

.....
GEOLOGO FEDERICO BARBANO

GEOTECNICA E GEOLOGIA AMBIENTALE

Via N. Campanile n. 1 – 71013 – San Giovanni Rotondo (FG)

e-mail: barbano11@libero.it - cell. 330.985776 – tel/fax 0882.418813

P. iva 03591670710

RELAZIONE GEOLOGICA

Comuni: RIGNANO GARGANICO - SAN GIOVANNI
ROTONDO – SAN MARCO IN LAMIS (FG)

Progetto: RETE DI ACQUEDOTTI MINORI NEL
COMPENSORIO DEL CONSORZIO DI
BONIFICA MONTANA DEL GARGANO CON
L'UTILIZZO DI RISORSE IDRICHE LOCALI.
SCHEMA SUD 2° LOTTO - ESTENDIMENTO

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA MONTANA DEL
GARGANO - FOGGIA



Geol. Federico BARBANO

.....

INDICE

PARTE GENERALE – TRACCIATO COMPLESSIVO DEGLI ESTENDIMENTI –

1. PREFAZIONE;
2. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI;
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE;
4. CARATTERI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI GENERALI;
5. CRITERIO DI RIPARTIZIONE DEGLI ESTENDIMENTI IN PROGETTO;

PARTE SPECIFICA – PER OGNI SETTORE DEL TRACCIATO DEGLI ESTENDIMENTI –

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO;
2. RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TECNICO;
3. MODELLO GEOLOGICO;
4. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO;
5. CARATTERI GEOTECNICI;
6. CALCOLI GEOTECNICI;
7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI.

PARTE GENERALE – TRACCIATO COMPLESSIVO DEGLI ESTENDIMENTI –

6. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI FINALI SUL PROGETTO

ALLEGATI

- Topografica I.G.M. con estendimenti;
- Spettri di risposta sismica locale;
- Carte geologiche dei settori;
- Sezioni geologiche e colonne stratigrafiche.

1. PREFAZIONE

Al fine di ottenere indicazioni ed informazioni utili per un progetto relativo all'estendimento della rete di acquedotti minori nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Montana del Gargano con l'utilizzo di risorse idriche locali – schema sud 2° lotto - situato nella fascia compresa tra il corso del torrente Candelaro e il piede del versante meridionale del promontorio garganico, nei comprensori comunali di San Giovanni Rotondo, San Marco in Lamis e Rignano G. (FG), sono di seguito trattate le analisi ed i risultati delle osservazioni, dei rilievi geomorfologici e geo-litologici effettuati.

Lo studio geologico compiuto si può riassumere nelle seguenti tre fasi distinte:

1. studio preliminare e raccolta dati esistenti
2. rilevamento geologico e geomorfologico;
3. elaborazione dei dati raccolti e conclusioni.

Lo studio preliminare ha avuto lo scopo di inquadrare in maniera generale l'area oggetto di studio sotto il profilo topografico, morfologico e geologico, traendo informazioni di base da studi, lavori preesistenti, cartografia topografica e geologica ufficiale esistente e ricerche bibliografiche.

Queste indicazioni sono state utili nell'orientamento preliminare delle indagini; invece, per le analisi puntuali è stato necessario lo studio ed il riscontro sul campo. Il rilevamento di campagna è stato effettuato seguendo il classico metodo scientifico basato sull'osservazione e la raccolta dei dati. Questa fase ha fornito informazioni necessarie e sufficienti per tracciare i lineamenti geomorfologici, strutturali e litologici dell'area in esame.

Il rilevamento geologico e geomorfologico è stato indispensabile per la caratterizzazione stratigrafica e geomeccanica dei siti implicati nel progetto.

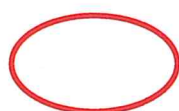
La terza fase, di elaborazione dei dati acquisiti, ha permesso di tracciare importanti informazioni schematiche che seguono un principio gerarchico distribuito nei seguenti livelli di approfondimento:

- geo-litologico;
- stratigrafico-strutturale;
- idrogeologico

e che hanno portato all'elaborazione di un *modello geologico* necessario per affinare la caratterizzazione sismica e geotecnica generale.

Le analisi geologiche sono state esplicate attenendosi alle indicazioni e alle direttive indicate dal D.P.R. 380/01, D.M. II.TT. 14.01.2008, D.M. II.TT. 04.02.2008 e dalle nuove N.T.C.08 di cui al DM 14.01.2008.

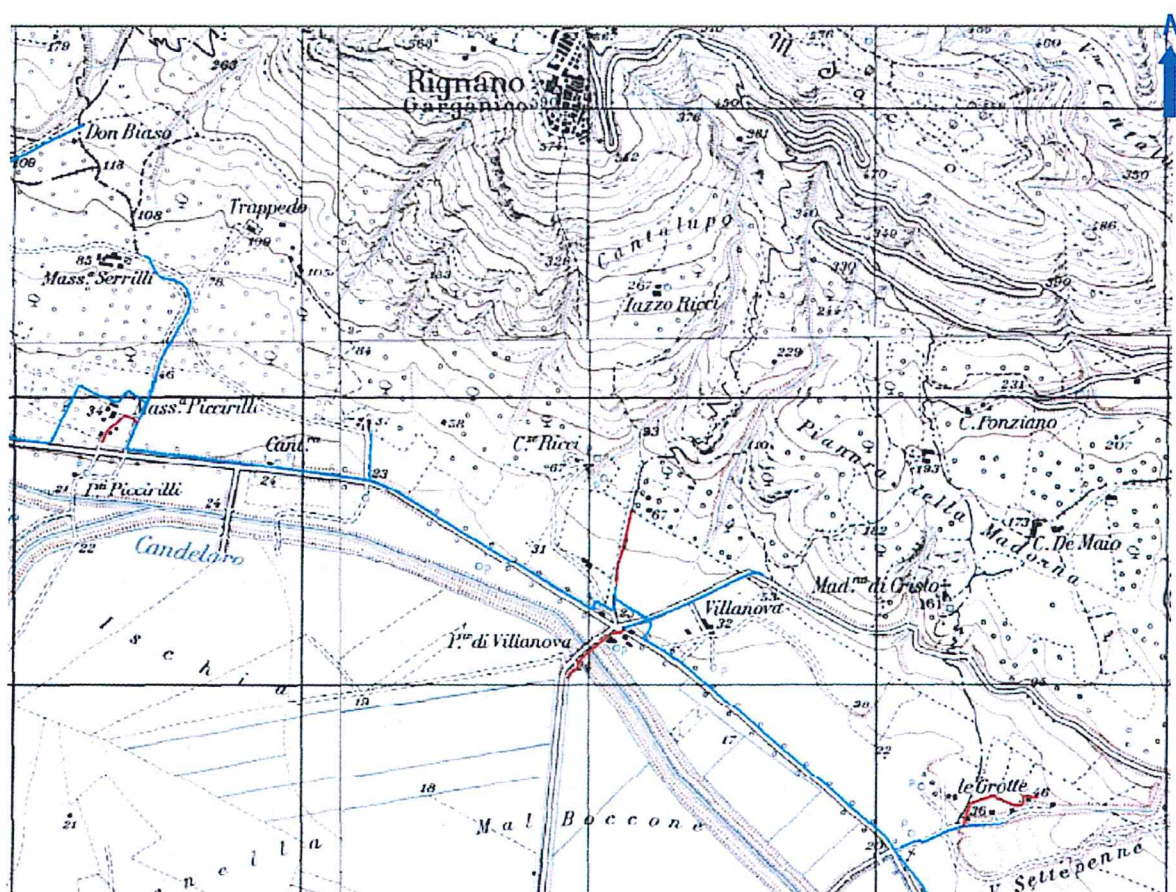
UBICAZIONE TOPOGRAFICA



AREA OGGETTO DI STUDIO

SCHEDA TOPOGRAFICA - ESTENDIMENTI OVEST

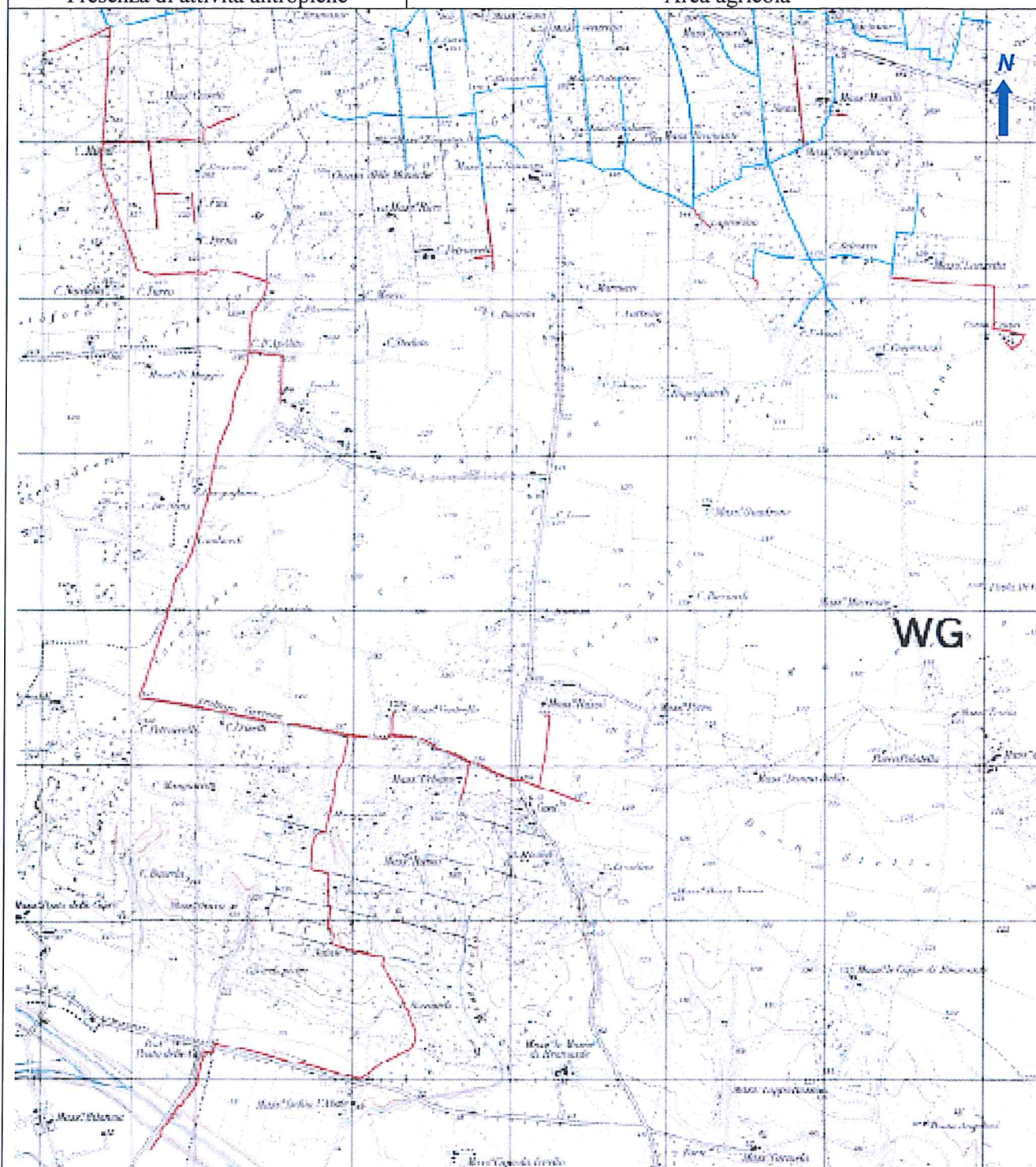
Comune	Rignano Garganico (FG)
Località	fascia pedemontana garganica - torrente Candelaro
Supporto cartografico	identificazione: F164 tavolette: IV NE - IV NO I.G.M.
	denominazione: I.G.M. "Monte Granata" - "Càmera"
	scala: 1:25.000
Quota s.l.m.	Max: 67 m - min: 20 m
Informazioni sulla rete viaria	SP28 direzione E-W
Presenza di attività antropiche	Area agricola



In rosso gli estendimenti sul comune di Rignano Garganico

SCHEDA TOPOGRAFICA - ESTENDIMENTI EST

Comuni	<i>San Giovanni Rotondo – San Marco in Lamis (FG)</i>
Località	<i>fascia pedemontana garganica - torrente Candelaro</i>
Supporto cartografico	identificazione: F164 tavolette: IV NE - I NO I.G.M.
	denominazione: I.G.M. "Monte Granata" – "San Leonardo"
	scala: 1:25.000
Quota s.l.m.	Max: 206 m - min: 12 m
Informazioni sulla rete viaria	<i>SP28 direzione E-W - SS273 direzione N-S</i>
Presenza di attività antropiche	Area agricola



In rosso gli estendimenti sul comune di *San Giovanni R.* e *San Marco in L.*

2. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

L'area interessata dal progetto si estende nella fascia compresa tra la zona pedemontana meridionale del promontorio garagnico ed il torrente Candelaro a sud dove saranno realizzati due attraversamenti che, comunque, si prolungheranno solo per un breve tratto oltre il torrente. In questa fascia si evidenzia una superficie sub-planare debolmente inclinata, con una pendenza media compresa tra $1,50^\circ$ e $2,0^\circ$ S-SE e con punte di circa 12° in località Villanova presso Rignano G., che raccorda la base del promontorio con la pianura del Tavoliere sottostante. Questa superficie, che fa da copertura alla serie Mesozoica di calcari e dolomie, è costituita prevalentemente da materiale di disfacimento, proveniente dai detriti di falda (disfacimento di cataclasiti) dei versanti posti a monte e soprattutto dalle conoidi alluvionali delle valli incise sul promontorio e orientate generalmente nord-sud.

Nei calcari sottostanti, l'elemento morfologico più evidente è costituito da una terrazza di abrasione marina limitata a nord da una falesia che si eleva sopra di essa fino a circa 400 metri e a sud da un gradino, che con un salto di un centinaio di metri, la sopraeleva al tavoliere foggiano;

La morfologia complessiva delle formazioni calcaree mesozoiche è sovente plasmata da un carsismo epigeo ed ipogeo diffuso, successivamente interessata da una attività tettonica.

Una sorgente di pericolo geomorfologico è determinato dalla probabilità di presenze di cavità sotterranee note come "sinkholes" (vedasi figura seguente), generate dal diffuso fenomeno carsico che riguarda le formazioni carbonatiche e che crea articolate forme ipogee oltre a diverse cavità da crollo e/o dissoluzione epigee (doline, pozzi carsici ecc.) nella fase di più avanzata evoluzione.

Il crollo di una cavità può essere indotto e/o catalizzato da cause antropiche oltre che naturali.

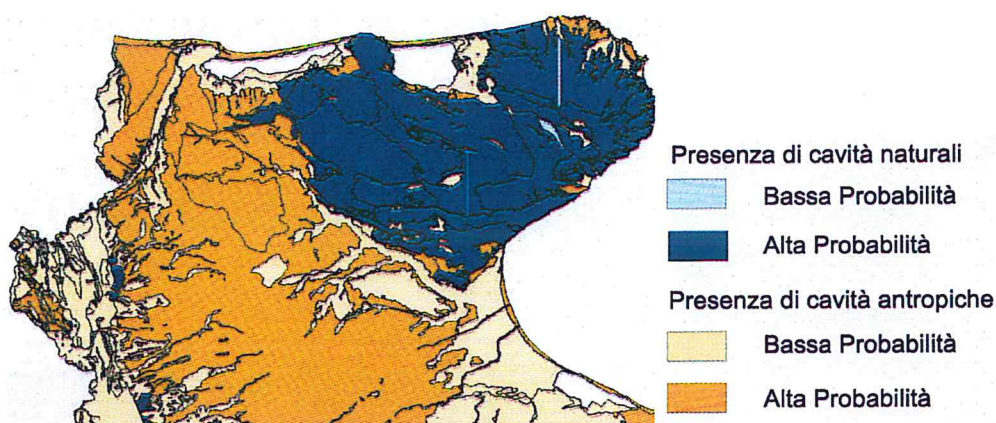


Fig. 1a - Carta della probabilità di presenza di cavità naturali ed antropiche nel territorio pugliese.

L'azione tettonica disgiuntiva a faglie normali, con prevalente direzione ONO-ESE è probabilmente all'origine del terrazzamento. In alcuni punti di affioramento i calcari Mesozoici mostrano una giacitura stratigrafica, con prevalente inclinazione verso SO, da cui si evince la dislocazione,

tettonica, dei pacchi litostratigrafici causata dal sollevamento del Gargano e di cui attualmente ne costituiscono il fianco meridionale dello stesso.

In prossimità del torrente Candelaro, è ben evidente la parete meridionale del gradone calcareo, anch'esso inciso da vallate disposte in direzione circa NE-SO, e raccordato al pianoro sottostante da detriti di conoidi e di falda che ne colmano gran parte del dislivello e creano una superficie prevalentemente pianeggiante se non con una blanda pendenza verso S-SE che accompagna le gradonature tettoniche mesozoiche sottostanti. Questi depositi alluvionali recenti occupano anche i fondovalle dei corsi torrentizi stagionali, essi sono innescati dalla grande scarpata morfologica che ne ha fornito l'energia necessaria e sufficiente per il trasporto.

Nella parte più meridionale della fascia implicata nel progetto, lungo il corso del torrente Candelaro, sono da evidenziare le alluvioni terrazzate ascrivibili all'Olocene.

Proseguendo verso sud, oltre i terrazzamenti alluvionali, inizia la vasta spianata del Tavoliere dove la prevalente pendenza verso oriente testimonia l'originaria inclinazione della superficie di regressione del mare pleistocenico e dei depositi fluviali che su di essa si sono adagiati. I percorsi paleo-fluviali si possono tracciare, dalle foto aeree, lungo i fiumi fossili presenti che mostrano generalmente andamento meandriforme.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

La litologia prevalente, e non omogeneamente affiorante, nell'area indagata è costituita da rocce sedimentarie prevalentemente carbonatiche, di origine chimica è ascrivibili alle facies di back-reef (retroscogliera) giurassiche.

L'area dimora del progetto ricade quasi integralmente su formazioni mesozoiche (Giurassico-Cretaceo) costituite, essenzialmente da calcari microcristallini e a volte criptocristallini, che si alternano a calcari oolitici con matrice micritica che in questa zona si presentano fratturati, carsificati e con potenza complessiva stimabile tra i 450÷500 metri. Le litologie calcaree sono spesso occultate da coperture più o meno consistenti di depositi continentali pleistocenici-olocenici costituiti da residui eluviali e colluviali, soprattutto alluvionali ovvero terre e detriti provenienti dalla parte terminale delle conoidi delle valli incise sui versanti a nord del sito. In alcuni punti sono presenti anche depositi bauxitici mescolati nelle terre rosse residuali.

L'assetto geo-strutturale, riconoscibile, del promontorio garganico è il risultato di due fasi tettoniche disgiunte risalenti al Pliocene inferiore-medio. La prima fase di natura plicativa determina numerose faglie e diaclasi orientate NO-SE (*appenniniche*), la seconda di tipo disgiuntiva

taglia ed interrompe le fratture precedenti con grandi faglie orientate E-W (*garganiche*). Questi fenomeni dislocativi hanno dato luogo a fasce cataclastiche e risalti morfologici associati ad accumuli detritici.

Le strutture tettoniche più marcate e vistose nell'area sono il lineamento tettonico della *faglia del Candelaro* che segue all'incirca il percorso del torrente, la *faglia di Mattinata* o *Gargano Fault* (per la letteratura internazionale), essa taglia il promontorio garganico dalla valle di Stignano fino al mare aperto (*Gondola Line*) dinanzi la costa del comune di Mattinata e la faglia sub-parallela alla precedente che si può segnare lungo tutto il versante meridionale del promontorio e che disloca lo stesso dalla parte pedemontana raccordante la piana del Tavoliere .

L'area presa in esame ricade in prossimità del suddetto sistema di faglie orientato E-W con dinamica prevalentemente trascorrente e con una presumibile componente verticale normale, probabilmente determinata dall'andamento irregolare del piano di faglia. Il sistema tettonico, in prossimità dei piani di faglia, ha determinato una consistente frantumazione del corpo roccioso coinvolto con formazione di cataclasiti che insieme alle terre rosse residuali diventano considerevoli sotto l'aspetto idrogeologico e geotecnico in quanto causa di potenziali diversità, locali, di comportamento reologico del terreno.

La zona in esame per via delle numerose faglie ivi presenti è da considerarsi a rischio sismico, infatti da dati documentati (I.N.G.V.- C.N.R.), ricostruzioni e correlazioni effettuate per avere un'idea della sismicità del territorio, è stato preso in considerazione un periodo temporale che va dal 1985 al 2004, riassunto nella figura seguente dove sono anche evidenziati i principali lineamenti tettonici:

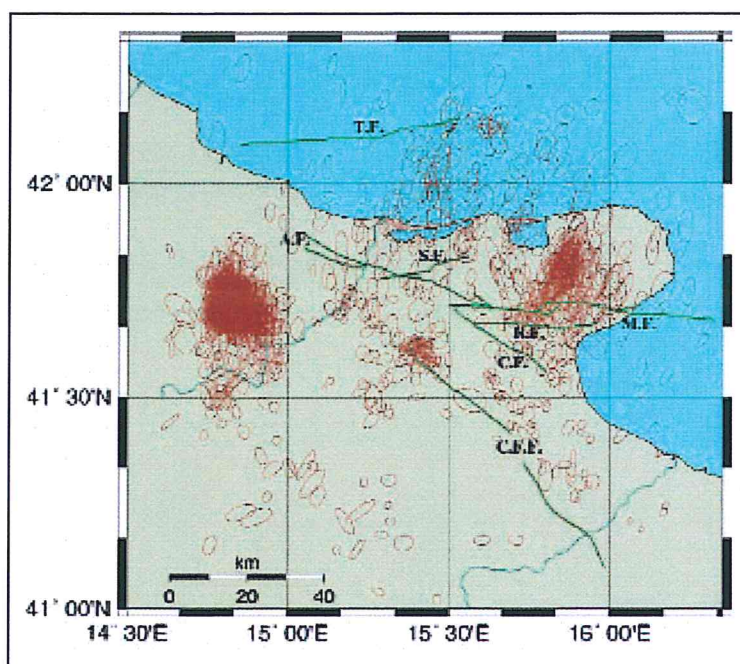


Fig. 1b - Per visualizzare e quantificare la sismicità della zona, sono rappresentati in figura gli eventi sismici avvenuti dal 1985 al 2004 (ellissi in rosso centrate sull'epicentro). Le linee in verde indicano le principali lineazioni di faglia

sismogeniche: **AF** = faglia di Apricena - **CFF** = faglia di Cerignola/ Foggia – **MF** =faglia di Mattinata – **SF** = faglia di Sannicandro G./Apricena – **TF** = faglia delle Tremiti. (*Del Gaudio et al. 2007*).

Il Tavoliere di Puglia, e quindi parte della zona di indagine in esso compresa, è costituito da una successione di depositi marini ed alluvionali ovvero ghiaie, sabbie e limi di età ascrivibile al Pleistocene superiore–Olocene, che vanno a costituire nell’insieme una copertura quasi continua; lo spessore è variabile da pochi metri in corrispondenza del subappennino dauno fino a circa 100 m nella parte più orientale della pianura in prossimità della costa adriatica. Nell’area di studio la copertura terrazzata (Olocene) è costituita in prevalenza da sedimenti composti da sabbia-limosa ed in minor parte da argilla e ciottoli, con frequenti incrostazioni calcaree.

I depositi di copertura poggiano su calcareniti ovvero calcari sabbiosi giallastri stratificati, essenzialmente teneri e poco compatti, di età inquadrabile nel Miocene medio. Lo spessore di questa formazione, contenente la falda più superficiale, non è ben definibile per via dello spianamento subito da un terrazzamento, comunque si stima una potenza che può raggiungere in alcuni punti i 150 m. Al di sotto delle calcareniti, infine, insiste il bed rock calcareo gradonato verso sud dalle faglie dirette che a loro volta hanno determinato la fratturazione della roccia divenuta sede della falda profonda. Il substrato roccioso è costituito da calcari oolitici e pseudoolitici, detritici e micritici, di colore biancastro e strutturalmente disposti in strati di spessore variabile. Questa formazione è databile al Cretaceo inferiore.

4. CARATTERI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI GENERALI

Nell’area in esame, fatta eccezione per il torrente Candelaro, mancano le acque superficiali perenni.. La rete idrica di superficie, a causa di un substrato calcareo intensamente fratturato, è poco sviluppata anche in corrispondenza dei siti in parola. La potente successione carbonatica giurassico-cretacea, ben affiorante sul promontorio garganico, può essere intesa come una vasta unità idrogeologica dove la circolazione idrica sotterranea avviene a notevole profondità. Nella fascia implicata nel progetto, il massiccio calcareo del terrazzo mesozoico, presenta la porzione acquifera satura della falda a 150-200 m dal p.c.; diversa è invece la situazione in prossimità del Candelaro dove la falda freatica è spesso rinvenibile a circa 25-40 m dal p.c..

La presenza dei calcari, fessurati e carsificati, affioranti o ricoperti da uno strato di depositi, conferma l’assenza della falda acquifera in prossimità della superficie.

Infatti, l’esistenza di giunti e cavità beanti, a sviluppo prevalentemente verticale, fa sì che le acque di recente infiltrazione fluiscano rapidamente verso gli strati saturi più profondi, nei quali il flusso

idrico sotterraneo si esplica prevalentemente in direzione orizzontale. L'acquifero possiede una permeabilità fortemente disomogenea ed anisotropa: il flusso idrico avviene lungo direttrici preferenziali che si sviluppano a diverse quote, in corrispondenza delle quali sono presenti strati dotati di elevato grado di permeabilità per fessurazione e carsismo.

Anche la tettonica è un fattore condizionante le modalità di flusso; gli effetti sono amplificati dalle fenomenologie carsiche, che si instaurano lungo direttrici di debolezza rappresentate dalle lineazioni strutturali. Numerose sono le faglie dotate di valenza idrogeologica tale da costituire delle linee principali di flusso, lungo le quali le acque sotterranee raggiungono agevolmente la costa.

Al complesso idrogeologico dei calcari ivi affioranti si può attribuire un coefficiente di infiltrazione variabile nell'intervallo 80-90 % (permeabilità media-elevata), scelto sulla base dei caratteri peculiari dei terreni presenti nell'area in oggetto.

