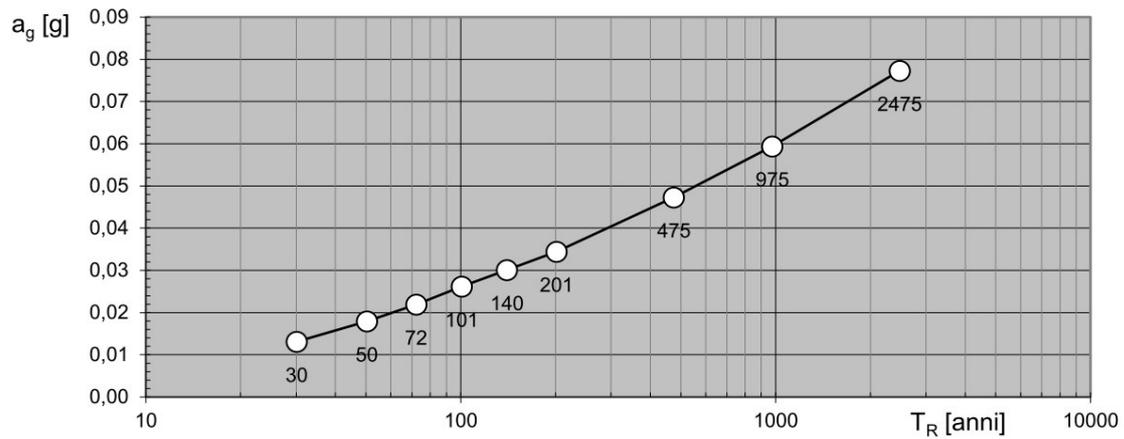
## Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

## Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_C^*$ : variabilità col periodo di ritorno $T_R$



### Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento

---

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,013	2,393	0,152
50	0,018	2,339	0,203
72	0,022	2,309	0,251
101	0,026	2,271	0,317
140	0,030	2,340	0,346
201	0,034	2,404	0,375
475	0,047	2,404	0,501
975	0,059	2,504	0,549
2475	0,077	2,631	0,582

#### **Compatibilità dell'intervento proposto con le aree a pericolosità idraulica**

Dall'analisi della cartografia allegata al Piano di Assetto Idrogeologico emerge che il piano di lottizzazione si sovrappone con aree ad alta, media e bassa pericolosità idraulica (Fig. 8).

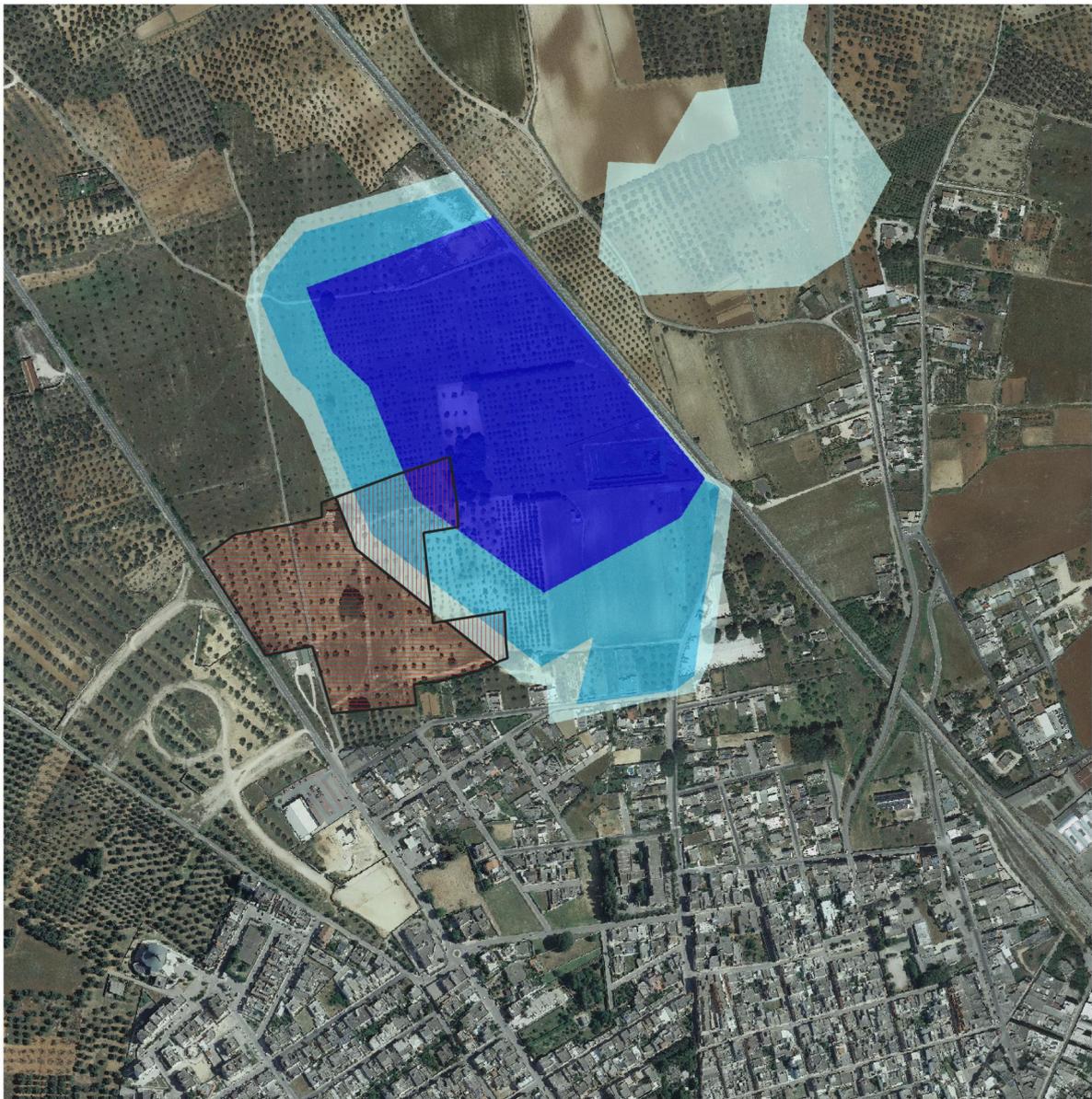
Nella alta, media e bassa pericolosità idraulica ricadono esclusivamente le aree a verde su cui non saranno realizzati interventi specifici.