Sulla base dei dati delle stazioni termopluviometriche, site nell'area del Tavoliere, si evince che la piovosità annua è compresa tra 440 e 572 mm e in media è pari a 500 mm, mentre la temperatura diurna è compresa tra 15,9 e 16,6 °C e in media è 16 °C. Il regime delle precipitazioni, di tipo marittimo, ha il minimo tra luglio e agosto e il massimo a dicembre. Il regime delle temperature è di tipo moderato, con massimo tra luglio e agosto e minimo a gennaio.

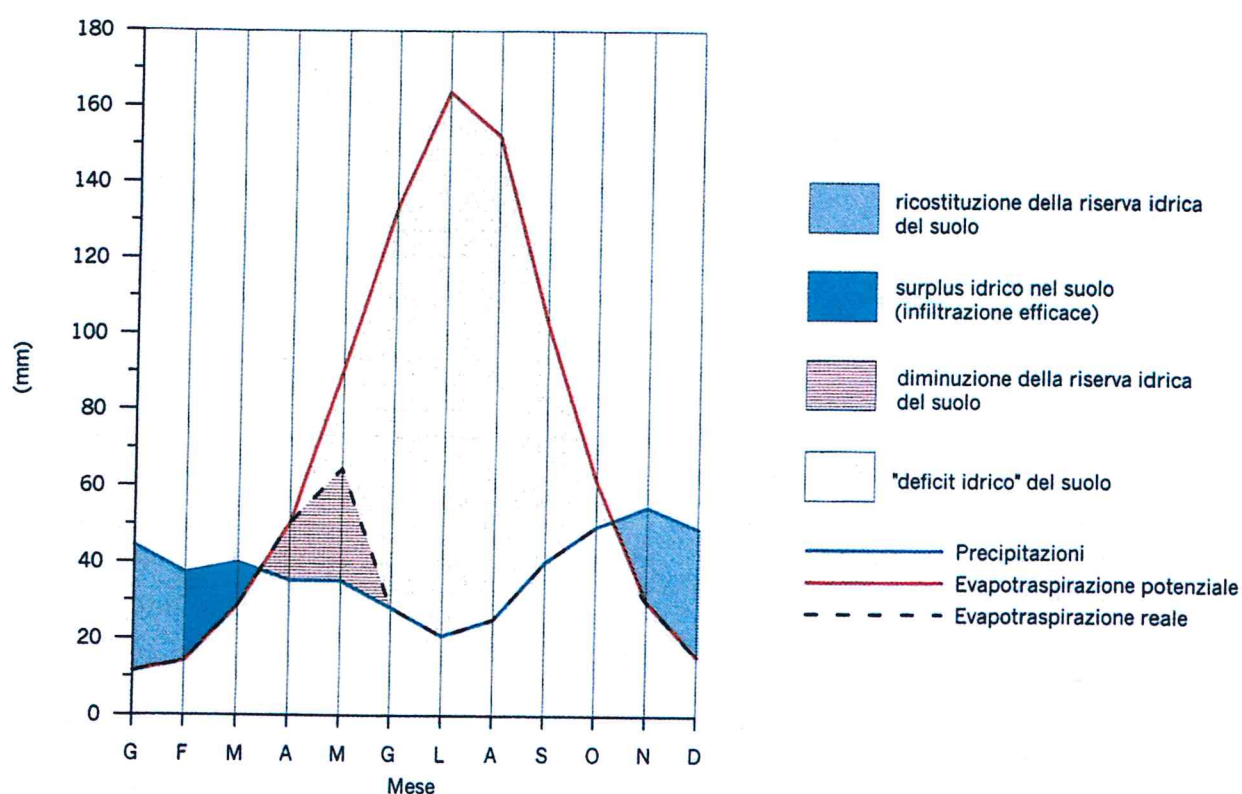


Fig. 2 - Bilancio idrico nel suolo del Tavoliere

Nell'indagine verticale dell'area situata nel Tavoliere si distinguono terreni con caratteri idrogeologici differenti, infatti mentre le calcareniti sono inquadrabili come terreni permeabili per porosità, come del resto tutte le formazioni mio-quadernarie, marine e continentali, che occupano la pianura, il substrato costituito dai calcari è permeabile per fratturazione.

In generale nel Tavoliere possono identificarsi principalmente due acquiferi: l'acquifero superficiale, costituito dai depositi sabbiosi e conglomeratici, di origine prevalentemente marina, oltre che continentale, e l'acquifero profondo, costituito dai depositi carbonatici mesozoici appartenenti alla Piattaforma Apula. Naturalmente l'acquifero superficiale è caratterizzato da una permeabilità primaria per porosità, l'acquifero profondo, invece, mostra una permeabilità secondaria dovuta a fratturazione e carsismo. Nella parte centro-occidentale del Tavoliere le acque sotterranee circolano prevalentemente in condizioni freatiche, invece, nella zona centrale e centro-orientale predomina un regime artesiano. Pur esistendo un'unica circolazione idrica sotterranea, essa si sviluppa, in alcune aree, su più livelli acquiferi, idraulicamente interconnessi, a causa della presenza di livelli e strati a differente granulometria e permeabilità. La falda idrica sotterranea defluisce verso il mare Adriatico, che ne rappresenta il livello di base, e verso il torrente Candelaro, che segna, essenzialmente, il limite tra l'acquifero del Tavoliere e l'unità idrogeologica carbonatica del Gargano. Informazioni indicative sul regime della falda idrica sono state ricostruite dall'analisi delle registrazioni piezometriche mensili relative a 9 stazioni distribuite sul territorio del Tavoliere con una attenzione particolare per quelle ricadenti nell'area più prossima al zona di indagine. Le nove stazioni piezometriche del SIMN (Sezione Autonoma di Bari), attive da un minimo di 17 ad un massimo di 55 anni, sono costituite anche da pozzi a scavo di grande diametro. Tale rete piezometrica è stata attiva a partire dal 1929 fino al 1994, con alcune interruzioni durante il secondo conflitto mondiale.

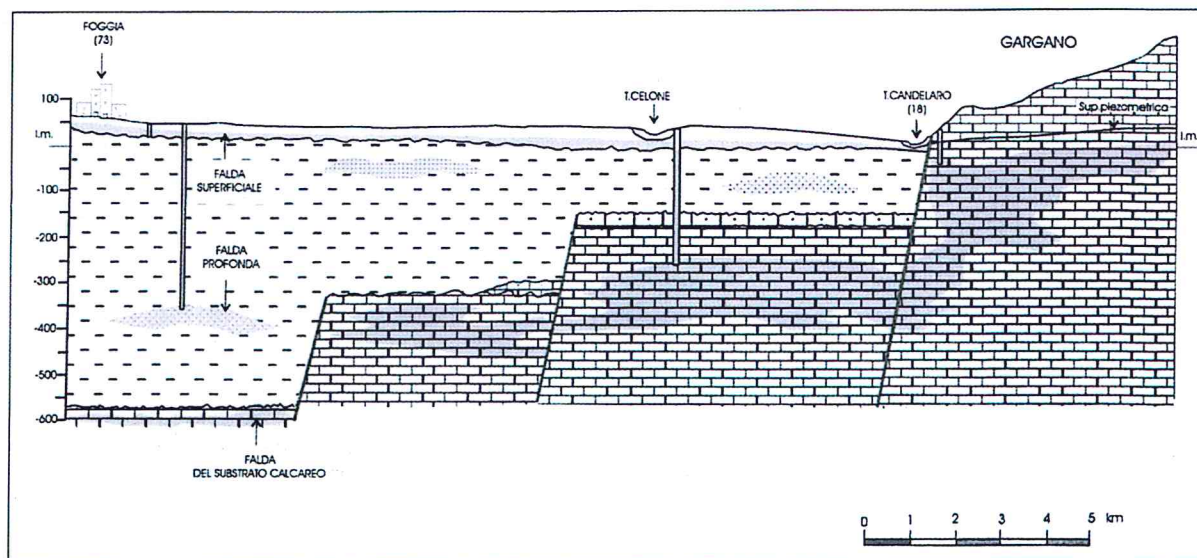


Fig. 3 - Sezione idrogeologica del tavoliere

Dal momento che l'elemento idrologico più importante dell'area di studio è il torrente Candelaro, si ritiene opportuno dettagliarne, di seguito, le caratteristiche salienti.

Il torrente Candelaro nasce nei pressi di San Paolo di Civitate e scorre ai piedi del Gargano con direzione NO-SE in corrispondenza di una faglia di distensione instauratasi durante l'emersione del promontorio. Ha una lunghezza di 67 Km circa con una pendenza media del 4.24% ed accoglie le acque di un bacino di 2331.11 Km². Il perimetro dell'intero spartiacque è pari a circa 247.33 km, il valore della densità di drenaggio è 1.06 km/km². Il bacino presenta un coefficiente di forma (Gravelius) pari a 5.3.

Il bacino del Candelaro può essere essenzialmente suddiviso in tre zone che si differenziano tra loro per caratteristiche morfologiche, geologiche e idrologiche. La prima zona (Zona 1) comprende la fascia di monti dell'Appennino che delimita ad Ovest la piana della Capitanata e fa da spartiacque fra il bacino del Candelaro e quello del Cervaro. La seconda zona (Zona 2) è rappresentata dalla piana della Capitanata che, dalle colline che fanno da spartiacque fra i bacini del Candelaro e del Fortore, degrada fino al Golfo di Manfredonia. La terza zona (Zona 3), infine, è costituita dal versante meridionale del massiccio del Gargano. Poco sviluppato è il versante sinistro, in corrispondenza della parete di faglia, mentre molto più esteso è il versante destro, solcato da vari affluenti.

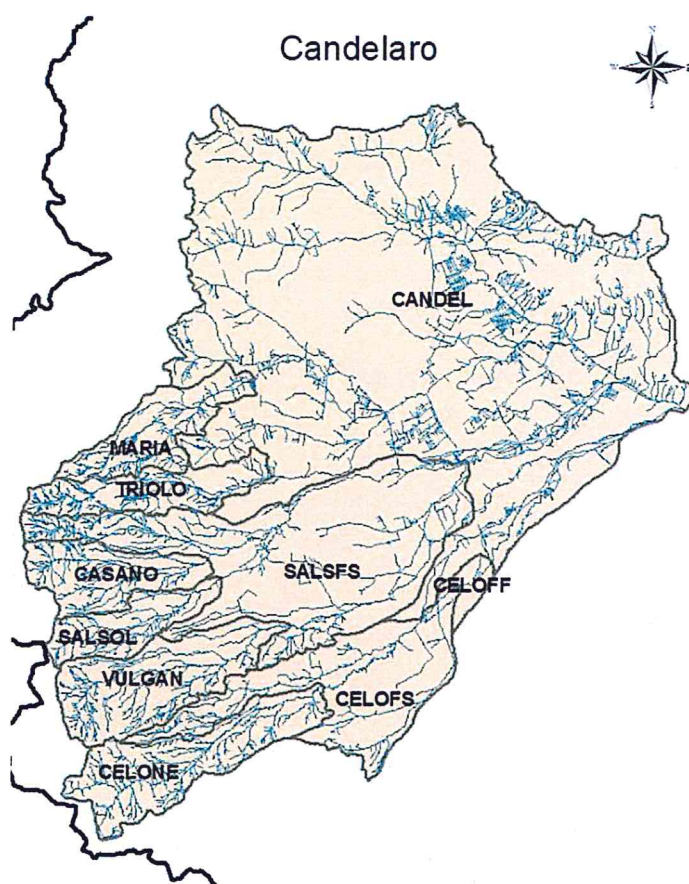


Fig. 3a - Bacino idrografico del torrente Candelaro

5. CRITERIO DI RIPARTIZIONE DEGLI ESTENDIMENTI IN PROGETTO

Considerata la estesa superficie su cui saranno realizzati gli estendimenti della rete di acquedotti, si ritiene necessario dividere il tracciato complessivo in tracciati specifici e poi in settori omogenei per caratteristiche geologiche e/o geolitologiche e strutturali, intersecate, al fine di ottimizzare l'indagine puntuale/lineare del sito.

Quindi, gli estendimenti totali, del tracciato complessivo in progetto, sono numerati da Ovest verso Est con numerazione compresa tra 1÷10 (*estendimenti specifici*) in base alla continuità fisica e/o alla contiguità spaziale di ogni singolo tracciato; per i tracciati più lunghi si è reso necessario fare una ulteriore ripartizione in base alle suddette peculiarità geologiche (*settori*). Tali settori sono definiti dal numero dell'estendimento specifico a cui appartengono e una lettera che ne indica il settore stesso; a tale nomenclatura, per meglio circoscrivere il ramo della rete isolato, si è aggiunto il nome della località più vicina e ufficialmente riportata sulle tavolette 1:25.000 dell' I.G.M..

Per esempio l'estendimento n. 4, il più lungo che si svilupperà a sud di San Giovanni Rotondo, è stato suddiviso in 5 settori definiti dalle lettere A-B-C-D-E e dalle località più prossime. Si avrà pertanto l'estendimento 4A località “ Mezzana delle Monache”; l'estendimento 4B loc. “S. Cristoforo”; e così via.


Numero *estendimenti specifici* = 10


Numero *estendimenti specifici* + *settori* = 15

Estendimenti specifici divisi in settori = n. 2 (2A-2B) – n. 4 (4A-4B-4C-4D-4E)



Legenda


 Tracciato rete idrica esistente

 Estendimenti

07501.5003.000

Metri

N



LEGENDA



Alluvioni recenti e attuali (0); conoidi di deposizione. Detriti di feldi (dt).



Depositi colluviali ed eluviali (1) "terre rosse", residui da calcari.



Alluvioni terrazzate recenti, poco superiori agli eluvi attuali, di ciottoli, sabbie e subordinatamente argille sabbiose. Talora con crostoni calcarei evaporitici.



Calcarei sabbiosi, teneri, giallastri, sfonficati, fossiliferi, (1) "pietra calcarea", (2) "pietra leccese", (3) Zona di Associazione a *Lithothamnium*, Briozoi, *Elphidium*.



Calcarei organogeni biancastri in banchi e strati con Rudiste e Coralli, subordi. calcitruelli. Zona di Associazione a *Obololites* gruppo *O. conoides* *diadema* e *O. ovata* *La-Max*, raramente alcune *Tenelle* e *Rosipora*. *APTIANO-GENOMANIANO*.



Calcarei organogeni biancastri in banchi e strati con Rudiste e Coralli, subordi. calcitruelli. Zona di Associazione a *Obololites* gruppo *O. conoides* *diadema* e *O. ovata* *La-Max*, raramente alcune *Tenelle* e *Rosipora*. *APTIANO-GENOMANIANO*.



Calcarei organogeni biancastri in banchi e strati con Rudiste e Coralli, subordi. calcitruelli. Zona di Associazione a *Obololites* gruppo *O. conoides* *diadema* e *O. ovata* *La-Max*, raramente alcune *Tenelle* e *Rosipora*. *APTIANO-GENOMANIANO*.



Calcarei organogeni biancastri in banchi e strati con Rudiste e Coralli, subordi. calcitruelli. Zona di Associazione a *Obololites* gruppo *O. conoides* *diadema* e *O. ovata* *La-Max*, raramente alcune *Tenelle* e *Rosipora*. *APTIANO-GENOMANIANO*.

+ Strati orizzontali,
+ Strati suborizzontali,
+ Strati inclinati da 10° a 45°.

Faglia.



Faglia presunta.



Terrazzo morfologico.



ESTENDIMENTI



ESTENDIMENTO 1

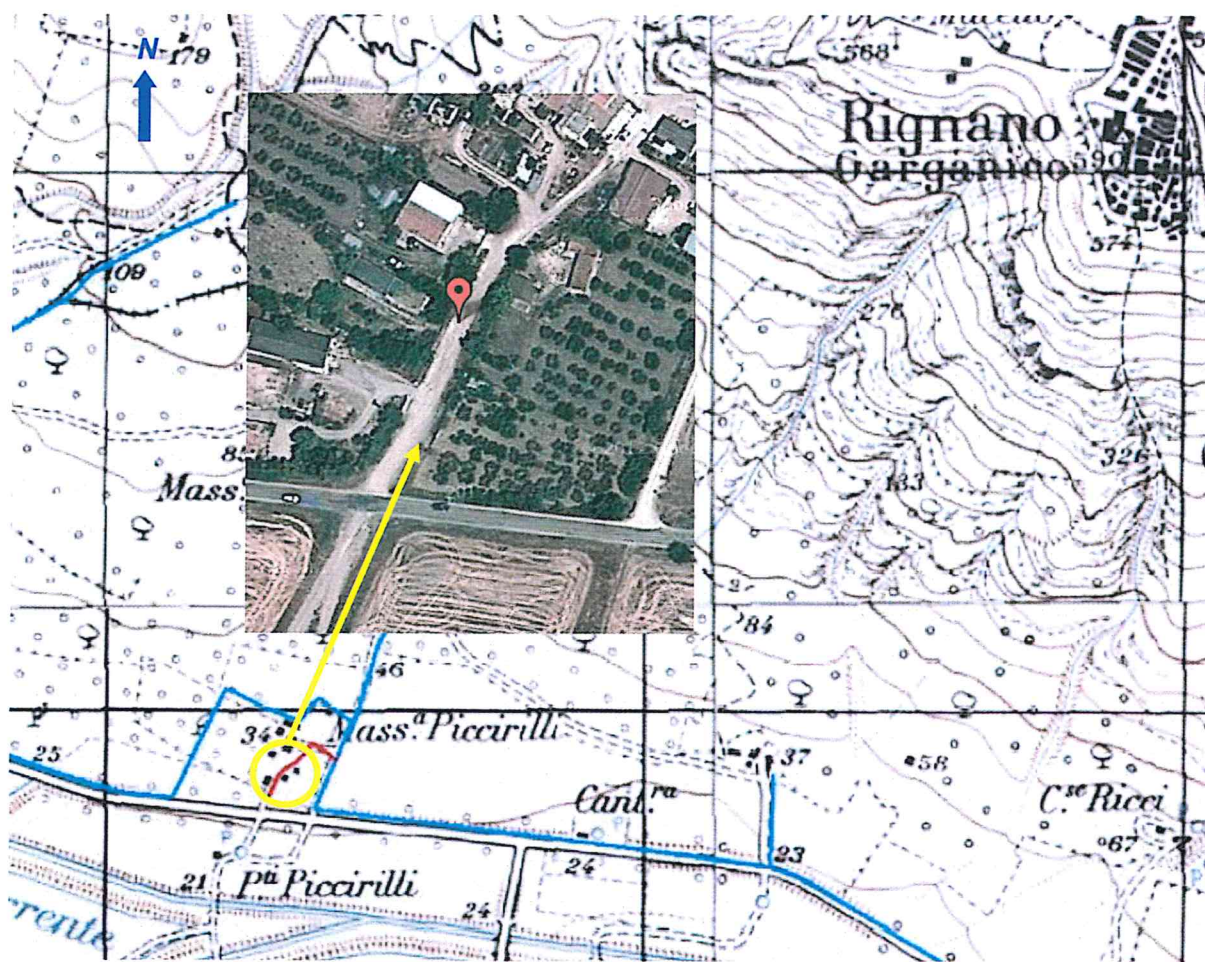
Comune: Rignano Garganico

Località: presso “*Mass. Piccirilli*”

SCHEDA TOPOGRAFICA

ESTENDIMENTO 1

Comune	<i>Rignano Garganico (FG)</i>
Località	presso "Mass. Piccirilli"
Coordinate sito di progetto	WGS84: 41.6644 - 15.567487
Supporto cartografico	identificazione: F164 IV NE I.G.M.
	denominazione: I.G.M. "Camera"
	scala: 1:25.000
Quota s.l.m.	Max: 34 m - min: 26 m
Informazioni sulla rete viaria	SP28 direzione E-W a sud del sito
Presenza di attività antropiche	Area agricola



 = ubicazione coordinate sito di progetto -
  = ubicazione puntuale coordinate WGS84

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il sito oggetto di studio è ubicato sulla parte alta della pianura del Tavoliere, a quota 34 m s.l.m., ed è delimitato a sud dal torrente Candelaro, che si presenta regimentato al fine di essere sfruttato per la bonifica costiera, e a nord dal promontorio garganico. L'area si presenta pianeggiante con una blanda pendenza verso S-SO che segue le gradonature tettoniche, mesozoiche, sottostanti.

L'area di studio ricade su un copertura di detriti alluvionali recenti che vanno a costituire una conoide di deiezione tuttora attiva. Il sito è situato nella parte finale della conoide su detriti, di varie dimensioni, sciolti e brecce inglobate in una matrice sabbiosa, limo-argillosa, spesso indurita da concrezioni calcaree in strati più o meno sottili (in gergo locale "crosta") che danno una maggiore compattezza alla litologia. Le conoidi raccordano la scarpata meridionale del promontorio garganico alla vasta pianura del Tavoliere.

I depositi di copertura poggiano su calcareniti ovvero calcari sabbiosi giallastri più o meno stratificati, essenzialmente teneri e poco compatti, di età inquadrabile nel Miocene medio. La potenza di questa formazione, spesso contenente la falda più superficiale, non è ben definibile per via dell'erosione che ne ha determinato un terrazzamento, comunque si stima una potenza che può raggiungere in alcuni punti anche 150 m.

Al di sotto delle calcareniti, infine, insiste il bed rock calcareo gradonato verso sud dalle faglie.

Il substrato roccioso è costituito da calcari microcristallini e dolomie, di colore grigio scuri a volte bruno-rosati e strutturalmente disposti in strati o grossi banchi. Questa formazione è databile al Giurassico superiore.

In prossimità del sito sono presenti 4 pozzi censiti di cui solo uno risulta attivo su una falda rinvenuta tra -40 m e -50 m; la profondità massima di questo pozzo è registrata a -56 m ovvero -22 m sotto il livello del mare, è pertanto plausibile l'intrusione di acqua marina.

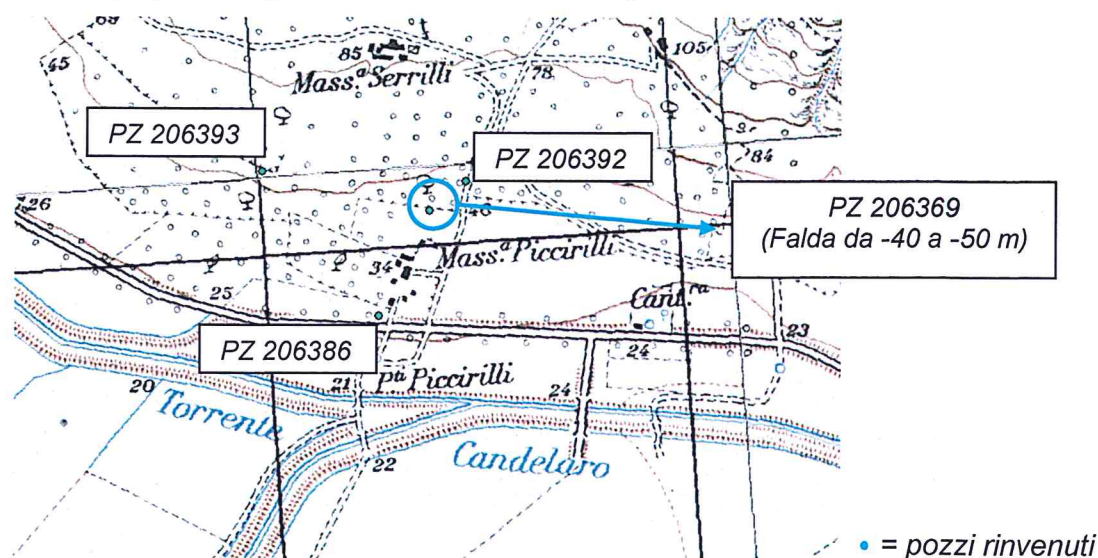


Fig. 4 – Stralcio topografico con ubicazione pozzi

2. RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TECNICO

Si esegue la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni di terra rappresentativi, prelevati in situ, con il criterio di seguito illustrato in tabella.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cmq)
Terreno	S1	molto tenero	<i>facile rottura</i>	< 10
	S2	tenero	<i>si rompe con le dita a forte pressione</i>	> 10
	S3	compatto	<i>si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone</i>	> 20
	S4	duro	<i>non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone</i>	> 40
	S5	molto duro	<i>Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico</i>	> 70

(P. Colosimo et al. – 1982)



Fig. 5 – Foto aerea con sovrapposizione “estendimento I”

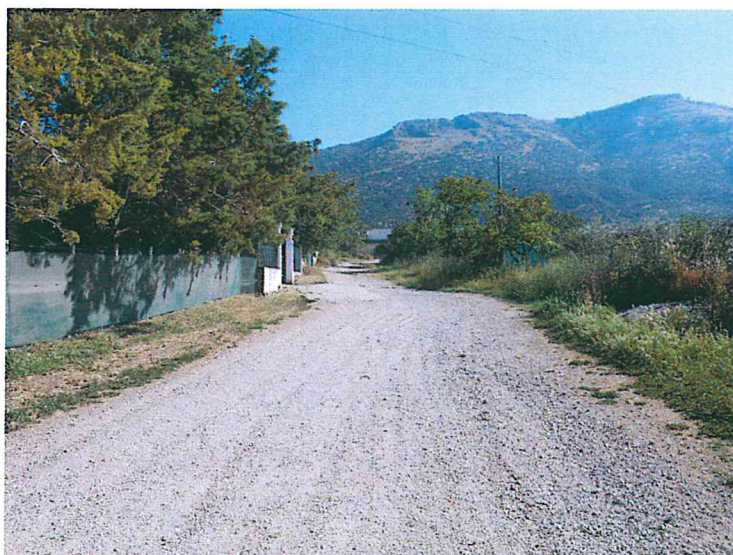


Fig. 6 – foto Sito di progetto

3. MODELLO GEOLOGICO

Da ricerche bibliografiche e osservazioni dirette effettuate in zona e su affioramenti limitrofi sono stati rilevati dati che hanno permesso di definire tre litologie, ovvero, dall'alto verso il basso, breccie e sabbie limo-argillose, calcareniti e calcari. Mediante le informazioni acquisite si possono stimare, approssimativamente, i limiti di interfaccia tra i depositi e fare una distinzione stratigrafico-strutturale tra i tre orizzonti stratigrafici.

Il **primo orizzonte** (spessore indicativo: 12,00 m) è formato da detriti alluvionali, di varie dimensioni, sciolti o compattati in breccie inglobate in una matrice sabbiosa limo-argillosa spesso indurita da concrezioni calcaree in strati più o meno sottili.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Alluvioni recenti – Conoide di deiezione"</i>
colore	<i>marrone-giallastre</i>
litologia	<i>breccie — terre scure - sabbie argillose</i>
età	<i>Olocene (0,011 m.a.)</i>
potenza	<i>10-15 m</i>

Il **secondo orizzonte** (spessore indicativo: da – 12,00 a – 70,00 m) è costituito da calcari sabbiosi stratificati noti col termine locale di "tufo calcareo" ma scientificamente definiti calcareniti. Possibile presenza della falda freatica a circa 40÷50 m dal p.c.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari a briozoi"</i>
colore	<i>giallastri</i>
litologia	<i>calcareniti</i>
età	<i>Miocene medio (16 m.a.)</i>
potenza	<i>60-70 m</i>
fossili	<i>Macrofauna : Gasteropodi – Lamellibranchi (Ostrea, Pecten)</i>
	<i>Microfauna : Lithothamnium, Elphidium e Briozoi</i>
STRATIMETRIA	
stratificazione	<i>irregolare</i>
copertura	<i>Alluvioni terrazzate spessore indicativo 10,00 m</i>

Il **terzo orizzonte** (spessore indicativo: da – 70,00 a – 250,00 m) è composto da due litotipi variamente intercalati tra loro; ovvero: calcari microcristallini compatti e a frattura concoide stratificati con strati che vanno da pochi decimetri fino a 3 m e dolomie brune macro e mesocristalline a frattura scabra a volte discretamente stratificate. La presenza di dolomie primarie depone a favore di una facies sedimentaria di acque basse, sovrasature, tipiche di zona di retroscogliera.

SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA

Scala 1:1200



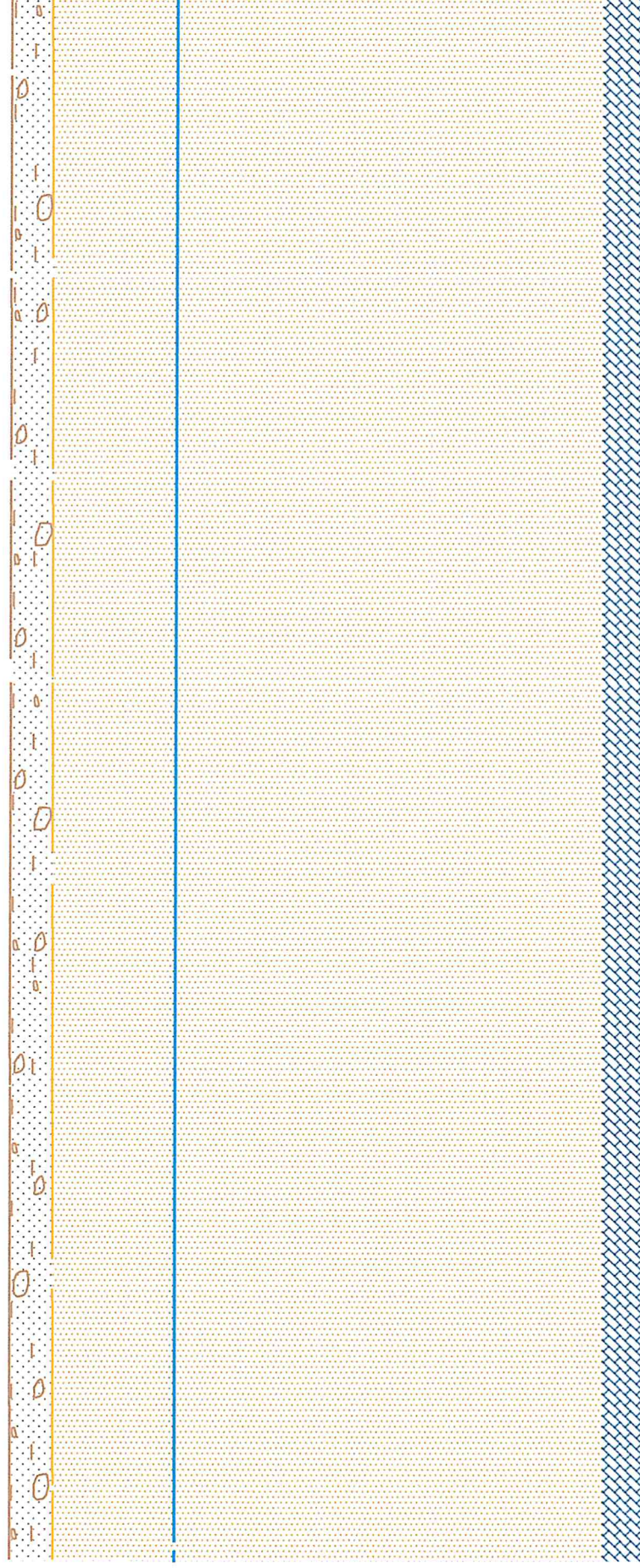
Sabbia limo-argillosa e ciottoli



calcareniti



calcari micritici e dolomie



LITOLOGIA	
formazione	<i>“Calcari di Monte La Serra” o “Calcari di Rignano”</i>
colore	<i>grigio/avana (Calcari) – grigio/bruno (Dolomie)</i>
litologia	<i>Calcari micritici e Dolomie cristalline</i>
età	<i>Malm-Cretacico inferiore - Giurassico sup. (130 m.a.)</i>
potenza indicativa	<i>250-300 m</i>
fossili	<i>Microfauna : Diceratidi e Nerinee</i>

4. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO

L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** (a_g compresa tra 0,15 e 0,25 g) della classificazione definita dall'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dall'OPCM 3519 del 28.04.2006. Con le susseguenti N.T.C. 2008 la pericolosità non viene più definita per distretto amministrativo/comunale ma per sito, ovvero, facendo riferimento ad una maglia nazionale costituita da quadrati di 5 km di lato in cui ricade il sito di progetto.

Secondo le attuali N.T.C. 08, per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

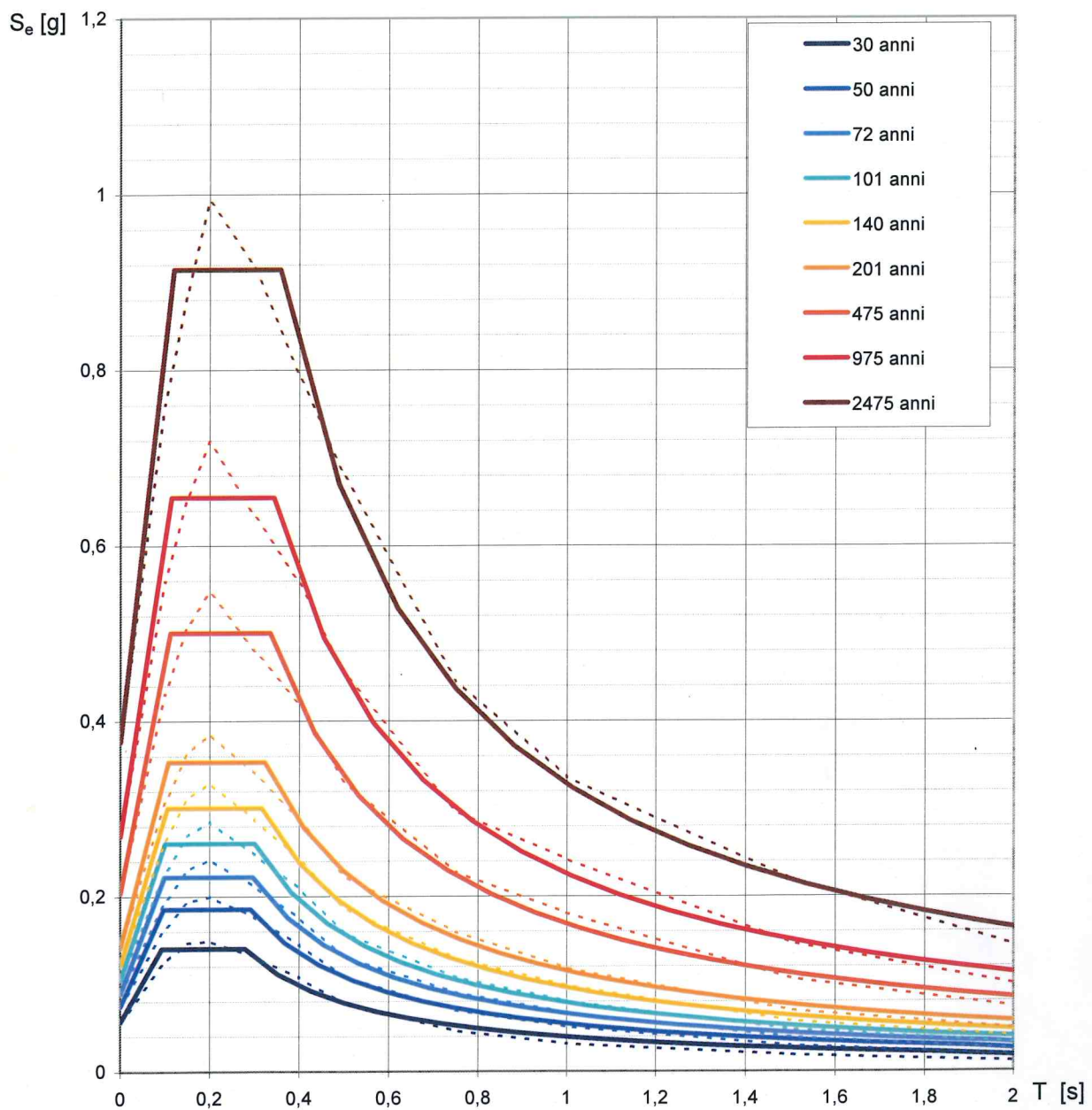
Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3, e alla Tab. 3.2.II delle N.T.C. 2008. Nella zona di studio sono presenti litologie sabbiose limo-argillose e ghiaie, che possono essere annoverate alla categoria di suolo **E**, ovvero *“depositi di terreni a grana grossa o a grana fina mediamente addensati con spessori non superiori a 20 m”*.

Il sito di progetto ricade in zona sismica essendo in prossimità di struttura sismogenetica (*faglia di Mattinata*).

Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)		
Nomenclatura	Definizione	Valore/tipo
	Categoria di suolo	E
V_{S30}	Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità	>800 m/s
---	Categoria topografica	T1
---	Classe d'uso della costruzione	I
C_u	Coefficiente d'uso	0.7
V_N	Vita nominale della costruzione	50 anni
V_R	Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_u$	35 anni
---	Zona sismica	2
---	Pericolosità sismica	Media

E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.

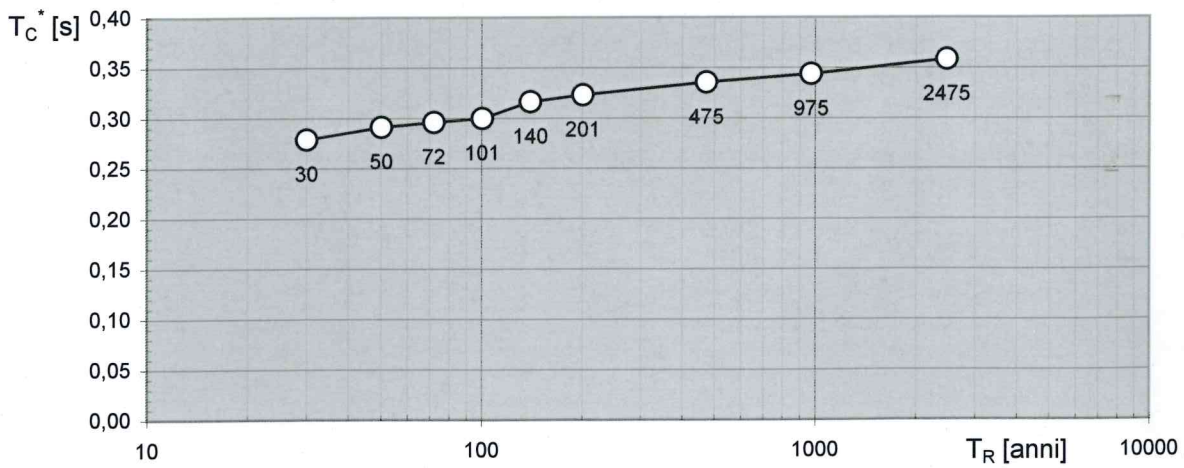
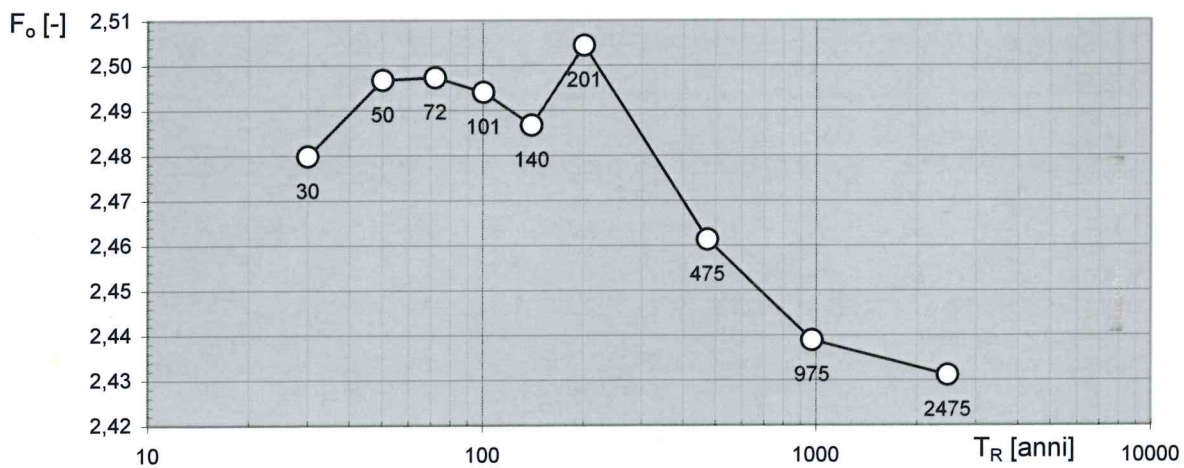
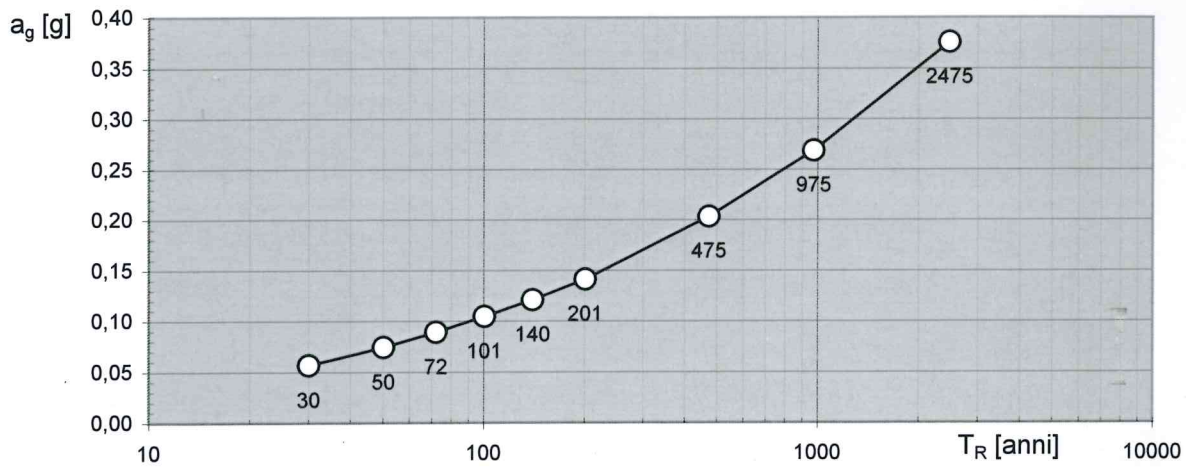
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

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

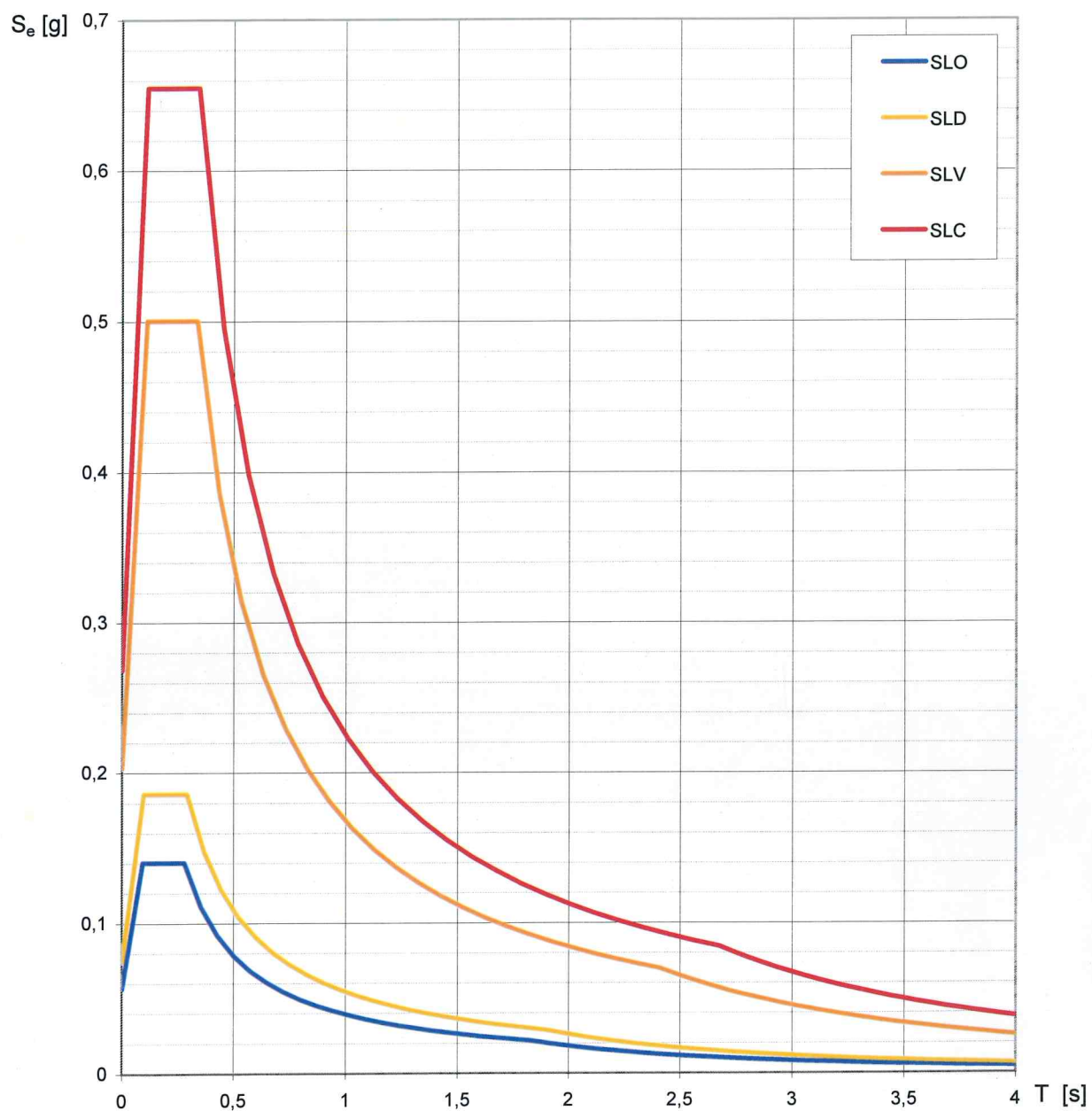
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



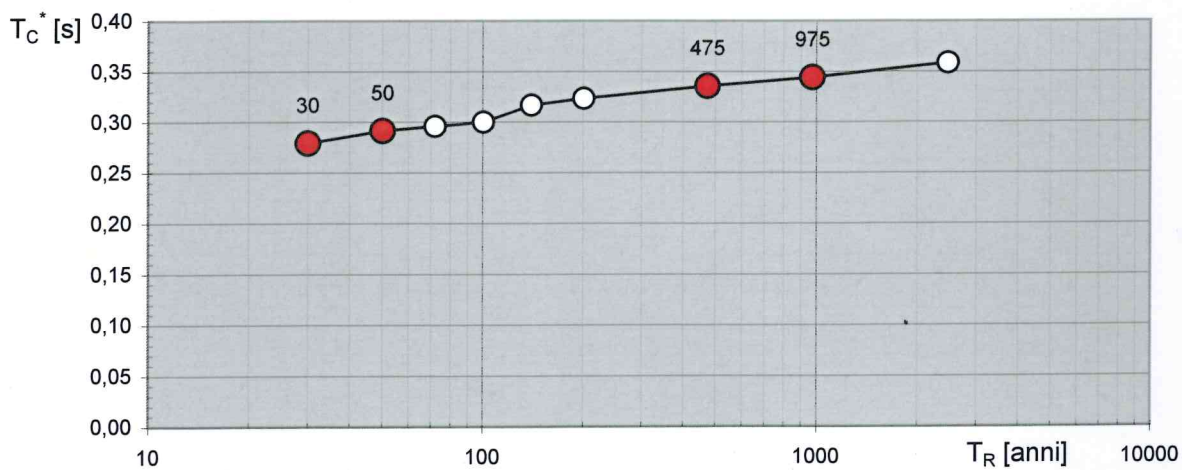
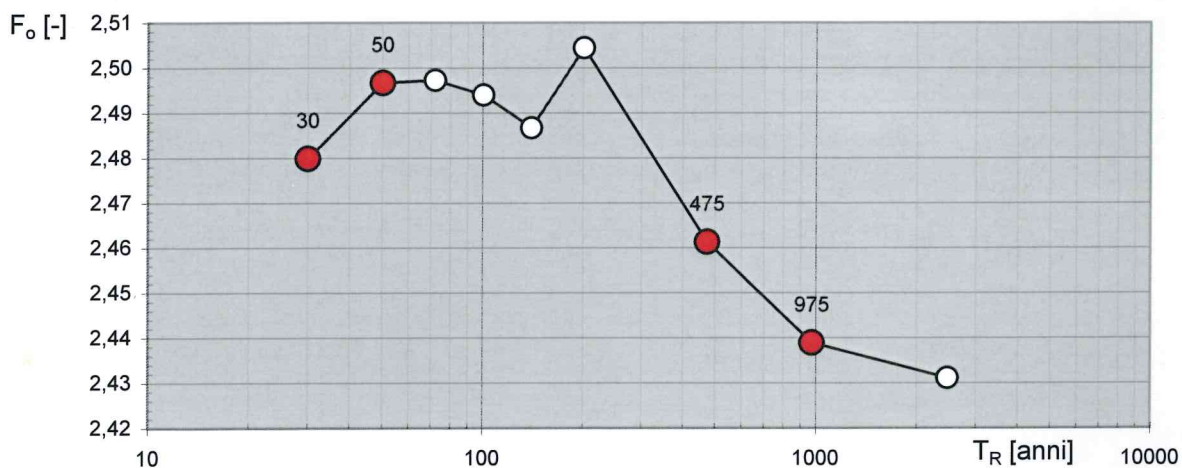
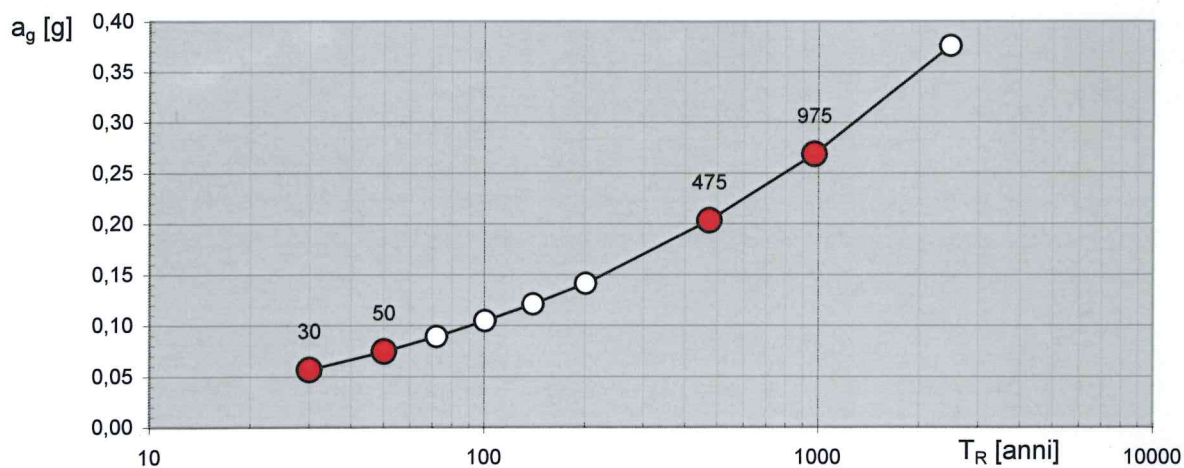
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,056	2,480	0,279
50	0,074	2,497	0,291
72	0,089	2,497	0,296
101	0,104	2,494	0,300
140	0,121	2,487	0,316
201	0,141	2,504	0,323
475	0,203	2,461	0,335
975	0,268	2,439	0,344
2475	0,376	2,431	0,358

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,057	2,480	0,279
SLD	50	0,074	2,497	0,291
SLV	475	0,203	2,461	0,335
SLC	975	0,268	2,439	0,344

5. CARATTERI GEOTECNICI

Le ricerche cartografiche, bibliografiche e i dati raccolti dai rilevamenti visivi diretti, hanno portato alla definizione dei caratteri geotecnici preliminari, del sito di intervento, utili per la formazione litologica interessata dal volume significativo del manufatto.