In queste aree non si procederà all'esecuzione di:

- lavori che determinano una modificazione delle pendenze del suolo,
- lavori in conseguenza dei quali si possono originare depressioni topografiche o sbarramenti che modifichino l'attuale deflusso delle acque di pioggia
- lavori che comportano una riduzione della permeabilità del suolo

Sulla base delle considerazioni sopra esposte e, dunque, in assenza di alcuna modifica dello stato dei luoghi è possibile affermare che l'intervento di progetto non determina in relazione alla sicurezza idraulica del territorio alcun effetto sul regime idraulico delle zone di monte e di valle rispetto a quella di intervento.

Questo intervento dunque è pienamente compatibile con le attuali condizioni di sicurezza idraulica del territorio su cui sarà realizzato e non ne altera l'assetto idraulico ed idrogeologico.



100 0 100 200 300 400 m

Legenda

lottizzazione

 area a verde

 aree interessate dagli interventi edilizi

Pericolosità Inondazione

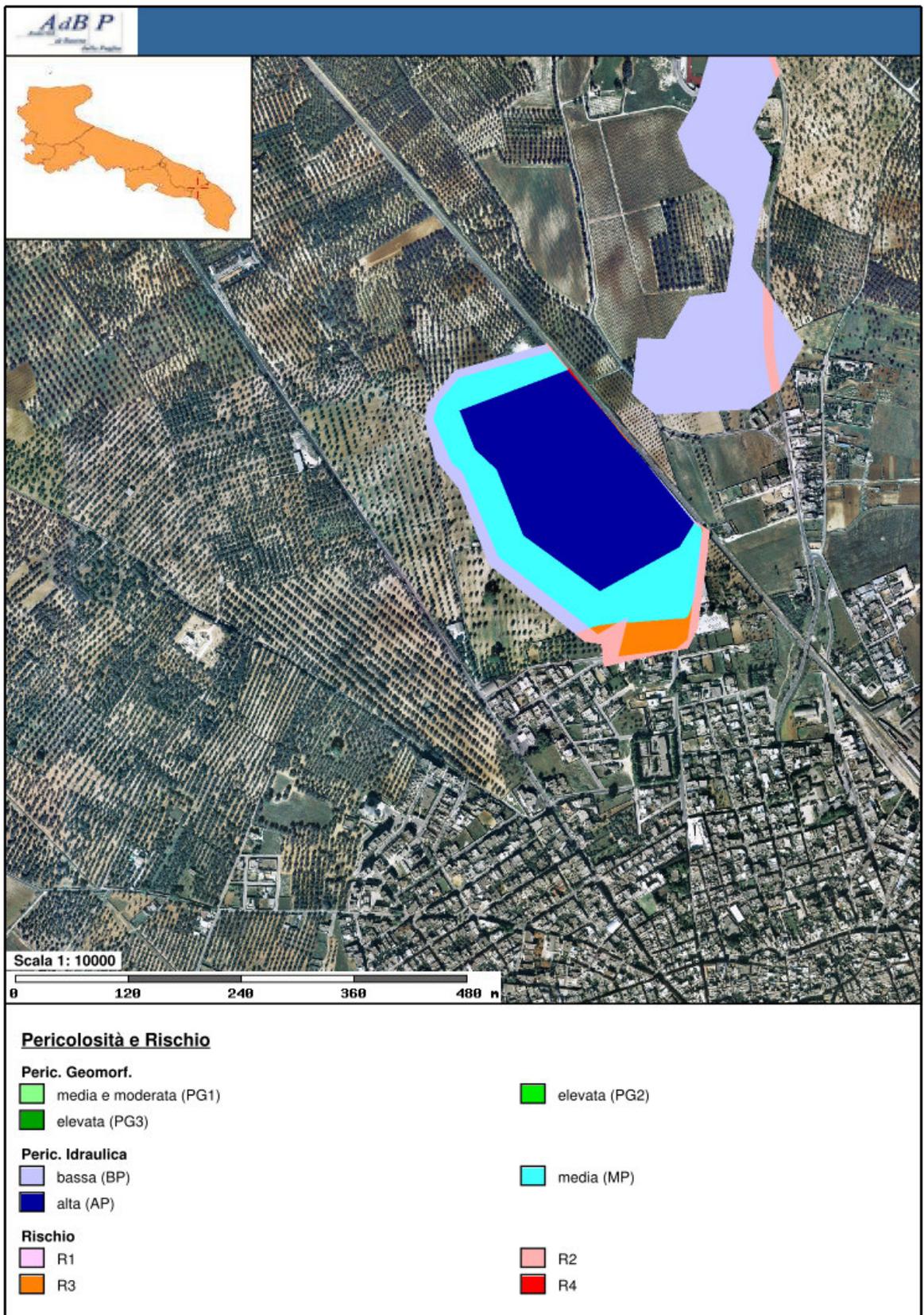
 AP

 MP

 BP

Ortofoto2016

*Fig. 8 – Sovrapposizione del PAI con il piano di lottizzazione*



Tav. 1 - Stralcio del PAI