- 1° orizzonte geotecnico (profondità media: p.c.÷12,00 m)
- 2° orizzonte geotecnico (profondità indicativa: da - 12,00 a -70,00 m)

1° ORIZZONTE

Il primo orizzonte che si incontra, partendo dal piano campagna, è quello costituito da detriti alluvionali, di varie dimensioni, sciolti o in breccie inglobati in una matrice sabbiosa limo-argillosa, con strati di concrezioni calcaree. Sotto l'aspetto geotecnico è da considerarsi di scadente qualità per base di fondazione come si evince dai seguenti parametri associati :

γ	2,0 t/m ³	19,61 KN/m ³	0,002 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	1,5 t/m ²	14,71 KN/m ²	0,15 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	21°÷22°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	30÷50 t/m ²	300÷500 KN/ m ²	3÷5 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica
K	300 t/m ³	2942 KN/m ³	0,3 Kg/cm ³	Coefficiente di Winkler

2° ORIZZONTE

Il secondo orizzonte è costituito da calcareniti, compattate in modo crescente con la profondità. In questo orizzonte può essere presente la falda acquifera. L'analisi dei dati a disposizione porta ai seguenti dati geotecnici:

γ	2,0 t/m ³	19,61 KN/m ³	0,002 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	0÷0,005 t/m ²	0÷0,049 KN/m ²	0÷0,0005 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	26°÷30°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	50÷100 t/m ²	500÷1000 KN/ m ²	5÷10 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica

6. CALCOLI GEOTECNICI

Per i calcoli si è ritenuto utile determinare le tensioni litostatiche alla profondità, stimata, di posa della condotta idrica, per meglio valutare i potenziali cedimenti all'instaurarsi dei nuovi equilibri statici.

La tensione litostatica totale alla profondità prestabilita e data da :

$$\sigma = \sigma' + u = (\gamma \cdot z) + (\gamma_w \cdot z_w)$$

dove:

σ = tensione totale (somma della *tensione efficace* e della *tensione neutra*);

σ' = tensione efficace (determinata dal contatto tra i granuli delle litologie);

u = tensione neutra (determinata dall'acqua interstiziale);

γ = peso unitario di volume della litologia (γ_w = peso unitario di volume acqua);

z = spessore di ogni singolo strato implicato nello scavo (z_w = spessore falda implicata nello scavo).

Profondità media dello scavo (m)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Livello della falda dal p.c. (m)	Pressione neutra (kN/m ²)	Tensione efficace (kN/m ²)	Tensione totale (kN/m ²)
Detriti alluvionali 1,5	19,61	---	0	29,41	29,41

7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Lo studio geologico eseguito sul tracciato denominato “*Estendimento I*” ha fornito dati ed informazioni che hanno portato alle seguenti stime e conclusioni :

1. verificare, attraverso sopralluoghi, la mancanza di interazioni negative del progetto sulla stabilità geomorfologia del luogo;
2. le litologie affioranti non presentano deformazioni e/o fratture che interferiscono con il tracciato in progetto, si esclude pertanto la possibilità di contatti tettonici superficiali;
3. considerata la sismicità dell'area si è accertare la giusta profondità della falda freatica, in quanto utile valutazione per ponderare il potenziale fenomeno di liquefazione;
4. constatare l'assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (*geositi*) da salvaguardare in prossimità dell'area di studio.

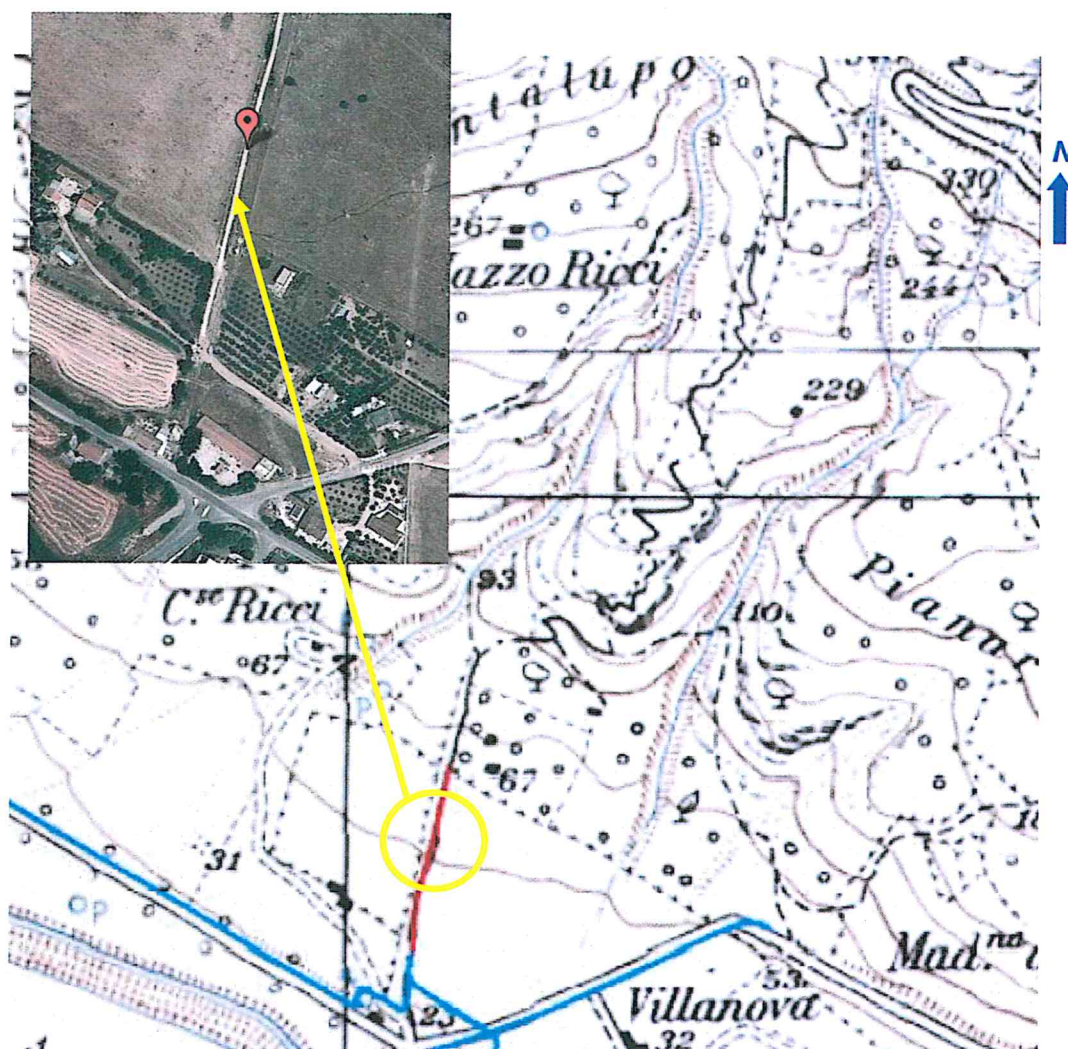
ESTENDIMENTO 2A

Comune: Rignano Garganico

Località: a Nord di “*Villanova*”

SCHEDA TOPOGRAFICA
ESTENDIMENTO 2 – SETTORE A

Comuni	<i>Rignano Garganico (FG)</i>
Località	A Nord di "Villanova"
Coordinate sito di progetto	WGS84: 41.660537 - 15.588934
Supporto cartografico	identificazione: F164 IV NE I.G.M.
	denominazione: I.G.M. "Monte Granata"
	scala: 1:25.000
Quota s.l.m.	Max: 67 m - min: 31 m
Informazioni sulla rete viaria	SP28 direzione E-W a sud del sito
Presenza di attività antropiche	Area agricola



= ubicazione coordinate sito di progetto -  = ubicazione puntuale coordinate WGS84

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il sito presenta caratteristiche geolitologiche simili all'estendimento n.1 e pertanto, in diversi punti, viene dettagliato analogamente al precedente.

La zona in esame è ubicata sulla parte alta della pianura del Tavoliere; essa è delimitata a sud dal torrente Candelaro, che si presenta regimentato al fine di essere sfruttato per la bonifica costiera, e a nord dal promontorio garganico. L'area si presenta pianeggiante con una blanda pendenza verso S-SO che segue le gradonature tettoniche, mesozoiche, sottostanti. L'acquedotto in progetto si svilupperà da una quota di 67 m fino ad una quota di 31 m s.l.m.

L'area di studio ricade su un copertura di detriti alluvionali recenti che vanno a costituire una sovrapposizione di due conoidi di deiezione attive. Il tracciato si svilupperà longitudinalmente sulla parte mediana della sovrapposizione delle due conoidi uscenti dalle due valli sub-parallele poste a nord, su detriti, di varie dimensioni, sciolti e brecce inglobate in una matrice sabbiosa, limo-argillosa, spesso indurita da concrezioni calcaree in strati più o meno sottili che danno una maggiore compattezza alla litologia. Le conoidi raccordano la scarpata meridionale del promontorio garganico alla vasta pianura del Tavoliere. Nella parte più alta del tracciato si riscontrano detriti di falda provenienti dal versante posto immediatamente a nord; in questa area, inoltre, è possibile incontrare affioramenti rocciosi della formazione calcarea sottostante senza intercettare le calcareniti sovrastanti.

Nella parte più meridionale del settore individuato, i depositi di copertura poggiano molto probabilmente sulle calcareniti, ovvero calcari sabbiosi giallastri più o meno stratificati, essenzialmente teneri e poco compatti, di età inquadrabile nel Miocene medio. La potenza di questa formazione, spesso contenente la falda più superficiale, non è ben definibile.

Al di sotto delle calcareniti, infine, insiste il bed rock calcareo gradonato verso sud dalle faglie.

Il substrato roccioso è costituito da calcari microcristallini di colore grigio scuri o rosati e strutturalmente disposti in strati o grossi banchi.

Questa formazione è ascrivibile al Giurassico superiore.

In prossimità del sito sono presenti 3 pozzi ufficialmente censiti ma non stati rilevati dati relativi alla falda.

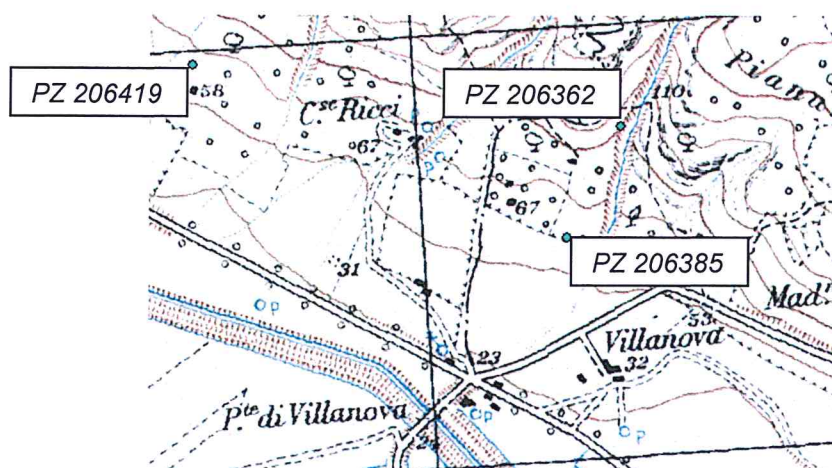


Fig. 7 – stralcio topografico con pozzi rilevati

2. RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TECNICO

Si esegue la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni di terra rappresentativi, prelevati in situ, con il criterio di seguito illustrato in tabella.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cm ²)
Terreno	S1	molto tenero	facile rottura	< 10
	S2	tenero	si rompe con le dita a forte pressione	> 10
	S3	compatto	si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone	> 20
	S4	duro	non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone	> 40
	S5	molto duro	Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico	> 70

(P. Colosimo et al. – 1982)



Fig. 8 – foto aerea del sito con l'estendimento 2A.



Fig. 9 – foto del sopralluogo.

3. MODELLO GEOLOGICO

Da ricerche e osservazioni effettuate in zona e su affioramenti limitrofi sono stati rilevati dati che hanno permesso di definire tre litologie, ovvero, dall'alto verso il basso, brecce e sabbie argillose, calcareniti e calcari. Mediante le informazioni acquisite si possono stimare, approssimativamente, i limiti di interfaccia tra i tre orizzonti stratigrafici.

Il **primo orizzonte** (spessore indicativo lungo il tracciato, da nord verso sud: da 20,00 m a 10 m) è formato da detriti alluvionali, di varie dimensioni, sciolti o compattati in brecce inglobate in una matrice sabbiosa limo-argillosa spesso indurita da concrezioni calcaree in strati più o meno sottili.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Alluvioni recenti – Conoide di deiezione"</i>
colore	<i>marrone-giallastre</i>
litologia	<i>brecce – terre scure - sabbie argillose</i>
eta'	<i>Olocene (0,011 m.a.)</i>
potenza	<i>10-40 m</i>

Il **secondo orizzonte** (spessore medio indicativo: 50,00 m) è costituito da calcari sabbiosi stratificati noti col termine locale di "tufo calcareo" ma scientificamente definiti calcareniti. Possibile presenza della falda freatica a circa 40÷50 m dal p.c.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari a briozoi"</i>
colore	<i>giallastri</i>
litologia	<i>calcareniti</i>
eta'	<i>Miocene medio (16 m.a.)</i>
potenza	<i>60-70 m</i>
fossili	<i>Macrofauna : Gasteropodi – Lamellibranchi (Ostrea, Pecten)</i>
	<i>Microfauna : Lithothamnium, Elphidium e Briozoi</i>
STRATIMETRIA	
stratificazione	<i>irregolare</i>
copertura	<i>depositi alluvionali</i>

Il **terzo orizzonte** (spessore medio indicativo: 300,00 m) è composto da due litotipi variamente intercalati tra loro; ovvero: calcari micritici compatti e a frattura concoide stratificati con strati che vanno da pochi decimetri fino a 3 m e dolomie brune macro e mesocristalline a frattura scabra a volte discretamente stratificate. La presenza di dolomie primarie depone a favore di una facies sedimentaria di acque basse, sovrassature, tipiche di zona di retroscogliera.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari di Monte La Serra"</i>
colore	<i>grigio/avana (Calcari) – grigio/brune (Dolomie)</i>
litologia	<i>Calcari micritici e Dolomie cristalline</i>
eta'	<i>Malm-Cretacico inferiore (130 m.a.)</i>
potenza indicativa	<i>250-400 m</i>
fossili	<i>Microfauna : Diceratidi e Nerinee</i>

4. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO

L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** (a_g compresa tra 0,15 e 0,25 g) della classificazione definita dall'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dall'OPCM 3519 del 28.04.2006.

Secondo le attuali N.T.C. 08, per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

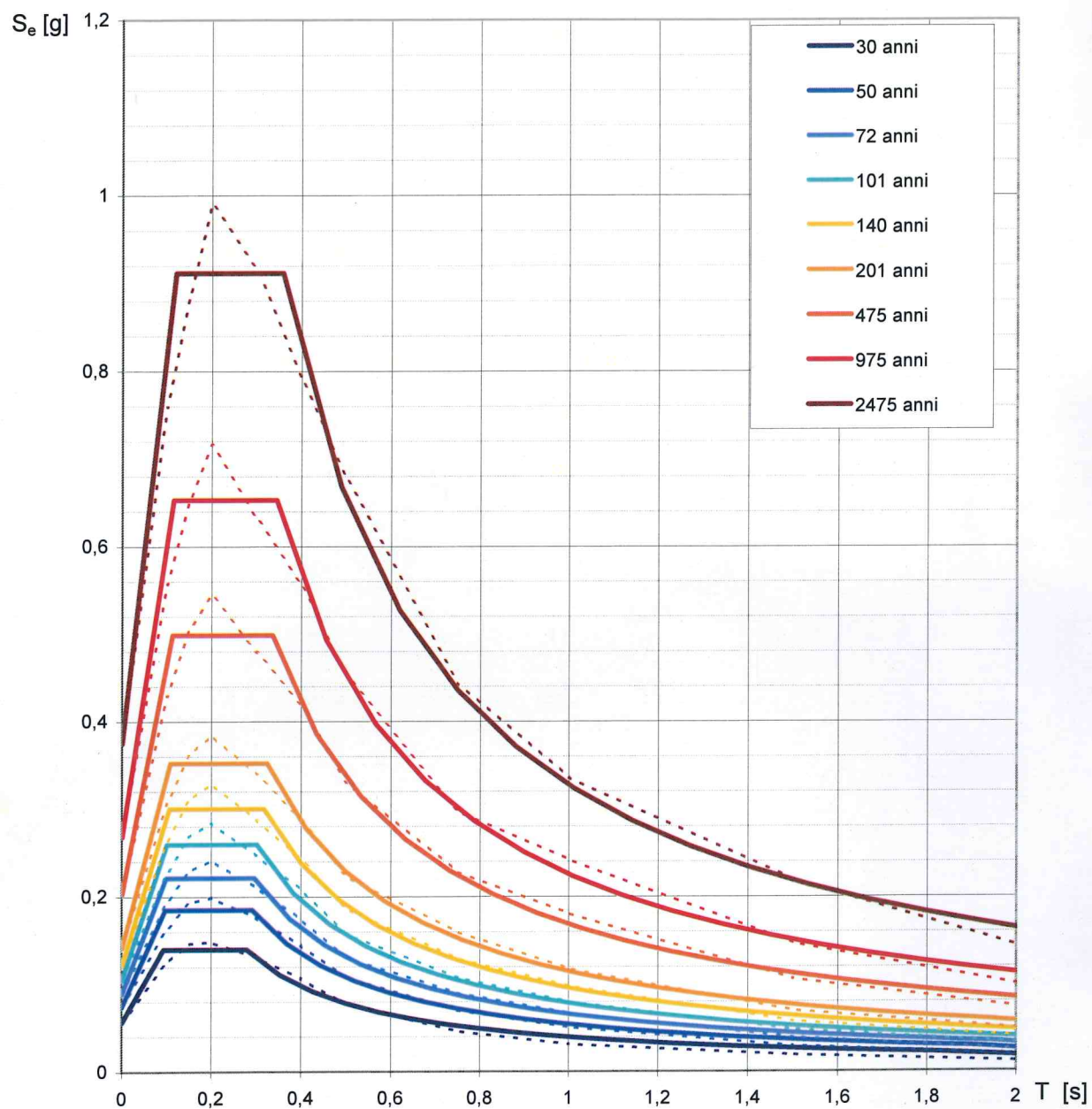
Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3, e alla Tab. 3.2.II delle N.T.C. 2008.

Nella zona di studio sono presenti litologie sabbiose limo-argillose e ghiaie, che possono essere annoverate alla categoria di suolo **E**, ovvero “*depositi di terreni a grana grossa o a grana fina mediamente addensati con spessori non superiori a 20 m*”.

Il sito di progetto ricade in zona sismica essendo in prossimità di struttura sismogenetica (*faglia di Mattinata*).

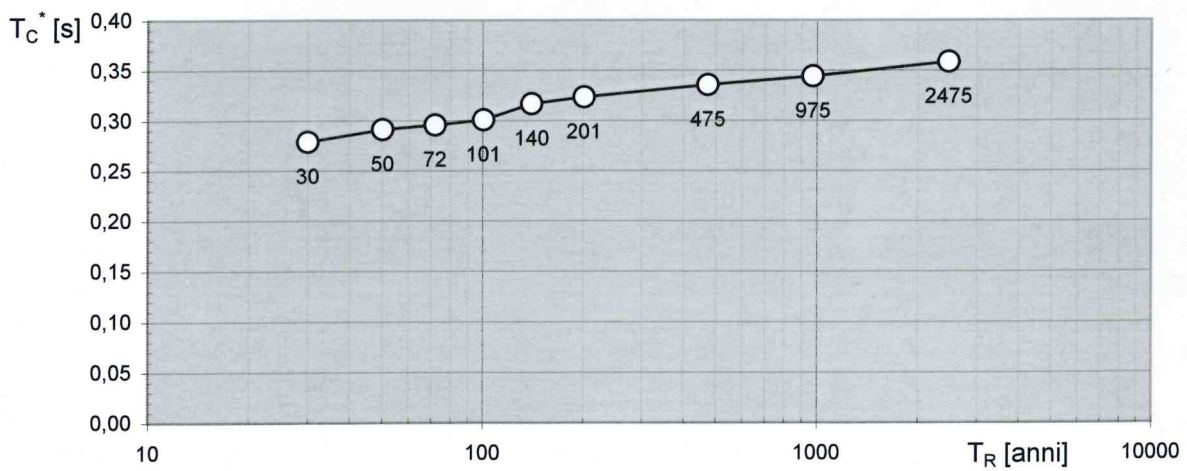
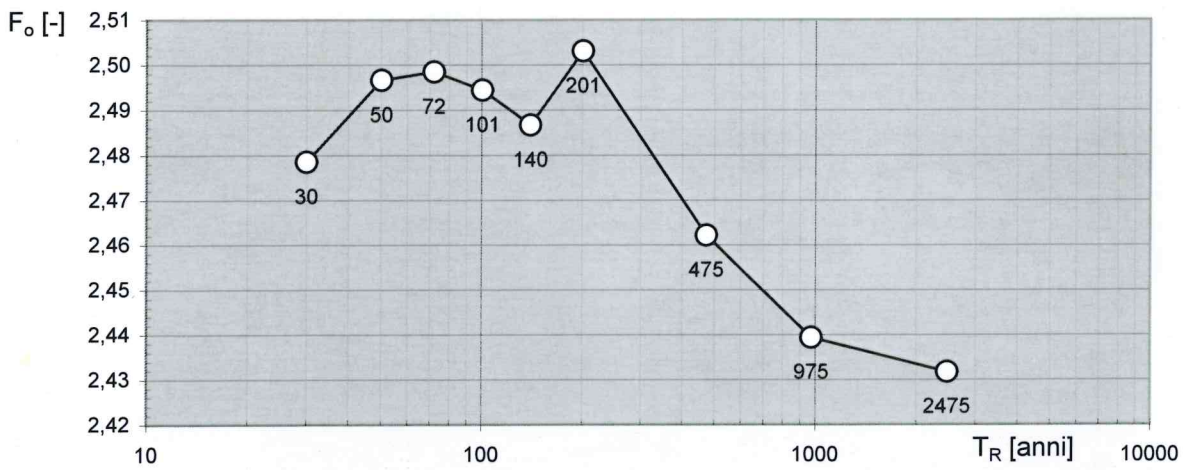
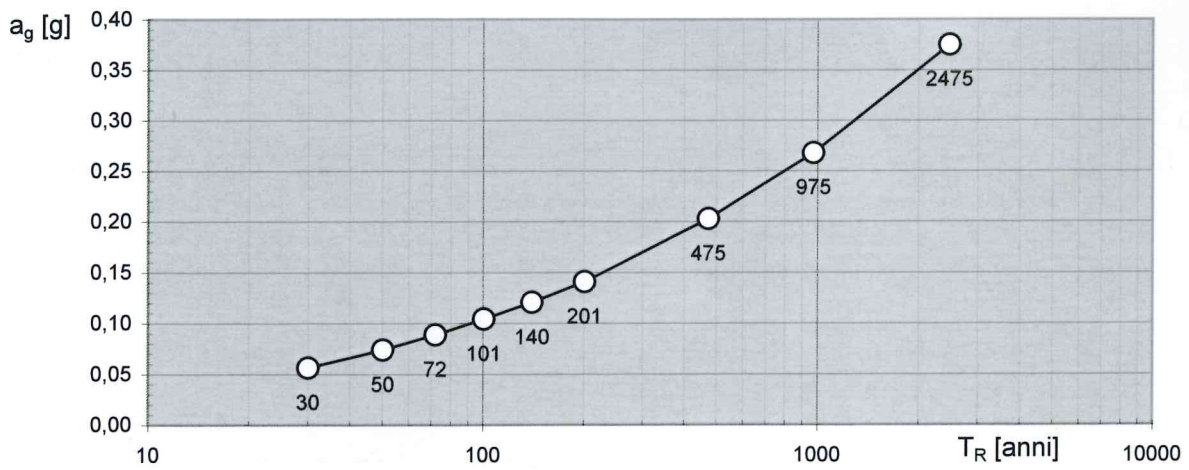
Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)		
Nomenclatura	Definizione	Valore/tipo
	Categoria di suolo	E
V_{S30}	Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità	>800 m/s
---	Categoria topografica	T1
---	Classe d'uso della costruzione	I
C_U	Coefficiente d'uso	0.7
V_N	Vita nominale della costruzione	50 anni
V_R	Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U$	35 anni
---	Zona sismica	2
---	Pericolosità sismica	Media

E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.



NOTA:

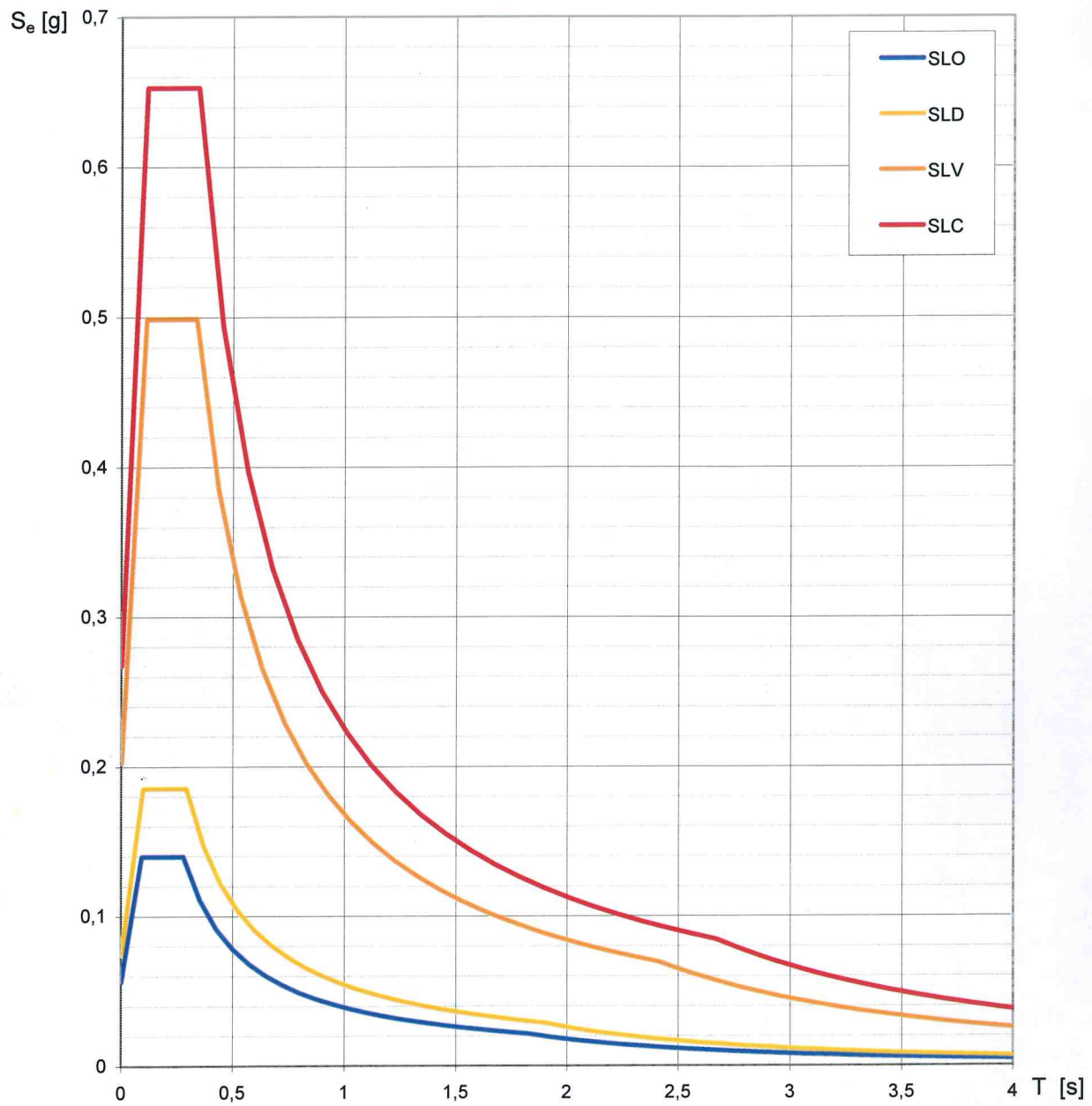
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



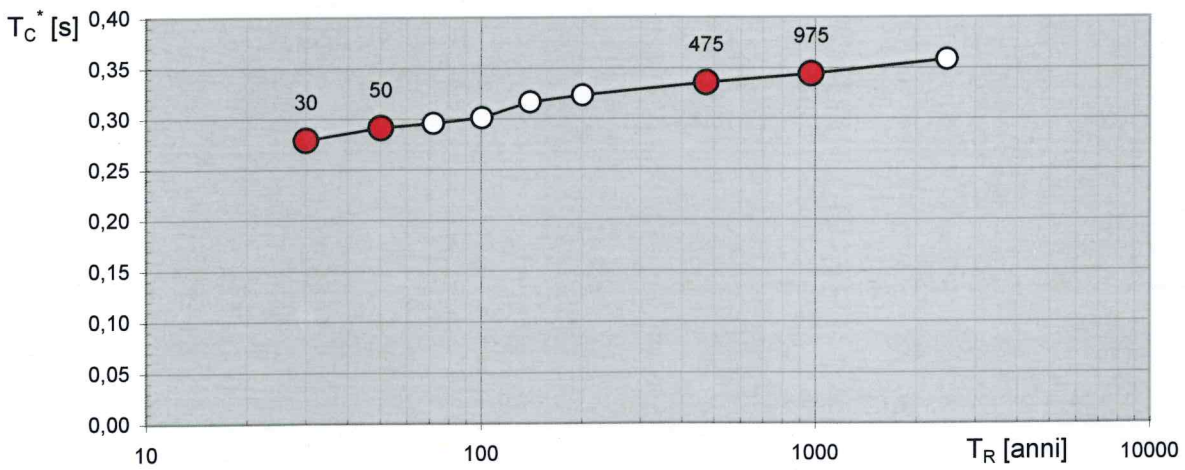
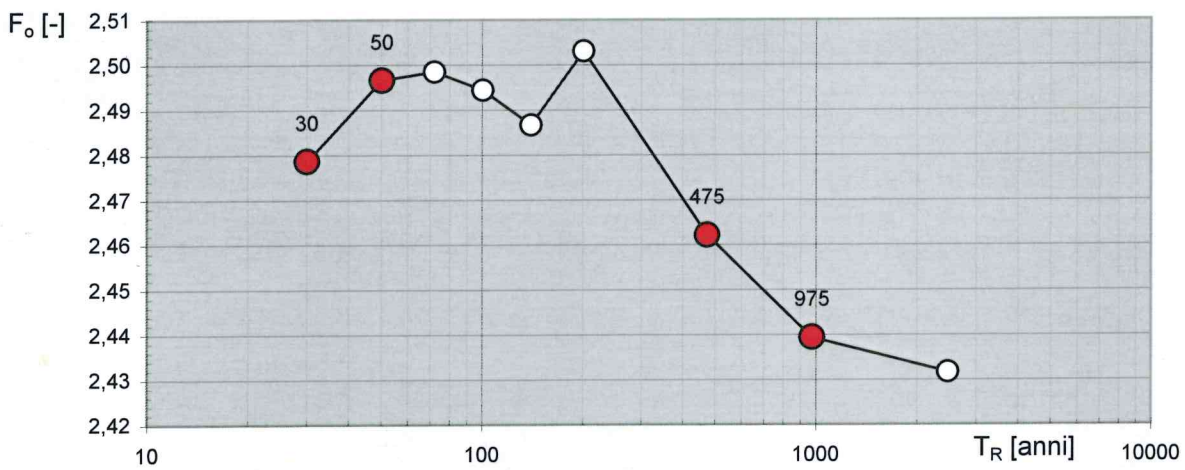
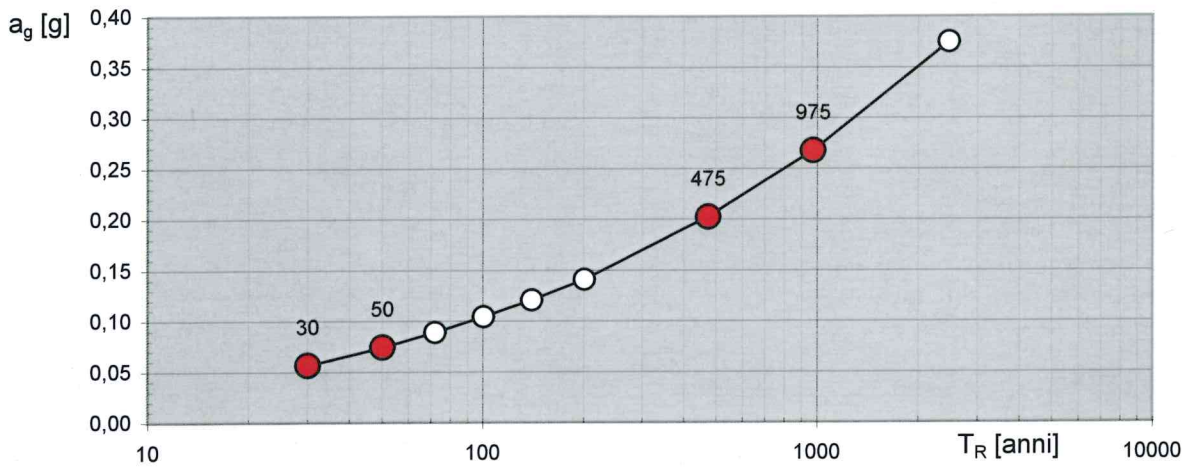
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,056	2,478	0,279
50	0,074	2,497	0,291
72	0,088	2,498	0,296
101	0,104	2,494	0,301
140	0,120	2,487	0,316
201	0,141	2,503	0,323
475	0,202	2,462	0,335
975	0,267	2,439	0,344
2475	0,375	2,432	0,358

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,056	2,479	0,279
SLD	50	0,074	2,497	0,291
SLV	475	0,202	2,462	0,335
SLC	975	0,267	2,439	0,344

5. CARATTERI GEOTECNICI

Le ricerche cartografiche, bibliografiche e i dati raccolti dai rilevamenti, hanno portato alla definizione dei caratteri geotecnici preliminari, del sito di intervento, utili per la formazione di un modello geotecnico così schematizzato.

- 1° orizzonte geotecnico (profondità media: p.c.÷15,00 m)
- 2° orizzonte geotecnico (profondità indicativa: da - 15,00 a -70,00 m)

1° ORIZZONTE

Il primo orizzonte che si incontra, partendo dal piano campagna, è quello costituito da detriti alluvionali, di varie dimensioni, sciolti o in brecce inglobati in una matrice sabbiosa limo-argillosa, con strati di concrezioni calcaree. Sotto l'aspetto geotecnico è da considerarsi di scadente qualità per base di fondazione come si evince dai seguenti parametri associati :

γ	2,1 t/m ³	20,59 KN/m ³	0,0021 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	1,5 t/m ²	14,71 KN/m ²	0,15 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	21°÷22°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	30÷50 t/m ²	300÷500 KN/ m ²	3÷5 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica
K	300 t/m ³	2942 KN/m ³	0,3 Kg/cm ³	Coefficiente di Winkler

2° ORIZZONTE

Il secondo orizzonte è costituito da calcareniti, compattate in modo crescente con la profondità. In questo orizzonte può essere presente la falda acquifera. L'analisi dei dati a disposizione porta ai seguenti dati geotecnici:

γ	2,0 t/m ³	19,61 KN/m ³	0,002 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	0÷0,005 t/m ²	0÷0,049 KN/m ²	0÷0,0005 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	26°÷30°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	50÷100 t/m ²	500÷1000 KN/ m ²	5÷10 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica

6. CALCOLI GEOTECNICI

Per i calcoli si è ritenuto utile determinare le tensioni litostatiche alla profondità massima di posa della condotta idrica, per meglio valutare i potenziali cedimenti all'instaurarsi dei nuovi equilibri statici.

Profondità media dello scavo (m)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Livello della falda dal p.c. (m)	Pressione neutra (kN/m ²)	Tensione efficace (kN/m ²)	Tensione totale (kN/m ²)
Detriti alluvionali 1,5	20,59	---	0	30,88	30,88

6. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Lo studio geologico eseguito sul tracciato denominato "Estendimento 2A" ha fornito dati ed informazioni che hanno portato alle seguenti stime e conclusioni :

1. verificare, attraverso sopralluoghi, la mancanza di interazioni negative del progetto sulla stabilità geomorfologia del luogo;
2. le litologie affioranti non presentano deformazioni e/o fratture che interferiscono con il tracciato in progetto, si esclude pertanto la possibilità di contatti tettonici superficiali;
3. caratterizzare il sito sotto l'aspetto sismico in quanto vicino ad un lineamento sismogenetico (*faglia di Mattinata*) attivo;
4. constatare l'assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (geositi) da salvaguardare in prossimità dell'area di studio.

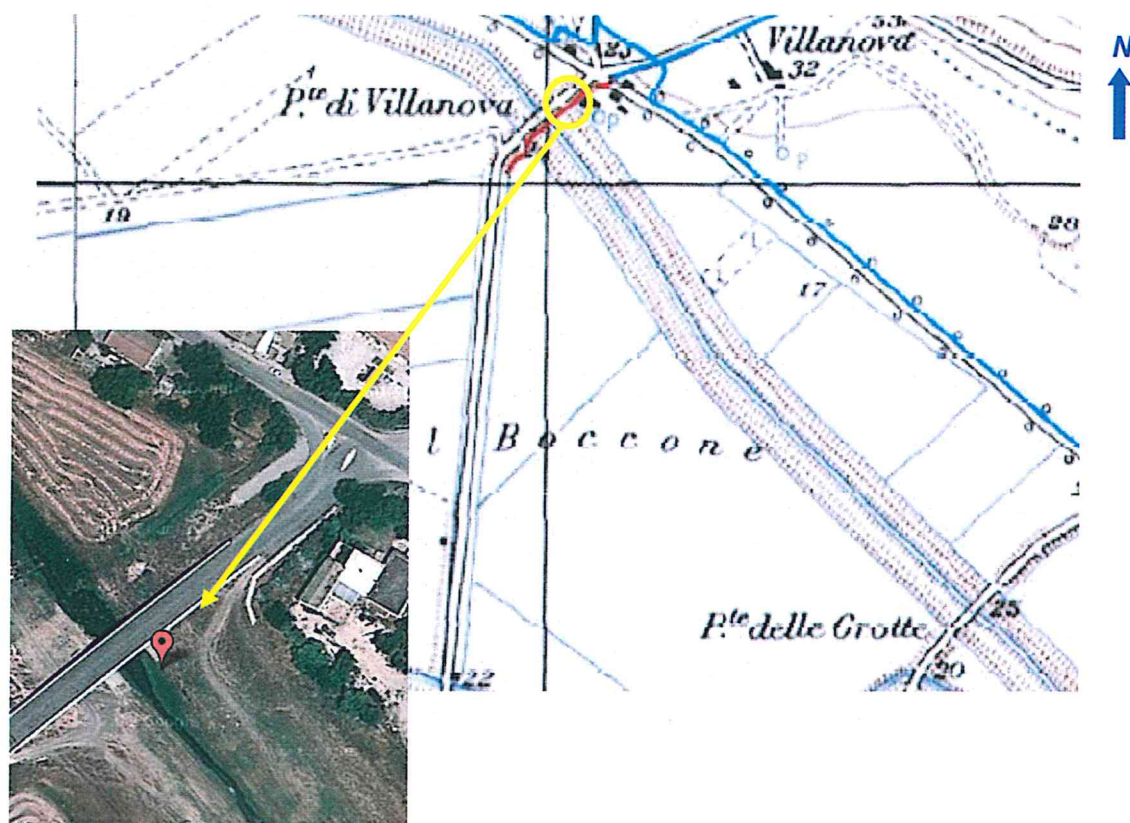
ESTENDIMENTO 2B

Comune: Rignano Garganico

Località: a Sud di “*Villanova*”

SCHEDA TOPOGRAFICA
ESTENDIMENTO 2 - SETTORE B

Comuni	<i>Rignano Garganico (FG)</i>
Località	<i>A Sud di "Villanova"</i>
Coordinate sito di progetto	WGS84: 41.657507 - 15.587786
Supporto cartografico	identificazione: F164 IV NE I.G.M.
	denominazione: I.G.M. "Monte Granata"
	scala: 1:25.000
Quota s.l.m.	20 m
Informazioni sulla rete viaria	<i>SP28 direzione E-W a nord del sito</i>
Presenza di attività antropiche	Area agricola



○ = ubicazione coordinate sito di progetto -  = ubicazione puntuale coordinate WGS84

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il tracciato dell' estendimento 2B interseca ed attraversa l'alveo del Candelaro, esso, qui intercetta un'area costituita da depositi alluvionali di età recente ascrivibile al tardo Olocene ed ivi collocati dalla dinamica fluviale. Questi depositi vanno a costituire nell'insieme una copertura quasi continua, più ampia a sud, lungo ambo i lati dell'asta fluviale del torrente Candelaro e ne costituiscono il gradino più recente di una deposizione terrazzata meglio evidente a maggiore distanza dalle sponde del torrente.

La copertura alluvionale è costituita in prevalenza da sedimenti composti da sabbia-argillosa ed in minor parte da limo e ciottoli, con presenza di terre nere, più ricche in materia organica, nella parte sommitale in cui si rinvencono frequenti incrostazioni e concrezioni calcaree.

Al di sotto dei depositi alluvionali insistono le calcareniti ovvero calcari sabbiosi giallastri stratificati, molto teneri ma più compatti con la profondità, di età associabile al Miocene medio. Lo spessore di questa formazione, spesso contenente le falde lenticolari più superficiali, può raggiungere in alcuni punti i 150 m ma in zona si stima una potenza non superiore a 100 m.

Anche qui le calcareniti poggiano sul bed-rock calcareo tettonizzato della formazione dei calcari di *Monte La Serra*.

La soggiacenza della falda nella zona dell'alveo fluviale è palesemente ubicata in prossimità del p.c. almeno nelle stagioni favorevoli.

Per quanto concerne l'analisi idrologica del torrente Candelaro si può affermare che si presenta con un regime torrentizio fortemente legato agli andamenti stagionali con punte di portata di circa 3 m³/sec nelle stagioni piovose.

2. RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TECNICO

Si esegue la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni di terra prelevati in situ, con il criterio di seguito illustrato in tabella.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cm ²)
Terreno	S1	molto tenero	facile rottura	< 10
	S2	tenero	si rompe con le dita a forte pressione	> 10
	S3	compatto	si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone	> 20
	S4	duro	non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone	> 40
	S5	molto duro	Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico	> 70

(P. Colosimo et al. – 1982)



Fig. 10 – foto aerea dell'attraversamento



Fig. 11 - Foto attraversamento torrente Candelaro visto da sud.



Fig. 12 - Foto torrente Candelaro visto da ovest.



Fig.13 – Caratteri litologici del sito

3. MODELLO GEOLOGICO

Dalle indagini effettuate sono stati rilevati dati che hanno permesso di definire tre strati differenziabili per diversa consolidazione e/o per caratteri litologici, ovvero, dall'alto verso il basso, sabbie-argillose poco compatte di copertura, sabbie-limose più consolidate e calcareniti. Mediante le informazioni acquisite si possono stimare, approssimativamente, i limiti di interfaccia tra i depositi e fare una distinzione stratigrafico-strutturale tra i tre orizzonti stratigrafici.

Il **primo orizzonte** (spessore indicativo: 1,50 m) contiene terreno vegetale e alluvioni terrazzate quaternarie formate da terreni di copertura poco consolidati di natura sabbiosa-argillosa, subordinatamente limosa e ghiaiosa.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"depositi alluvionali"</i>
colore	<i>marrone-giallastre</i>
litologia	<i>sabbie argillose debolmente limose e ghiaiose</i>
densita'	<i>sciolta</i>
eta'	<i>Olocene (0,011 m.a.)</i>
potenza	<i>1÷1,5 m</i>

Il **secondo orizzonte** (spessore indicativo: 8,50 m) è costituito da sabbia con limo debolmente argillosa e ghiaiosa. Possono rinvenirsi sottili stratificazioni di incrostazioni calcaree e/o evaporitiche.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"alluvioni terrazzate"</i>
colore	<i>marrone-giallastre</i>
litologia	<i>sabbie limose debolmente argillose e ghiaiose</i>
densita'	<i>compatta</i>
eta'	<i>Olocene (0,011 m.a.)</i>
potenza	<i>10÷20 m</i>

Il **terzo orizzonte** (spessore indicativo: da – 8,50 a – 100,00 m) è formato da calcareniti mioceniche più o meno stratificate. Possibile presenza della falda freatica a circa 10÷30 m dal p.c.

3. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO

L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** (a_g compresa tra 0,15 e 0,25 g) della classificazione definita dall'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dall'OPCM 3519 del 28.04.2006.

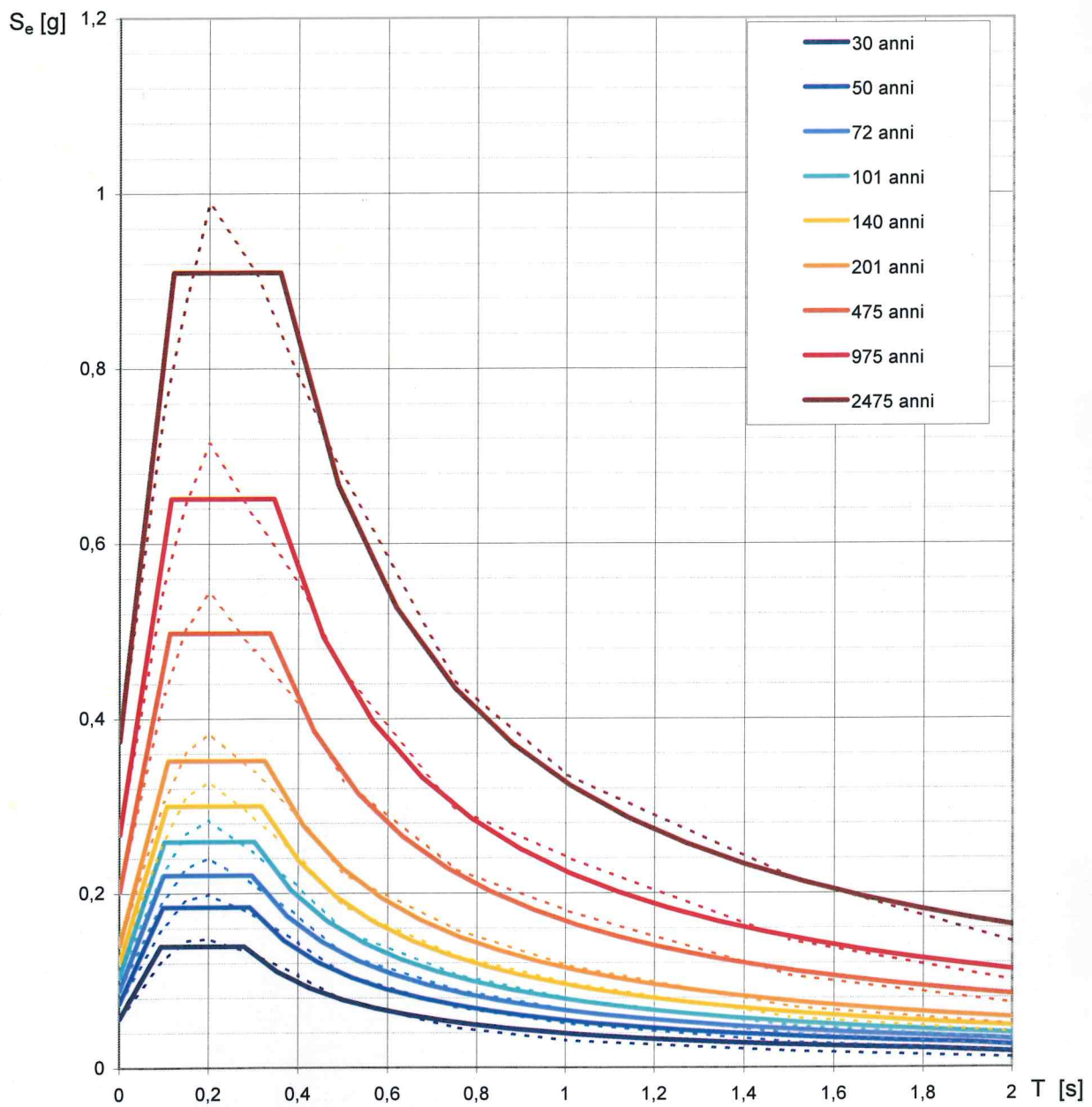
Per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3, e paragrafo 6.2.2 capitolo 6 delle N.T.C. 2008. Quindi considerato il manufatto di modesta rilevanza, nonchè ricadente in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, la caratterizzazione del sito è basata sull'esperienza e sulle conoscenze già disponibili come da paragrafo 6.2.2 cap. 6 N.T.C. 2008 – D.M. 14.01.2008

In base al modello geologico elaborato il sito rientra nella categoria di **suolo C** che nella specifica normativa viene così definito: *“depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)”*.

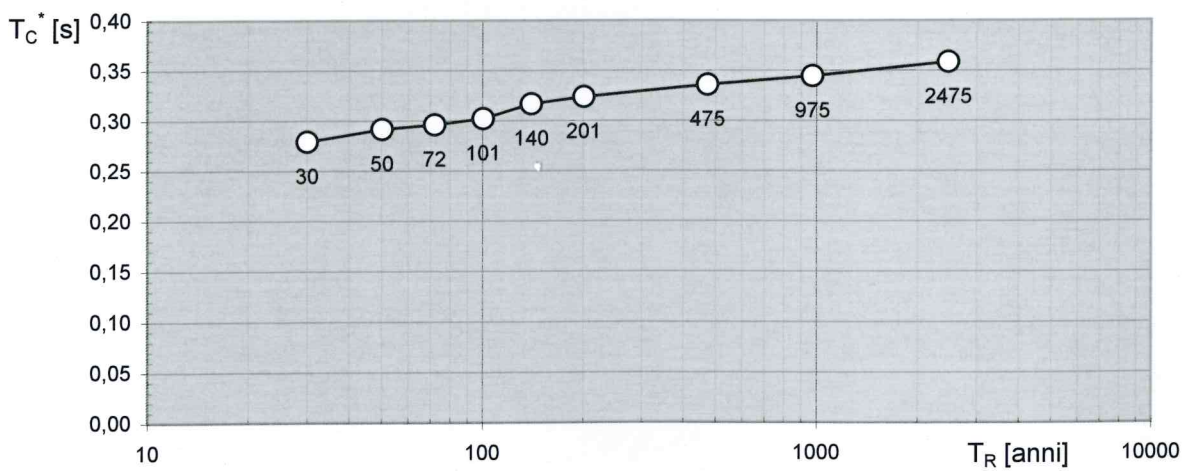
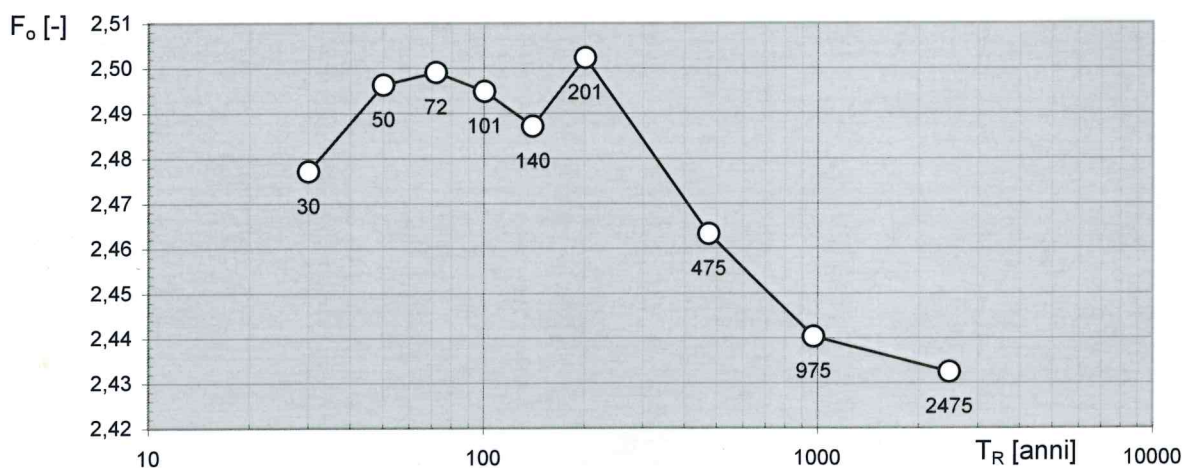
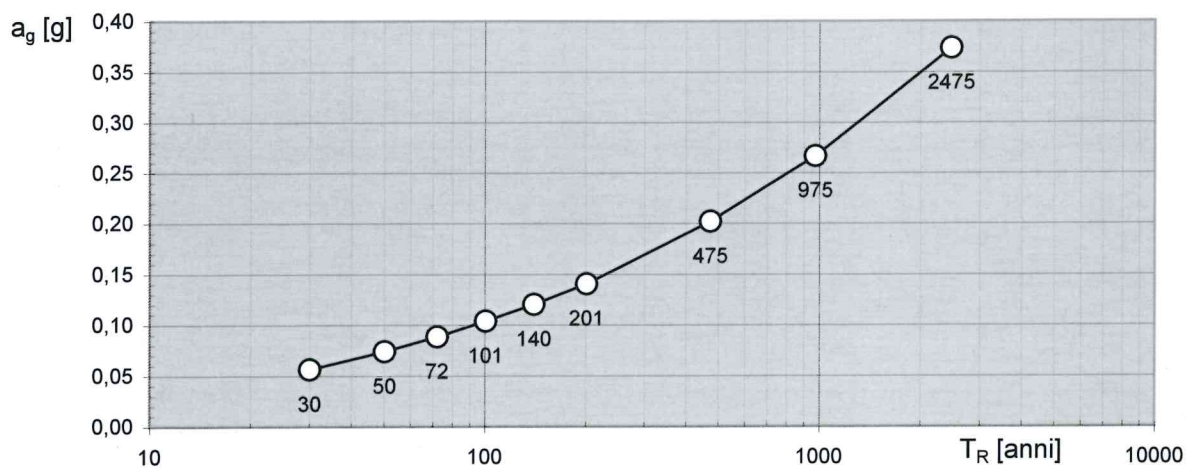
Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)		
Nomenclatura	Definizione	Valore/tipo
	Categoria di suolo	C
V_{S30}	Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità	$>180 < 360$ m/s
---	Categoria topografica	T1
---	Classe d'uso della costruzione	I
C_U	Coefficiente d'uso	0.7
V_N	Vita nominale della costruzione	50 anni
V_R	Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U$	35 anni
---	Zona sismica	2
---	Pericolosità sismica	Media

E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.



NOTA:

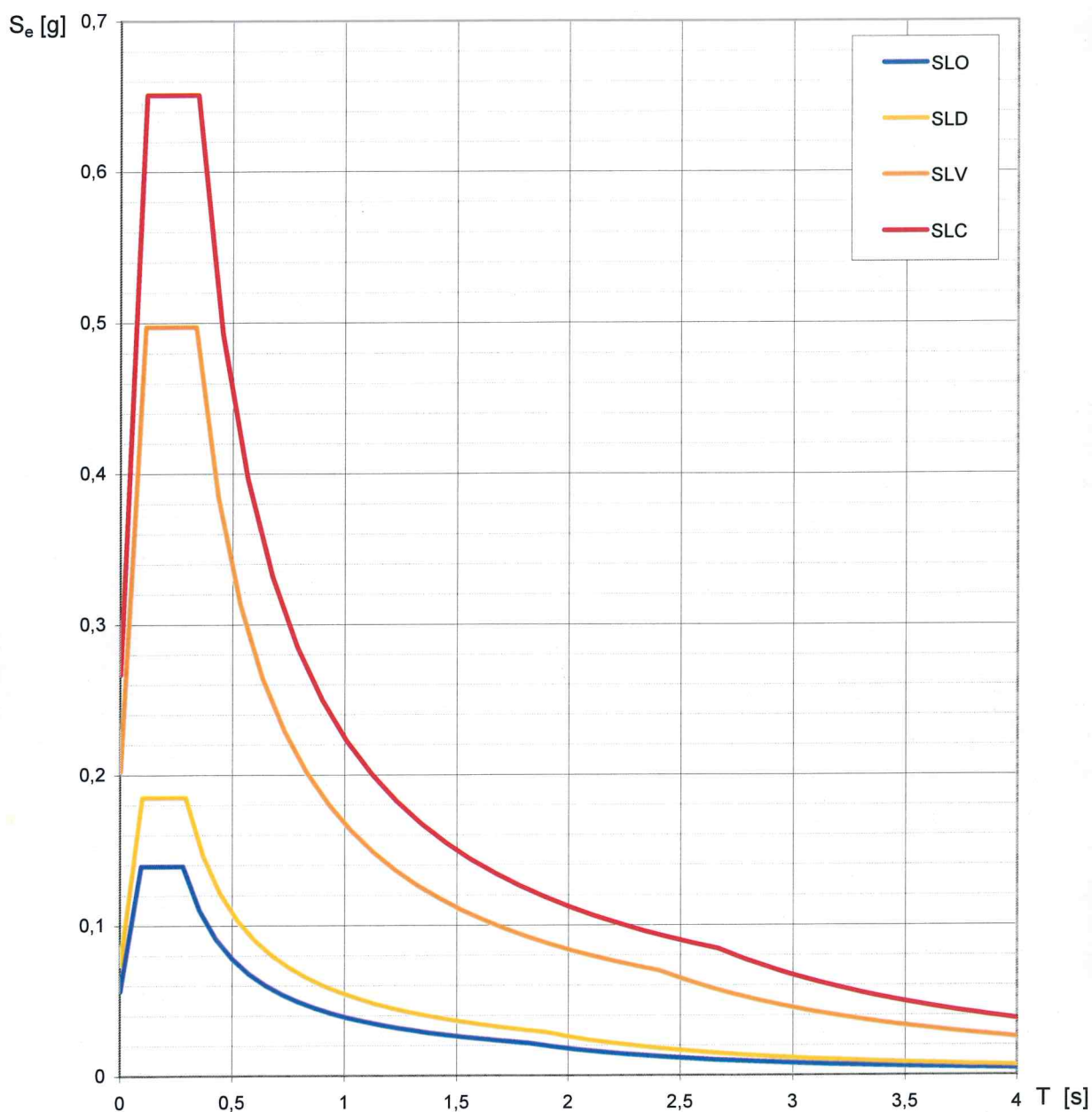
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



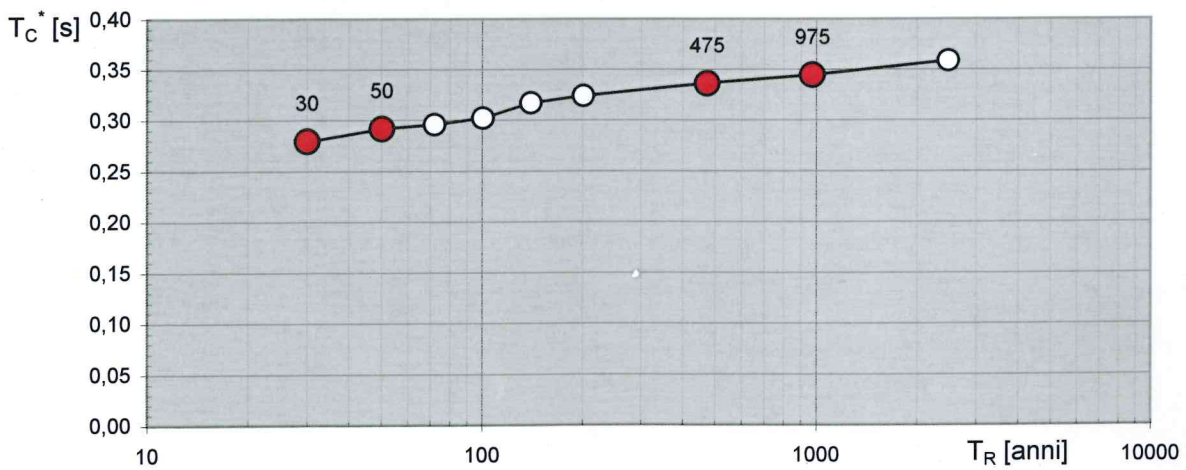
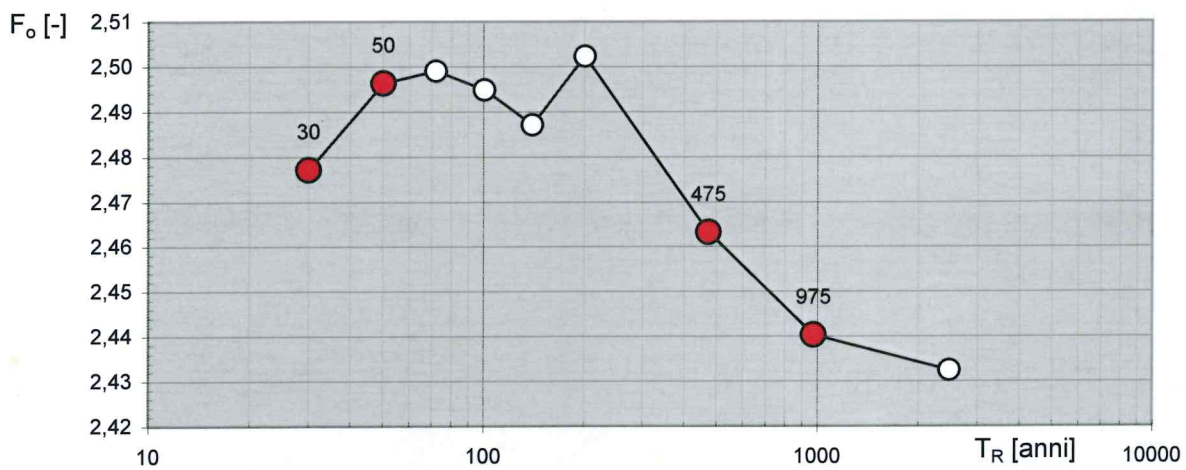
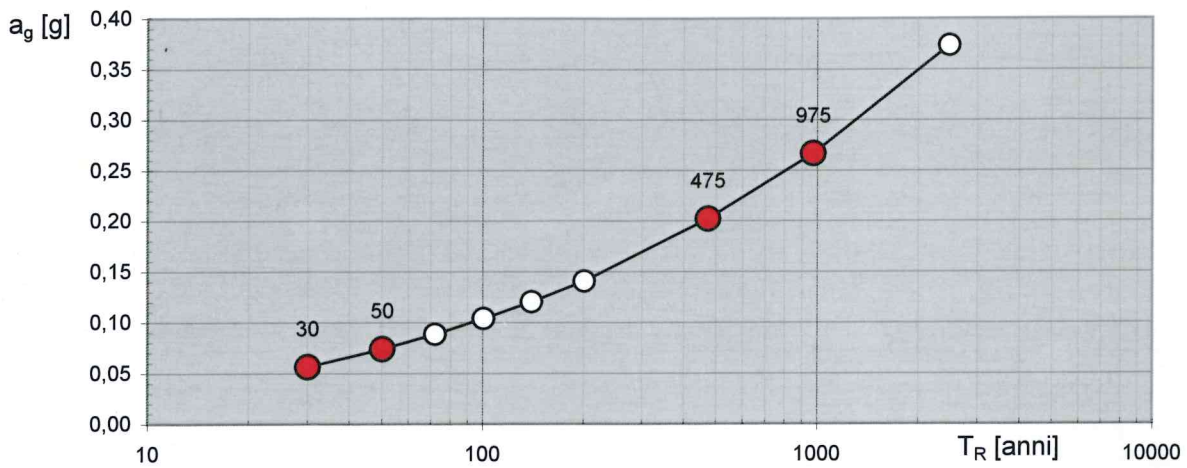
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,056	2,477	0,279
50	0,074	2,496	0,291
72	0,088	2,499	0,296
101	0,104	2,495	0,302
140	0,120	2,487	0,317
201	0,140	2,502	0,324
475	0,202	2,463	0,336
975	0,267	2,440	0,344
2475	0,374	2,432	0,358

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,056	2,477	0,279
SLD	50	0,074	2,496	0,291
SLV	475	0,202	2,463	0,336
SLC	975	0,267	2,440	0,344

5. CARATTERI GEOTECNICI

I dati raccolti hanno portato alla definizione dei caratteri geotecnici delle litologie incontrate nell'esame verticale dell'area. Vengono descritti i primi 2 orizzonti considerata la modesta entità dello scavo previsto in progetto

- 1° orizzonte geotecnico (profondità media: p.c.÷10,00 m)
- 2° orizzonte geotecnico (profondità indicativa: da - 10,00 a -90,00 m)

1° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il primo orizzonte (include i primi 2 orizzonti stratigrafici) che si incontra, partendo dal piano campagna, è quello costituito da sabbie- argillose-limose con presenza di ghiaia. Considerando, precedenti analisi di laboratorio svolte in aree limitrofe, la percentuale della frazione fine (limo ed argilla) è superiore al 35 % ovvero 54,80%, pertanto la litologia si può definire coesiva. Sotto l'aspetto geotecnico è da considerarsi di modesta qualità per base di fondazione come si evince dai seguenti parametri associati :

γ	1,9 t/m ³	18,63 KN/m ³	0,0019 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	2,5 t/m ²	24,51 KN/m ²	0,25 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	23°	=====	=====	Angolo di attrito interno
K	350 t/m ³	3432 KN/m ³	0,35 Kg/cm ³	Coefficiente di Winkler

2° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il secondo orizzonte è costituito da calcareniti, compattate in modo crescente con la profondità. In questo orizzonte può essere presente la falda acquifera. L'analisi dei dati bibliografici a disposizione porta ai seguenti dati geotecnici:

γ	2,0 t/m ³	19,61 KN/m ³	0,002 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	0÷0,005 t/m ²	0÷0,049 KN/m ²	0÷0,0005 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	26°÷30°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	50÷100 t/m ²	500÷1000 KN/ m ²	5÷10 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica

6. CALCOLI GEOTECNICI

Per i calcoli si determina la tensione litostatica naturale, alla profondità prevista dagli scavi di progetto per la posa della condotta idrica.

Profondità media dello scavo (m)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Livello della falda dal p.c. (m)	Pressione neutra (kN/m ²)	Tensione efficace (kN/m ²)	Tensione totale (kN/m ²)
Detriti alluvionali 1,5	18,63	---	0	27,94	27,94

Considerate le condizioni idrogeologiche del sito viene, in questo paragrafo, effettuata la verifica alla liquefazione. Il fenomeno della liquefazione interessa i depositi sabbiosi saturi, o che possano divenire tali per risalita della falda in condizioni dinamiche (sotto sisma), anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa. Questi depositi durante ed immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico, subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio.

Pur considerando la soggiacenza della falda, in loco, ad una profondità dal p.c. ritenuta abbastanza sicura è interessante considerare una verifica alla liquefazione per il tipo di deposito.

Segue una valutazione speditiva del rischio alla liquefazione, in condizioni dinamiche, dei terreni implicati con il metodo noto come “*Criterio Cinese*” del *Chinese National Code of Aseismics Design for Buildings*. Il metodo prevede la soluzione della seguente equazione:

$$N_{cr} = N_o [0,9 + 0,1 (ds - dw)] (3/pc)^{0,5}$$

Nel dettaglio:

No = 6 valore empirico di **Nspt** (da *standard penetration test*), valore che varia in funzione dell'intensità del terremoto come da tabella seguente:

Distanza del sito dalla sorgente sismogenetica	Intensità sismica (I)		
	VII	VIII	IX
Sito vicino	6	10	16
Sito lontano	8	12	-

ds = 10 m (profondità dello strato da verificare);

dw = 15 m (profondità del livello della falda);

pc = 35% contenuto di fini ($D \leq 0,005$ mm) in % (in caso di $pc < 3$ si utilizza $pc = 3$).

Il suolo è considerato probabilmente liquefacibile se **Nspt** = **No** < **Ncr**.

Dai calcoli numerici risulta **Nspt** = **No** = 6 e **Ncr** = 2,4 → **Nspt** = **No** > **Ncr** → **suolo non liquefacibile**.

7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Lo studio geologico eseguito sul tracciato denominato “Estendimento 2B” ha fornito dati ed informazioni che hanno portato alle seguenti stime e conclusioni :

1. considerata la litologia e la possibile presenza della falda in prossimità della superficie si è ritenuto opportuno eseguire una verifica del rischio alla liquefazione dei terreni sotto sisma;
2. riscontrare l'assenza di instabilità geomorfologiche superficiali al contorno ed in prossimità del sito di progetto;
3. verificare, attraverso indagine visiva, la mancanza di interazioni negative del progetto sulla stabilità geomorfologia del luogo;
4. le litologie affioranti non presentano deformazioni e/o fratture, imputabili a contatti tettonici superficiali;
5. le indagini hanno permesso di tracciare un profilo lito-stratigrafico sufficientemente attendibile e compatibile con il progetto;
6. constatare l'assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (geositi) da salvaguardare in prossimità dell'area di studio.

ESTENDIMENTO 3

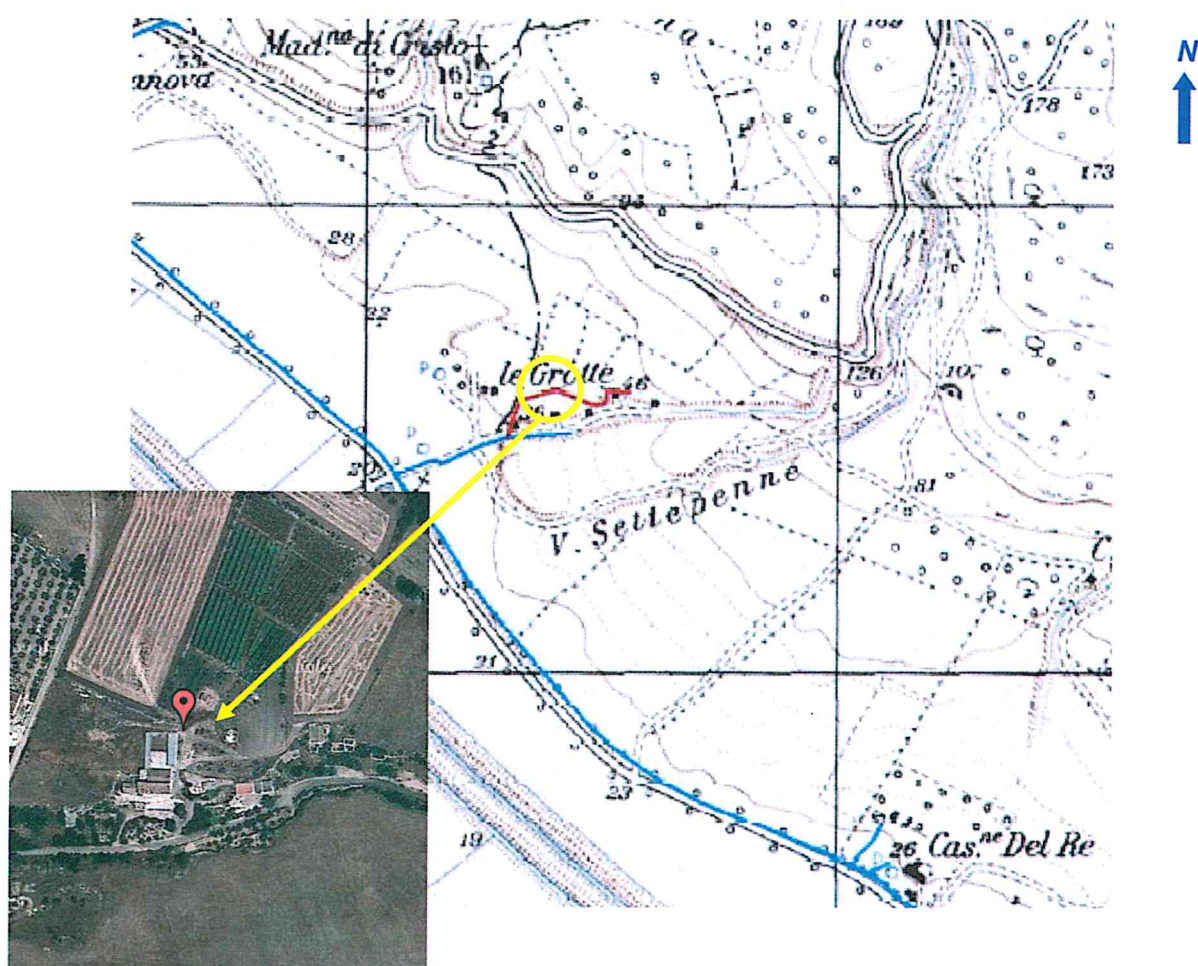
Comune: Rignano Garganico

Località: “*Le Grotte*”

SCHEDA TOPOGRAFICA

ESTENDIMENTO 3

Comuni	Rignano Garganico (FG)
Località	"Le Grotte"
Coordinate sito di progetto	WGS84: 41.652769 - 15.604813
Supporto cartografico	identificazione: F164 IV NE I.G.M.
	denominazione: I.G.M. "Monte Granata"
	scala: 1:25.000
Quota s.l.m.	Max: 46 m - min: 36 m
Informazioni sulla rete viaria	SP28 direzione E-W a sud del sito
Presenza di attività antropiche	Area agricola



 = ubicazione coordinate sito di progetto -
  = ubicazione puntuale coordinate WGS84

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il sito, oggetto di studio, è ubicato sulla parte mediana delle conoidi di deiezione che raccordano il promontorio garganico alla pianura del Tavoliere, l'area si presenta prevalentemente con una blanda pendenza di circa 2° verso sud, che accompagna le gradonature tettoniche mesozoiche inferiori.

In superficie sono presenti detriti alluvionali delle conoide di deiezione, attive, formati da sabbie limose e/o argillose, ghiaie e da brecce monogeniche, più o meno litificate, poco selezionate con ciottoli sub-arrotondati grossolani (64÷256 mm) e minuti (4÷64 mm) e con tessitura clasto-sostenuta, più raramente fango-sostenuta nella parte più bassa.

Nella parte meridionale del tracciato, nell'esplorazione verticale, si possono incontrare le calcareniti, mentre sulla fascia più alta è più plausibile rinvenire direttamente il corpo calcareo intensamente fratturato e a volte sede della falda profonda. Il substrato roccioso è costituito da calcari microcristallini grigi-rosati e dolomie grigio scure strutturalmente disposti in strati di spessore variabile da alcuni decimetri fino ad alcuni metri; possono contenere intercalazioni di terre rosse residuali. Questa formazione è riconducibile al Malm-Cretacico inferiore .

Per le osservazioni idrogeologiche generali si è fatto riferimento alle, già citate, stazioni piezometriche del SIMN (Sezione Autonoma di Bari) considerando quella più vicina al territorio indagato, ovvero la stazione di M. Petrullo, qui, dall'esame delle quote piezometriche si evince che l'escursione massima mensile, rappresentata dalla differenza tra il massimo mensile e il minimo mensile, si attesta sui 12 m. Per una analisi più dettagliata si è preso in considerazione un pozzo per captazione ed emungimento delle acque sotterranee, ubicato in località "Fornovecchio" a circa 2 km ad est del sito di progetto e comunque con caratteristiche geologiche più affini rispetto a "M. Petrullo".

Il pozzo si trova ad una quota di 78 m s.l.m., esso insiste fino alla profondità di 105 m dal p.c., l'opera attraversa la seguente stratigrafia :

0÷14 m	brecce a diversa granulometria in matrice sabbiosa-limosa;
14÷20 m	calcari fratturati;
20÷24 m	calcari fratturati con intercalazioni di limo-argilloso rosso;
24÷40 m	calcari più compatti;
40÷105 m	calcari fratturati con intercalazioni di limo-argilloso rosso;
- 87 m	1^ falda discontinua;
- 100 m	2^ falda continua.

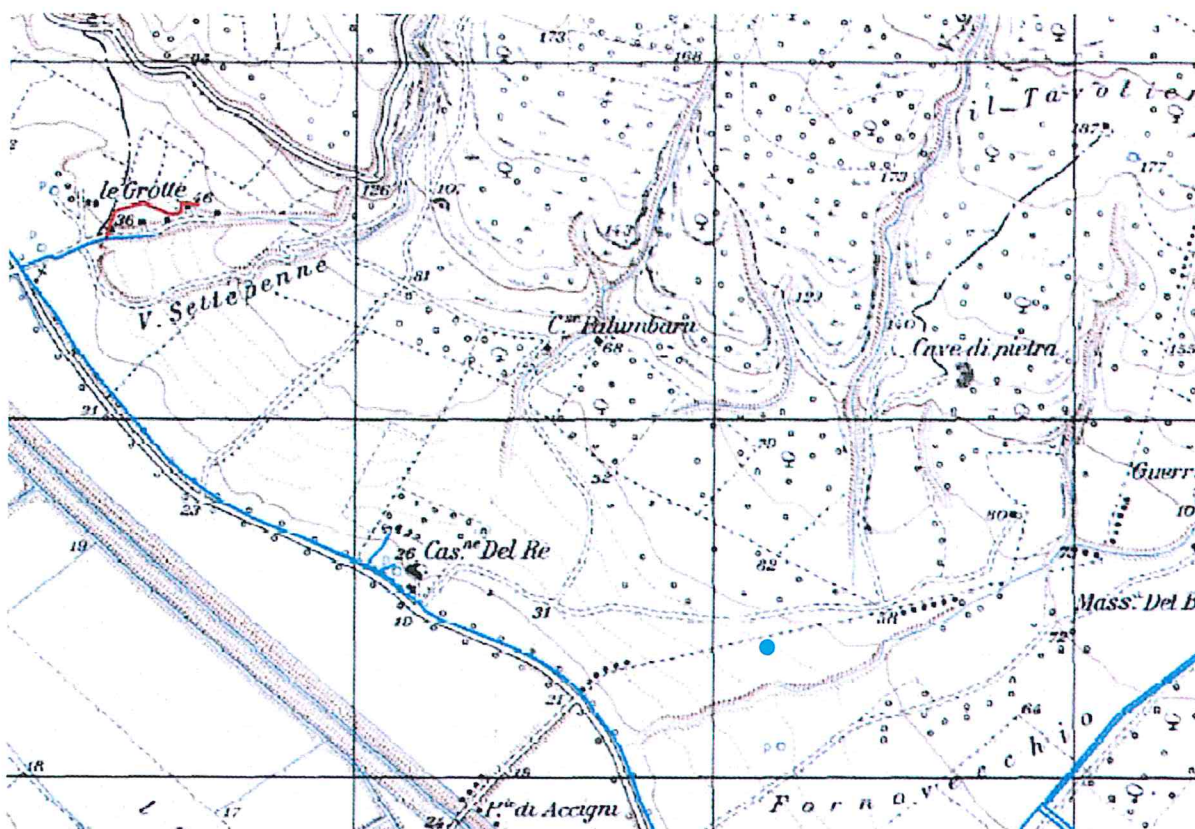


Fig. 14 - ● = ubicazione pozzo esaminato

2. RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TECNICO

Si esegue la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni di terra significativi, prelevati in situ, con il criterio di seguito illustrato in tabella.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cm ²)
Terreno	S1	molto tenero	facile rottura	< 10
	S2	tenero	si rompe con le dita a forte pressione	> 10
	S3	compatto	si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone	> 20
	S4	duro	non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone	> 40
	S5	molto duro	Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico	> 70

(P. Colosimo et al. - 1982)



Fig. 15 - Ortofoto del tracciato denominato "estendimento 3"



Fig.16 – foto del sito di progetto



Fig. 17 – Breccie rilevate sul sito.

3. MODELLO GEOLOGICO

Dallo studio sono stati rilevati dati che hanno permesso di definire tre litologie, ovvero, dall'alto verso il basso, sabbie limo-argillose e brecce, calcareniti e calcari. Mediante le informazioni acquisite si possono stimare, a grandi linee, i limiti di interfaccia tra i depositi e fare una distinzione litostratigrafica tra i tre orizzonti rinvenuti.

Il **primo orizzonte** (spessore indicativo lungo il tracciato, 15,00 m) è formato da detriti alluvionali di conoide, di varie dimensioni, sciolti o compattati in brecce inglobate in una matrice sabbiosa limo-argillosa spesso indurita da concrezioni calcaree in strati più o meno sottili.

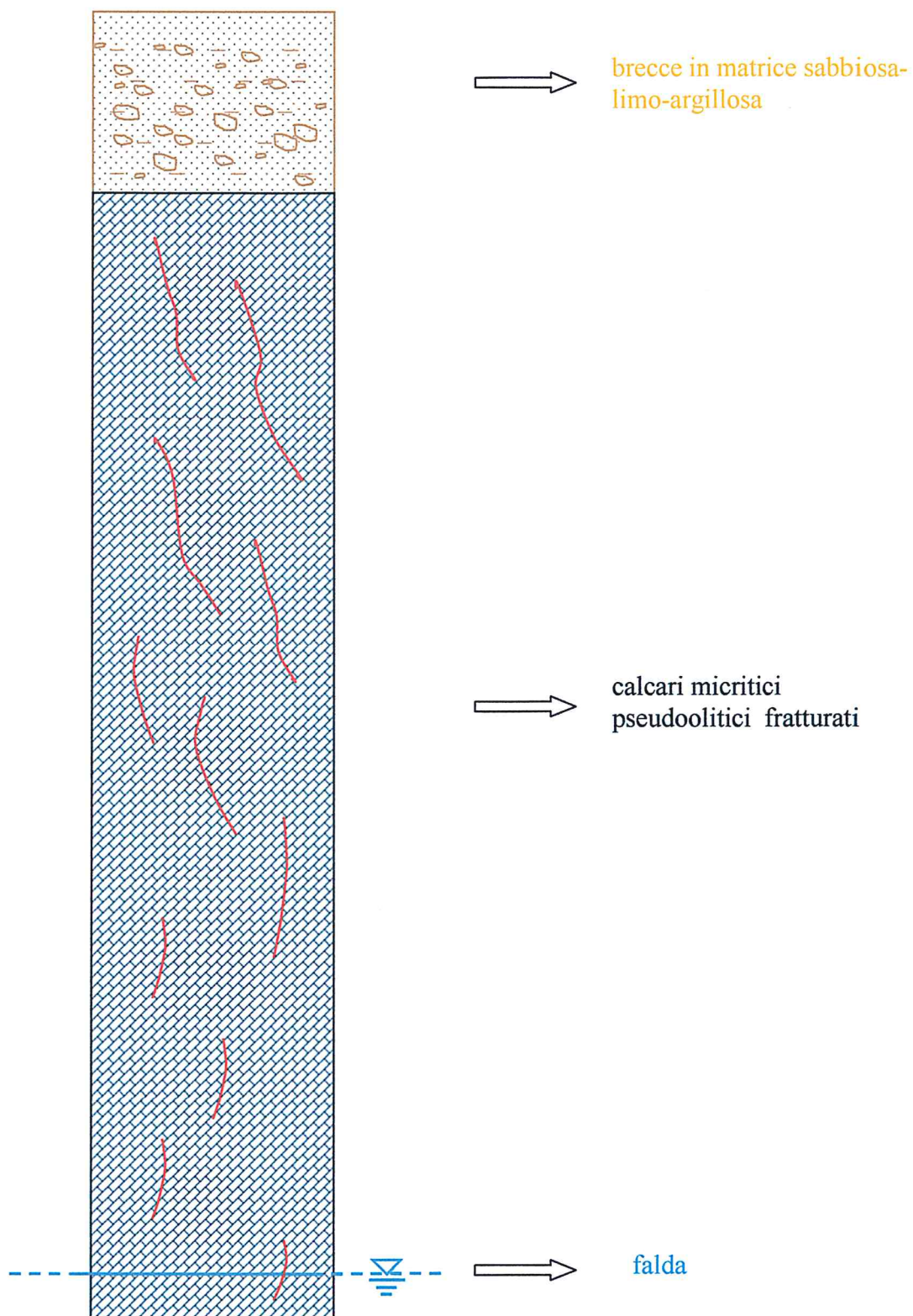
LITOLOGIA	
formazione	<i>"Alluvioni recenti – Conoide di deiezione"</i>
colore	<i>marrone-rossiccio-giallastre</i>
litologia	<i>brecce — terre rosse - sabbie argillose</i>
eta'	<i>Olocene (0,011 m.a.)</i>
potenza	<i>10-30 m</i>

Il **secondo orizzonte** (spessore medio indicativo: 60,00 m) probabilmente presente solo nella parte meridionale del tracciato, è costituito da calcari sabbiosi stratificati noti col termine locale di "tufo calcareo" ma scientificamente definiti calcareniti. Possibile presenza della falda freatica a circa 40÷50 m dal p.c.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari a briozoi"</i>
colore	<i>giallastri</i>
litologia	<i>calcareniti</i>
eta'	<i>Miocene medio (16 m.a.)</i>
potenza	<i>60-70 m</i>
fossili	<i>macrofauna : Gasteropodi – Lamellibranchi (Ostrea, Pecten)</i>
	<i>microfauna : Lithothamnium, Elphidium e Briozoi</i>
STRATIMETRIA	
stratificazione	<i>irregolare</i>
copertura	<i>depositi alluvionali e alluvioni terrazzate</i>

Il **terzo orizzonte** (spessore medio indicativo: 300,00 m) è composto da calcari microcristallini compatti e a frattura concoide e dolomie brune macro e mesocristalline a frattura scabra. I calcari si presentano spesso stratificati con strati che vanno da pochi decimetri fino a 3 m mentre la giacitura delle dolomie è più caotica e solo raramente sono moderatamente stratificate. Queste litologie sono spesso fratturate e possono contenere lenti o sacche di terre limo-argillose rosse residuali.

COLONNA STRATIGRAFICA SCHEMATICA
(PARTE ALTA DELL'ESTENDIMENTO 3)
scala 1: 500



LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari di Monte La Serra"</i>
colore	<i>grigio/avana (Calcari) – grigio/bruno (Dolomie)</i>
litologia	<i>Calcari micritici e Dolomie cristalline</i>
eta'	<i>Malm-Cretacico inferiore (130 m.a.)</i>
potenza indicativa	<i>250-400 m</i>
fossili	<i>Microfauna : Diceratidi e Nerinee</i>

4. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO

L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** (a_g compresa tra 0,15 e 0,25 g) della classificazione definita dall'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dall'OPCM 3519 del 28.04.2006. Con le susseguenti N.T.C. 2008 la pericolosità non viene più definita per distretto amministrativo/comunale ma per sito, ovvero, facendo riferimento ad una maglia nazionale costituita da quadrati di 5 km di lato in cui ricade il sito di progetto.

Secondo le attuali N.T.C. 08, per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

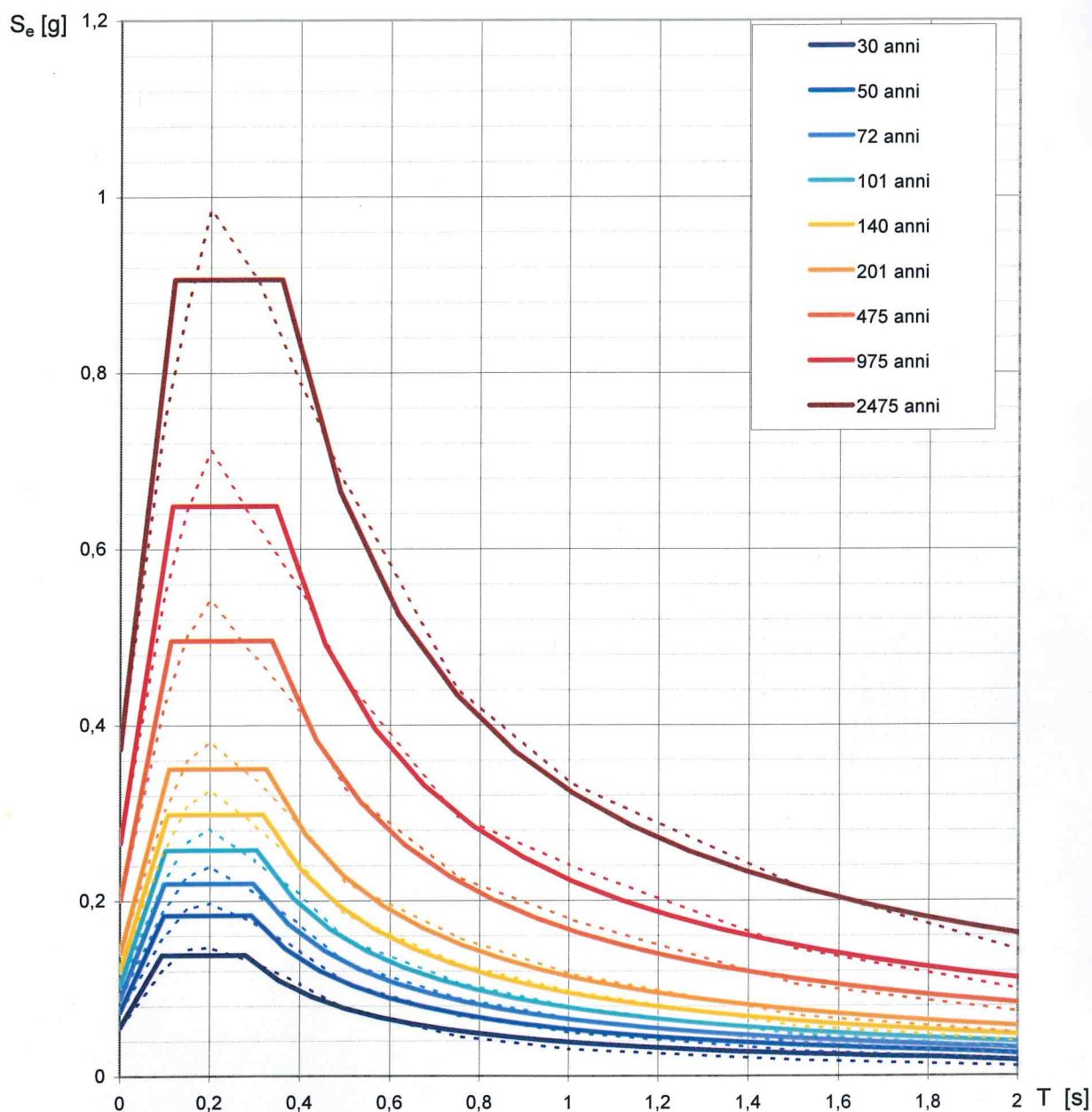
Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3, e alla Tab. 3.2.II delle N.T.C. 2008. Considerato il manufatto di modesta rilevanza, nonché ricadente in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, la caratterizzazione del sito è basata sull'esperienza e sulle conoscenze già disponibili come da paragrafo 6.2.2 cap. 6 N.T.C. 2008 – D.M. 14.01.2008

Nella zona di studio sono presenti litologie sabbiose limo-argillose e ghiaie, che possono essere annoverate alla categoria di suolo **E**, ovvero depositi di terreni a grana grossa o a grana fina mediamente addensati con spessori non superiori a 20 m.

Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)		
Nomenclatura	Definizione	Valore/tipo
	Categoria di suolo	E
V_{S30}	Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità	>800 m/s
---	Categoria topografica	T1
---	Classe d'uso della costruzione	I
C_U	Coefficiente d'uso	0.7
V_N	Vita nominale della costruzione	50 anni
V_R	Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U$	35 anni
---	Zona sismica	2
---	Pericolosità sismica	Media

E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.

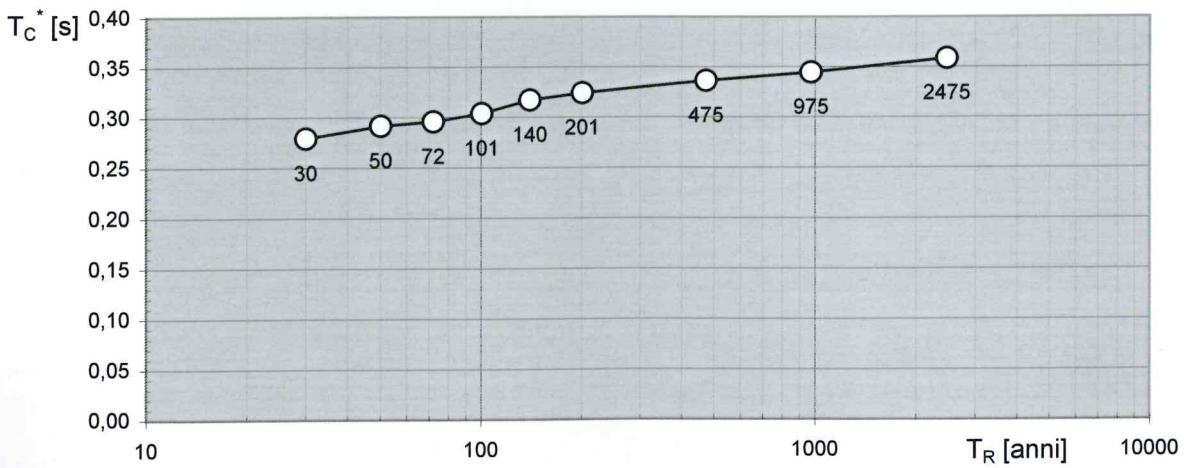
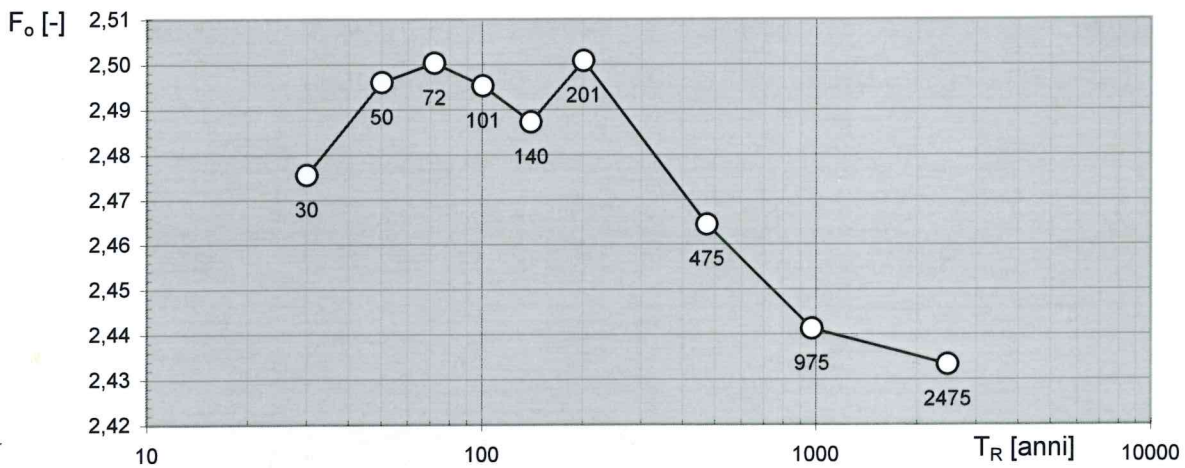
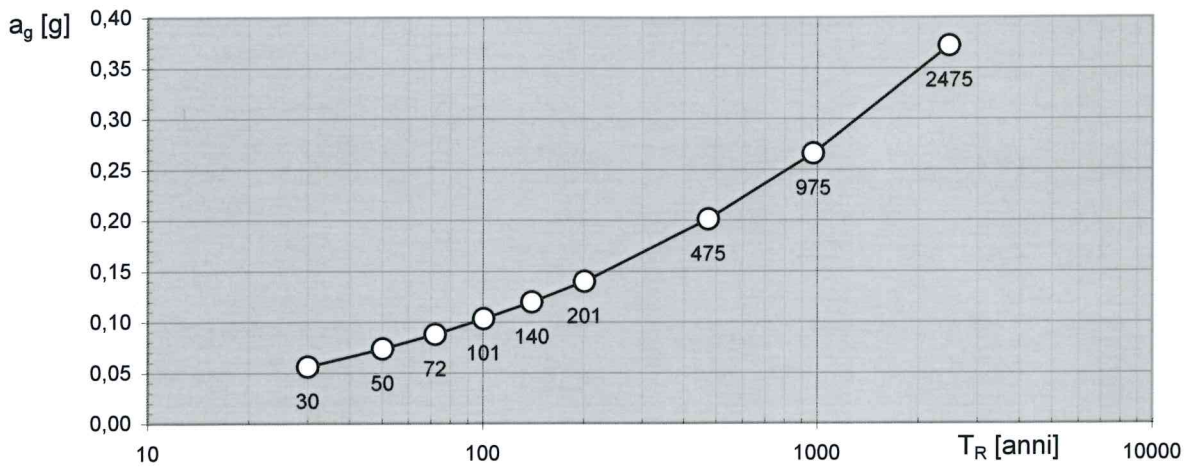
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

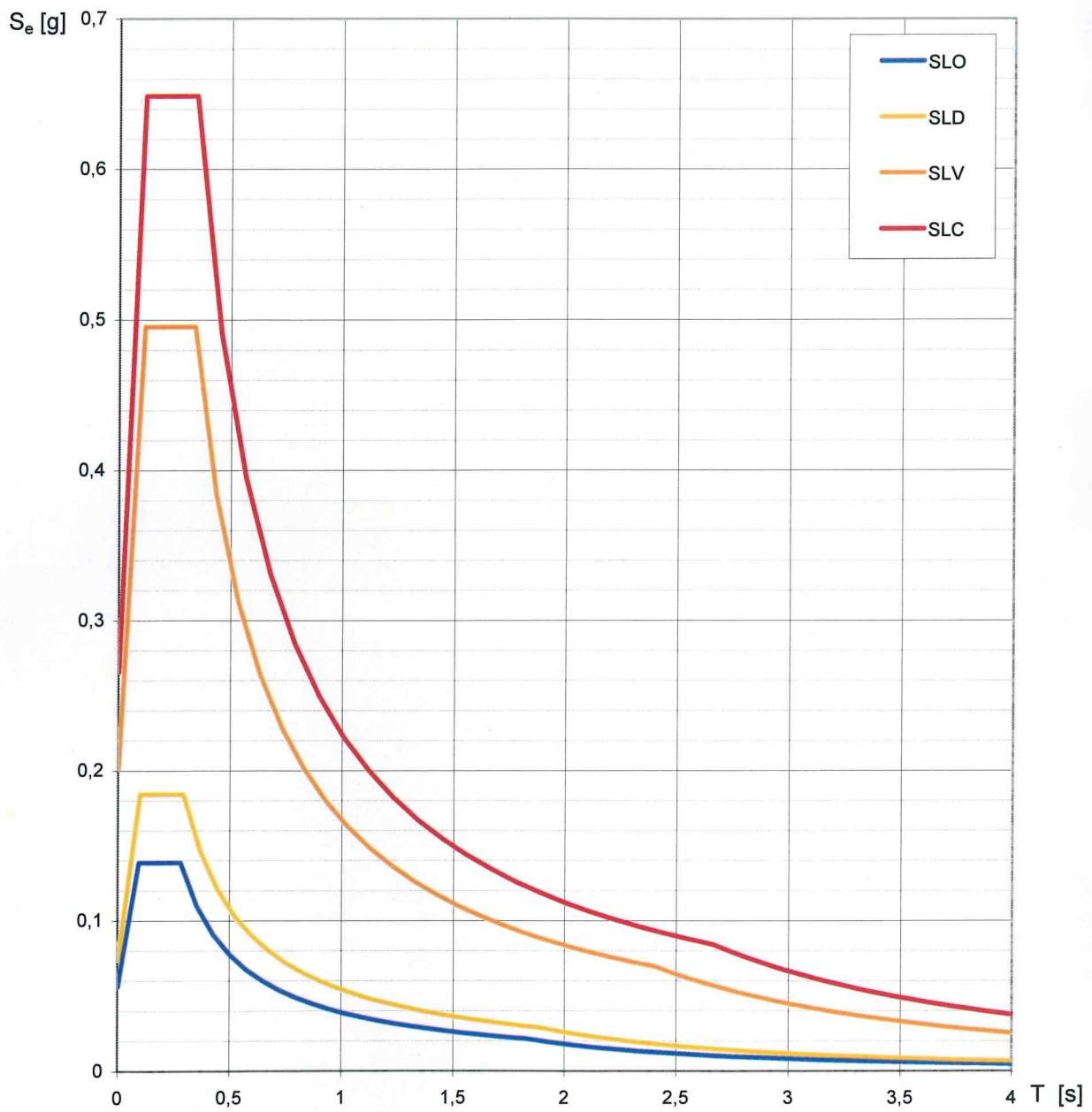
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

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

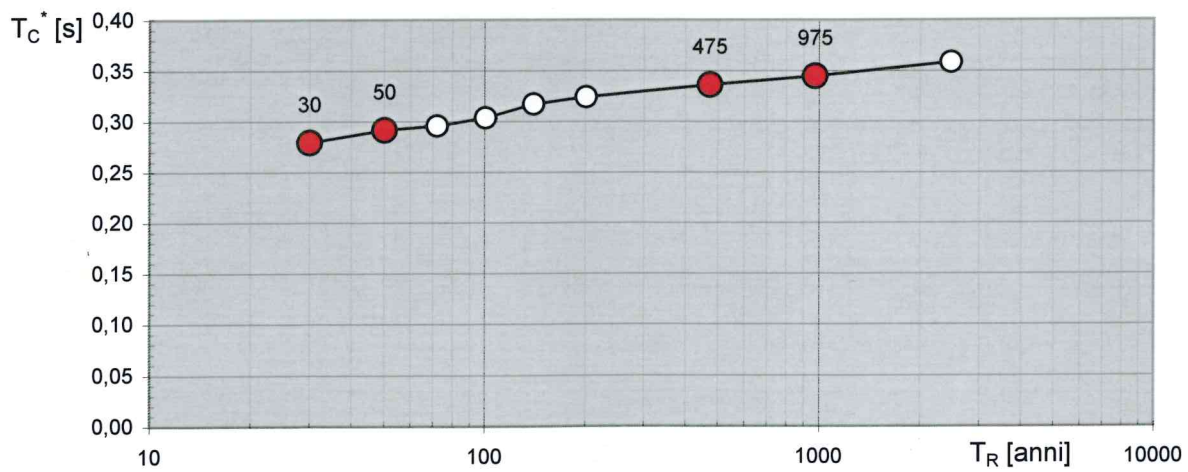
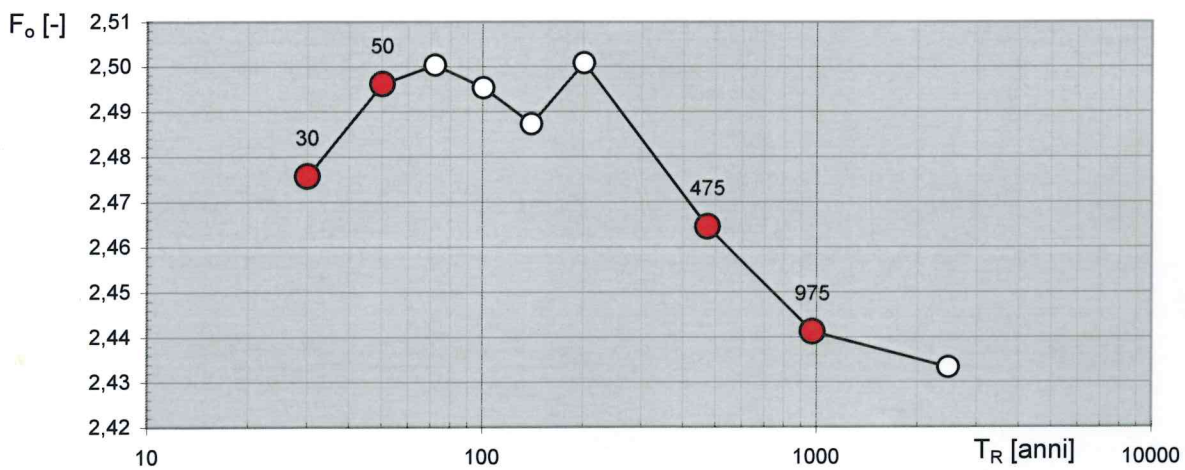
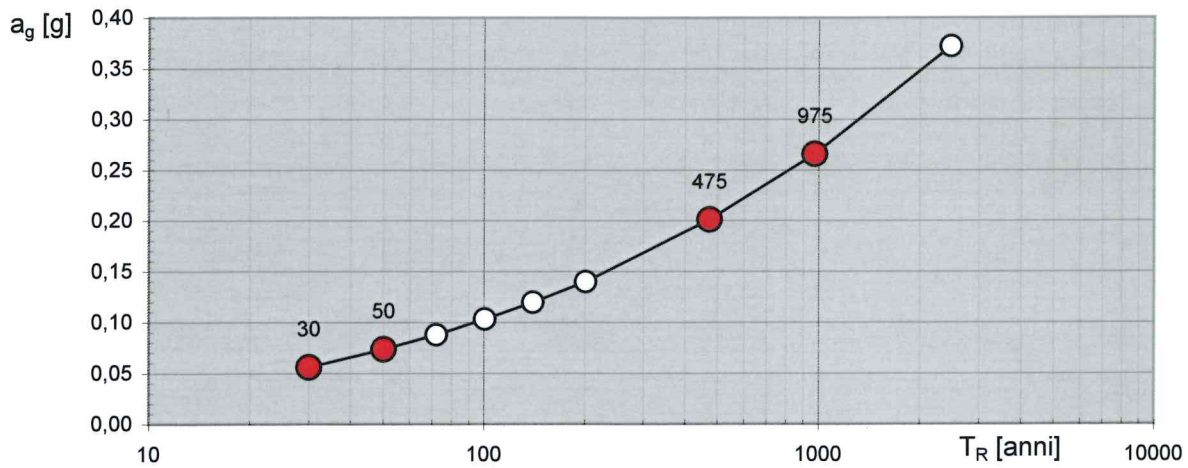


Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,056	2,476	0,279
50	0,073	2,496	0,291
72	0,088	2,500	0,296
101	0,103	2,495	0,303
140	0,120	2,487	0,317
201	0,140	2,501	0,324
475	0,201	2,464	0,336
975	0,266	2,441	0,344
2475	0,372	2,433	0,358



Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,056	2,476	0,279
SLD	50	0,074	2,496	0,292
SLV	475	0,201	2,464	0,336
SLC	975	0,266	2,441	0,344

5. CARATTERI GEOTECNICI

Le ricerche cartografiche, bibliografiche e i dati raccolti dai rilevamenti diretti, hanno portato alla definizione dei caratteri geotecnici preliminari, del sito di intervento, utili per la formazione di uno schema geotecnico.

- 1° orizzonte geotecnico (profondità media: p.c.÷15,00 m)
- 2° orizzonte geotecnico (profondità indicativa: da - 15,00 a -75,00 m)

1° ORIZZONTE

Il primo orizzonte che si incontra, partendo dal piano campagna, è quello costituito da detriti alluvionali di forma prevalentemente sub-angolare (grado di arrotondamento $0,15 \div 0,25$), di varie dimensioni, sciolti o in brecce inglobati in una matrice sabbiosa limo-argillosa, con strati di concrezioni calcaree. Sotto l'aspetto geotecnico è da considerarsi di modesta qualità per base di fondazione come si evince dai seguenti parametri associati :

γ	2,1 t/m ³	20,59 KN/m ³	0,0021 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	1,5 t/m ²	14,71 KN/m ²	0,15 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	21°÷22°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	30÷50 t/m ²	300÷500 KN/ m ²	3÷5 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica
K	300 t/m ³	2942 KN/m ³	0,3 Kg/cm ³	Coefficiente di Winkler

2° ORIZZONTE

Il secondo orizzonte è costituito da calcareniti, compattate in modo crescente con la profondità. In questo orizzonte può essere presente la falda acquifera. L'analisi dei dati a disposizione porta ai seguenti dati geotecnici:

γ	2,0 t/m ³	19,61 KN/m ³	0,002 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	0÷0,005 t/m ²	0÷0,049 KN/m ²	0÷0,0005 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	26°÷30°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	50÷100 t/m ²	500÷1000 KN/ m ²	5÷10 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica

6. CALCOLI GEOTECNICI

Sono di seguito calcolate le pressioni litostatiche naturali alla profondità massima prevista, di posa della condotta idrica.

Profondità media dello scavo (m)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Livello della falda dal p.c. (m)	Pressione neutra (kN/m ²)	Tensione efficace (kN/m ²)	Tensione totale (kN/m ²)
Detriti alluvionali 1,5	20,59	---	0	30,88	30,88

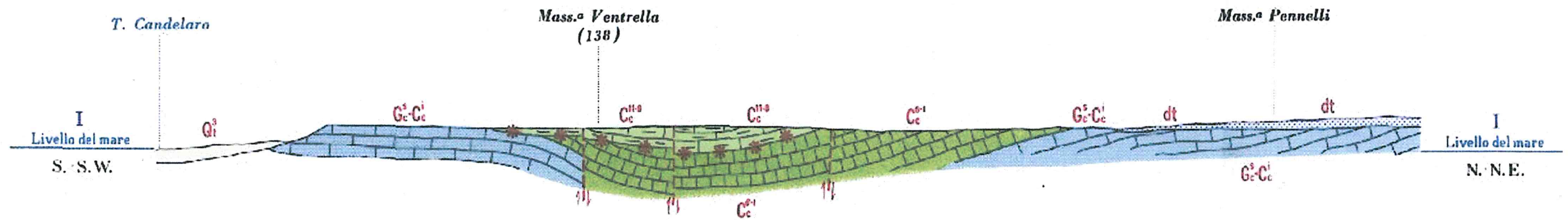
7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Lo studio geologico eseguito sul tracciato denominato “Estendimento 3” ha fornito dati ed informazioni che hanno portato alle seguenti stime e conclusioni :

1. verificare, attraverso sopralluoghi, la mancanza di interazioni negative del progetto sulla stabilità geomorfologia del luogo;
2. considerare la naturale evoluzione della conoide di deiezione, attiva, su cui sarà effettuato lo scavo in previsione;
3. le litologie affioranti non presentano deformazioni e/o fratture che possano interferire rovinosamente con il tracciato in progetto, si esclude pertanto la possibilità di contatti tettonici superficiali;
4. constatare l'assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (*geositi*) da salvaguardare in prossimità dell'area di studio.

ESTENDIMENTO 4 – SETTORI 4A-4B-4C-4D-4E
Comune di San Giovanni Rotondo

SEZIONE GEOLOGICA
S-SW/N-NE



Scala 1:50.000

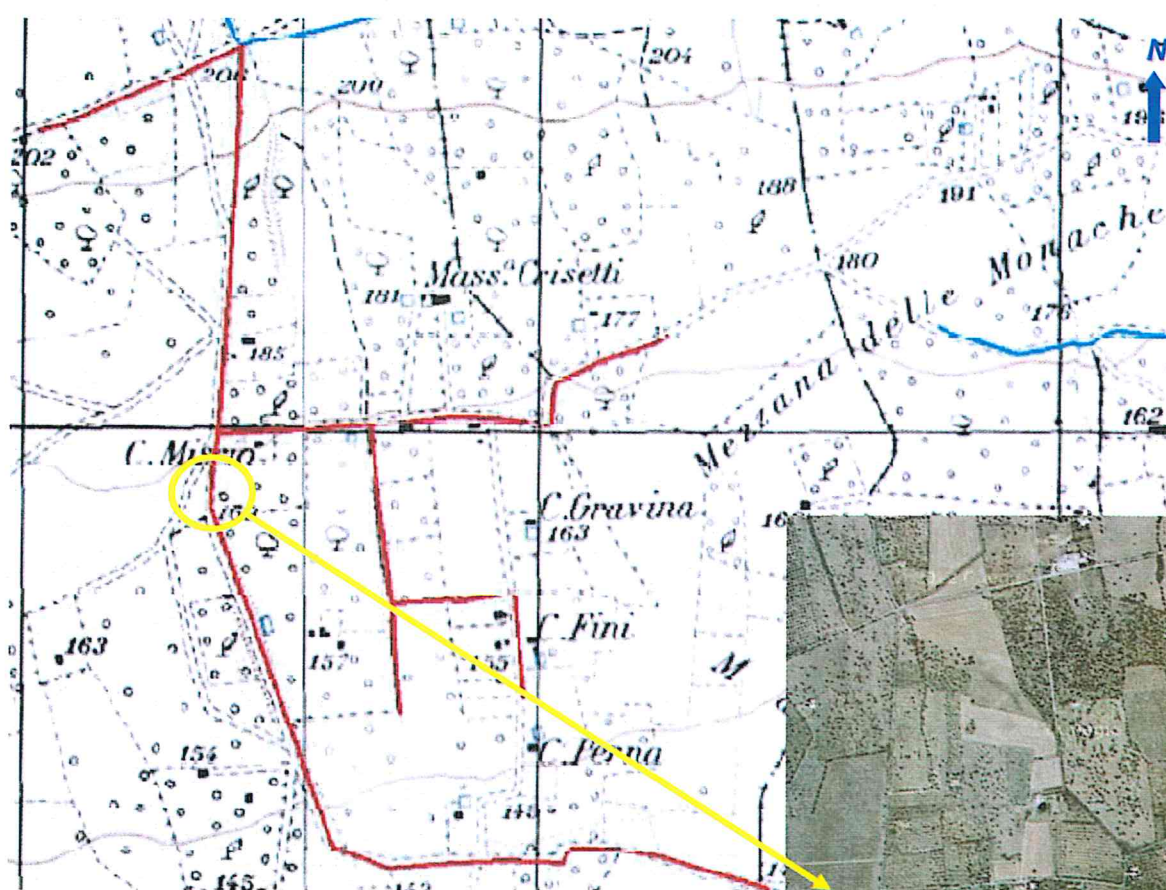
ESTENDIMENTO 4A

Comune: San Giovanni Rotondo

Località: “*Mezzana delle Monache*”

SCHEDA TOPOGRAFICA
ESTENDIMENTO 4 – SETTORE A

Comuni	<i>San Giovanni Rotondo (FG)</i>
Località	<i>“Mezzana delle Monache”</i>
Coordinate sito di progetto	WGS84: 41.654525 - 15.700106
Supporto cartografico	identificazione: F164 I NO – IV NE I.G.M.
	denominazione: I.G.M. <i>“San Leonardo” - “Monte Granata”</i>
	scala: 1:25.000
Quota s.l.m.	Max: 206 m - min: 142 m
Informazioni sulla rete viaria	<i>SS273 direzione N-S a est del sito</i>
Presenza di attività antropiche	Area agricola



 = ubicazione coordinate sito di progetto

 = ubicazione puntuale coordinate WGS84

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il tracciato, oggetto di studio, attraversa, da ovest-sud-ovest verso est-nord-est, la parte più settentrionale delle conoidi di deiezione e prosegue verso sud sulla parte mediana della stessa. I depositi alluvionali raccordano il promontorio garganico al terrazzo coevo sottostante, l'area si presenta prevalentemente con una blanda pendenza, di circa 2° verso sud, che accompagna le gradonature tettoniche mesozoiche poste al di sotto.

I detriti della conoide di deiezione, attiva, sono formati prevalentemente da sabbie limose in minor parte argillose, ghiaie e a volte brecce monogeniche, più o meno litificate, poco selezionate con ciottoli sub-angolari (grado di arrotondamento $0,15 \div 0,25$) grossolani ($64 \div 256$ mm) e minuti ($4 \div 64$ mm) e con una maggiore maturità tessiturale nella parte più superficiale.

Nella parte meridionale del tracciato, nell'esplorazione verticale, si possono incontrare con maggiore continuità le brecce ben cementate ad elementi calcarei, qui, con spigoli arrotondati (grado di arrotondamento $0,40 \div 0,60$) originatisi, probabilmente, dalla abrasione marina che ha creato il terrazzamento dei sedimenti mesozoici sottostanti.

Il substrato roccioso è costituito da calcari, di colore biancastro, micritici a volte oolitici e pseudoolitici, disposti in strati metrici. Questi possono contenere intercalazioni di terre rosse residuali. La formazione denominata calcari di "Coppa Guardiola" è databile al Titonico-Aptiano. Nella ricerca idrogeologica è stato rinvenuto un pozzo che intercetta la falda a -200 dal p.c.

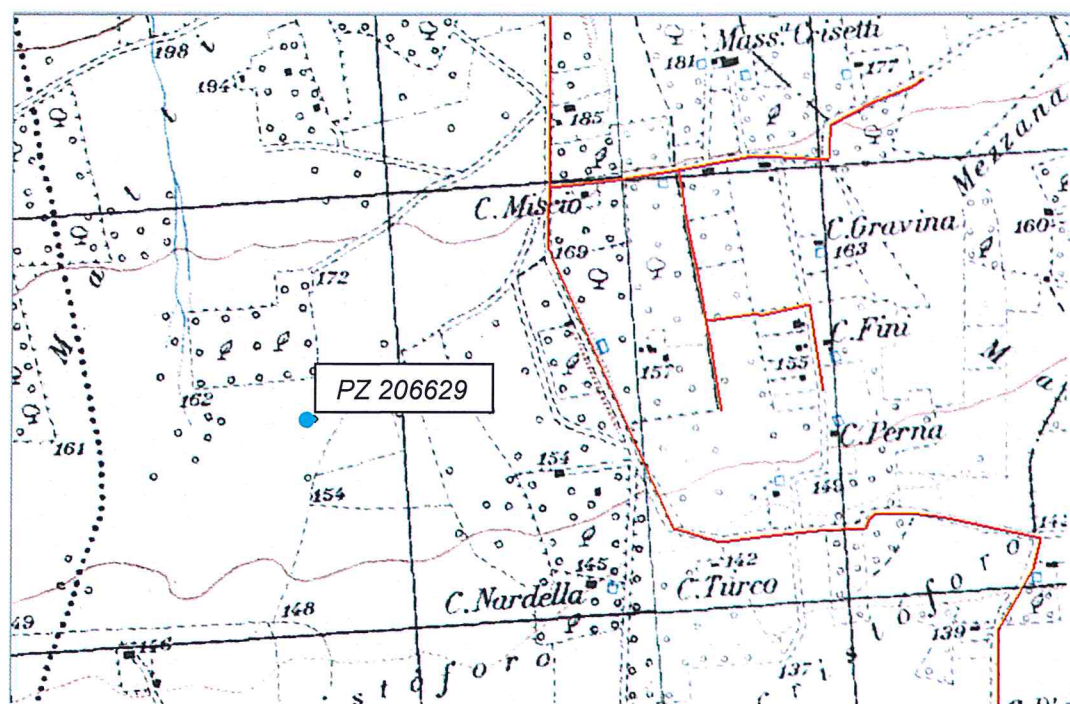


Fig. 18 – pozzo rinvenuto

2. RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TECNICO

Si esegue la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni di terra caratteristici, con il criterio di seguito illustrato in tabella.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cmq)
Terreno	S1	molto tenero	<i>facile rottura</i>	< 10
	S2	tenero	<i>si rompe con le dita a forte pressione</i>	>10
	S3	compatto	<i>si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone</i>	>20
	S4	duro	<i>non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone</i>	>40
	S5	molto duro	<i>Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico</i>	>70

(P. Colosimo et al. – 1982)

Per meglio definire l'origine ed i caratteri litologici, strutturali e geotecnici dei depositi alluvionali rilevati si è eseguita, quando possibile, la classificazione secondo l'identificazione visiva e misurata delle caratteristiche di forma, riassunte nella tabelle seguente.

DEFINIZIONE degli elementi litologici	Grado di arrotondamento	Descrizione
Angolare	0,0÷0,15	Nessun smussamento evidente, mantiene il perimetro per linee spezzate
Sub-angolare	0,15÷0,25	Mantiene la forma originaria con evidenti tratti di arrotondamento
sub-arrotondata	0,25÷0,40	Evidente smussamento delle parti angolose con riduzione delle superfici originarie
Arrotondata	0,40÷0,60	Arrotondamento evidente con rimozione delle superfici originarie, mantenimento di qualche superficie piana
Ben arrotondata	0,60÷1,00	Superficie interamente definita da superfici curve ben arrotondate

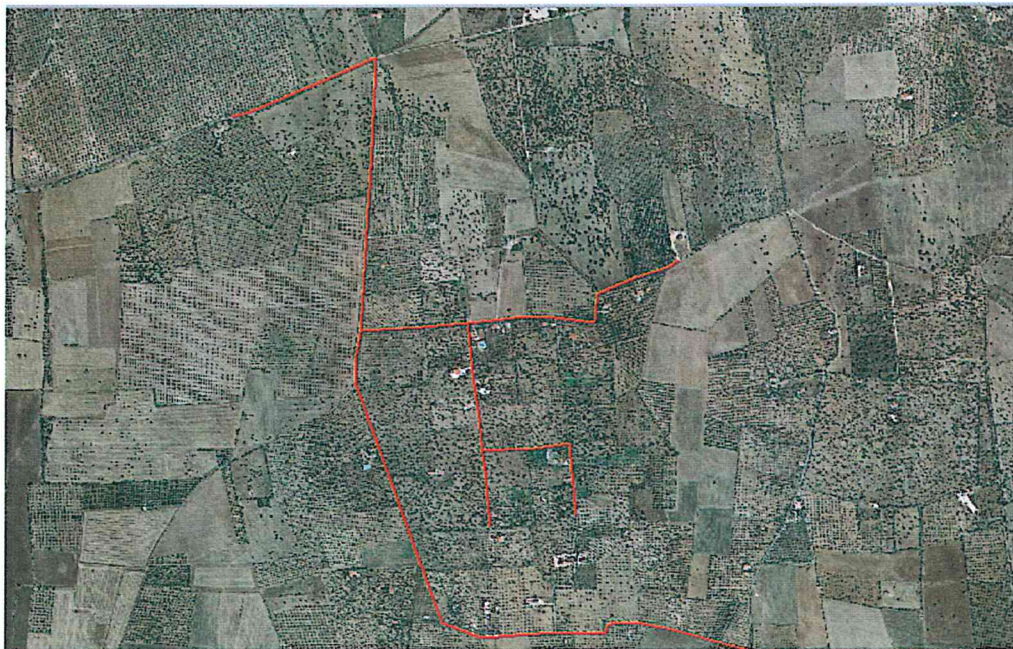


Fig. 19 - Ortofoto del tracciato denominato "estendimento 4A"



Fig. 20 - Foto sito di intervento.

3. MODELLO GEOLOGICO

Dal rilevamento sono state rilevate tre litologie, ovvero, dall'alto verso il basso, ghiaie e sabbie limo-argillose con brecce sub-angolari, brecce sub-arrotondate e calcari. Mediante le informazioni acquisite si possono stimare, approssimativamente, i limiti di interfaccia tra i depositi e definire i tre orizzonti stratigrafici.

Il **primo orizzonte** (spessore indicativo lungo il tracciato, da nord verso sud: da 15,00 m a 2,00 m) è formato da detriti alluvionali di conoide, di varie dimensioni sciolti o compattati in brecce, inglobate in una matrice sabbiosa limo-argillosa spesso indurita da concrezioni calcaree in strati più o meno sottili.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Alluvioni recenti – Conoide di deiezione"</i>
colore	<i>marrone-rossiccio-giallastre</i>
litologia	<i>brecce – terre rosse - sabbie argillose</i>
eta'	<i>Olocene (0,011 m.a.)</i>
potenza	<i>2-20 m</i>

Il **secondo orizzonte** (spessore medio indicativo: 10,00 m) è composto da brecce ad elementi prevalentemente calcarei sub-arrotondati e ben cementati in una matrice limosa sabbiosa rossastra di origine residuale. Lo strato è databile probabilmente al Pleistocene (0,20 -0,30 m.a.).

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Brecce ad elementi calcarei"</i>
colore	<i>ciottoli biancastri in matrice rossastra</i>
litologia	<i>Brecce calcaree</i>
eta'	<i>Pleistocene (0,25 m.a.)</i>
potenza	<i>5-15 m</i>

Il **terzo orizzonte** (spessore medio indicativo: 300,00 m) è composto da calcari oolitici e pseudoolitici, a volte detritici e micritici stratificati in strati di spessore variabile da 10 a 100 cm. Sono spesso fratturati e possono contenere lenti o sacche di terre limo-argillose, rosse, residuali. Questa litologia contiene i caratteri della facies della paleo-scogliera del promontorio garganico.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari di Coppa Guardiola"</i>
colore	<i>biancastri</i>
litologia	<i>calcari micritici oolitici e pseudoolitici</i>
eta'	<i>Titonico-Aptiano (120 m.a.)</i>
potenza indicativa	<i>fino a 400 m</i>
fossili	<i>Microfauna : Trocoline e Pseudocyclammene</i>

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE				
LITOLOGIA	TIPO DI PERMEABILITA'	PERMEABILITA' (cm/s)	COEFFICIENTE DI INFILTRAZIONE	TEMPO DI PERCORRENZA (30 cm)
calcari	per frattura e fessurazione	$1 \times 10^{-2} - 10^{-3}$	80-90%	2,5 – 25 ore

3. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO

Considerata la vicinanza dell'area di studio al comune di San Giovanni Rotondo si è ritenuto opportuno estrapolare i dati sismici rilevati in corrispondenza del centro abitato.

Da dati documentati (I.N.G.V.- C.N.R.), ricostruzioni e correlazioni la *storia sismica* del territorio in esame si riassume nel quadro seguente che considera gli effetti sismici avvertiti sull'abitato, attraverso la valutazione dell'intensità sismica locale (I_s) e graduati seconda la scala MCS:



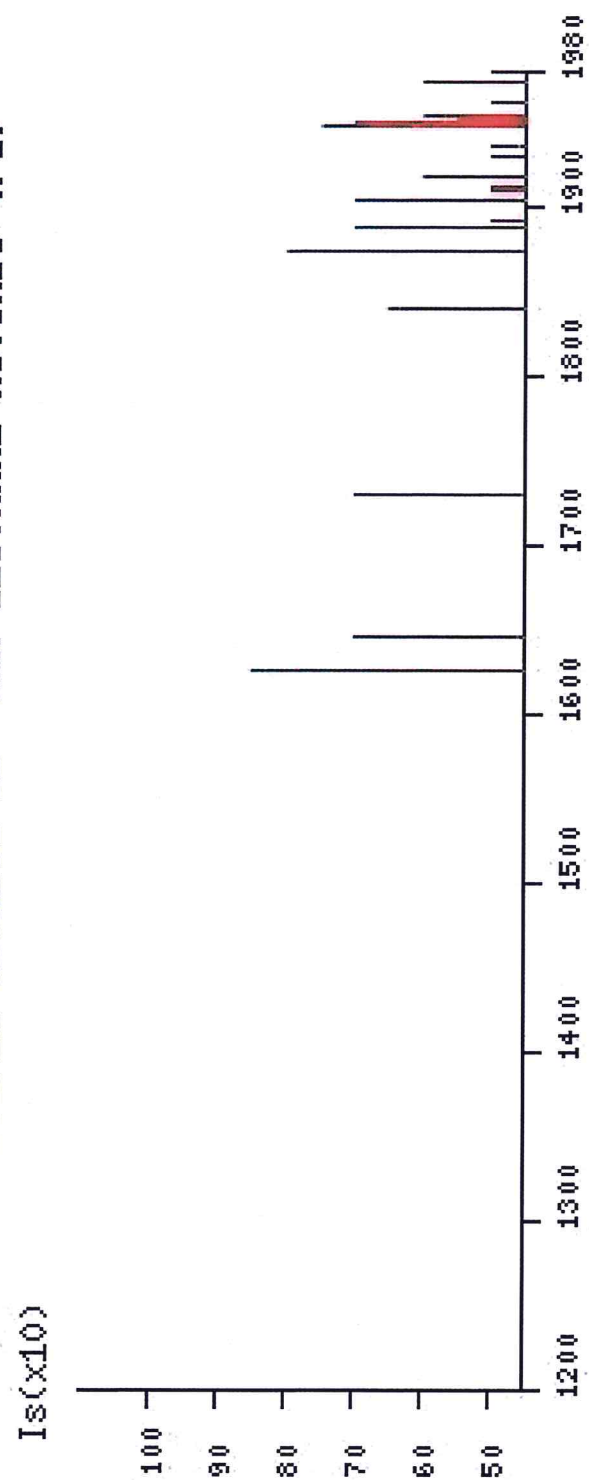
Fig. 21 - Sorgente sismogenetica più prossima al sito (*faglia di Mattinata*)

Effetti sismici avvertiti sull'abitato di
SAN GIOVANNI ROTONDO (FG) [coordinate: 41.706, 15.728]

Data			Effetti	in occasione del terremoto di:
Giorno	Mese	Anno	Is (MCS)	Area epicentrale
30	07	1627	85	CAPITANATA
31	05	1646	70	GARGANO
20	03	1731	70	FOGGIA
21	02	1841	65	S.MARCO IN LAMIS
06	12	1875	80	S.MARCO IN LAMIS
08	12	1889	70	APRICENA
06	06	1892	F	TREMITI
10	08	1893	50	GARGANO
25	03	1894	30	LESINA
08	04	1904	70	GARGANO
07	06	1910	50	CALITRI
04	10	1913	50	MATESE
21	10	1919	60	GARGANO
25	08	1925	45	GARGANO
23	07	1930	50	IRPINIA
17	07	1937	50	SAN SEVERO
15	12	1937	20	CAPITANATA
18	08	1948	75	GARGANO
16	01	1951	70	GARGANO
19	07	1953	55	S.GIOVANNI ROTONDO
09	02	1955	60	MONTE S. ANGELO
21	08	1962	50	SANNIO
09	12	1967	F	ADRIATICO MER.
19	06	1975	60	MATTINATELLA
23	11	1980	50	IRPINIA-LUCANIA
14	2	1981	60	BAIANO
07	05	1984	70	APPENNINO ABRUZZESE
26	04	1988	40	ADRIATICO CENTRALE
05	05	1990	55	POTENTINO
26	05	1991	55	POTENTINO
05	11	1992	45	MANFREDONIA
30	09	1995	60	GARGANO
03	04	1996	50	IRPINIA
19	03	1997	50	MATESE
31	10	2002	65	MOLISE

Is = intensità sismica avvertita a San Giovanni Rotondo (MCS).

Storia sismica di SAN GIOVANNI ROTONDO (FG)



In base all'epicentro registrato, nella tabella seguente sono considerati i sismi, documentati, generatisi lungo la *Faglia di Mattinata* (faglia che attraversa il centro abitato) e quelli probabilmente associati ad essa.

Io (intensità epicentrale - MCS) – anno/sisma

<i>Sismi lungo la faglia di Mattinata</i>		<i>Sismi associabili alla faglia di Mattinata</i>	
Io - scala MSC	ANNO	Io - scala MSC	ANNO
-----	-----	9.0	1223
-----	-----	9.5	1646
7.5	1841	6.0	1864
7.0	1869	6.5	1892
7.5	1875	7.5	1893
6.0	1896	6.5	1904
5.5	1953	5.5	1919
7.0	1955	6.5	1925
6.5	1956	7.5	1948
5.5	1962	5.0	1954
6.0	1975	6.0	1955

L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** (a_g compresa tra 0,15 e 0,25 g) della classificazione definita dall'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dall'OPCM 3519 del 28.04.2006.

Secondo le attuali N.T.C. 08, per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

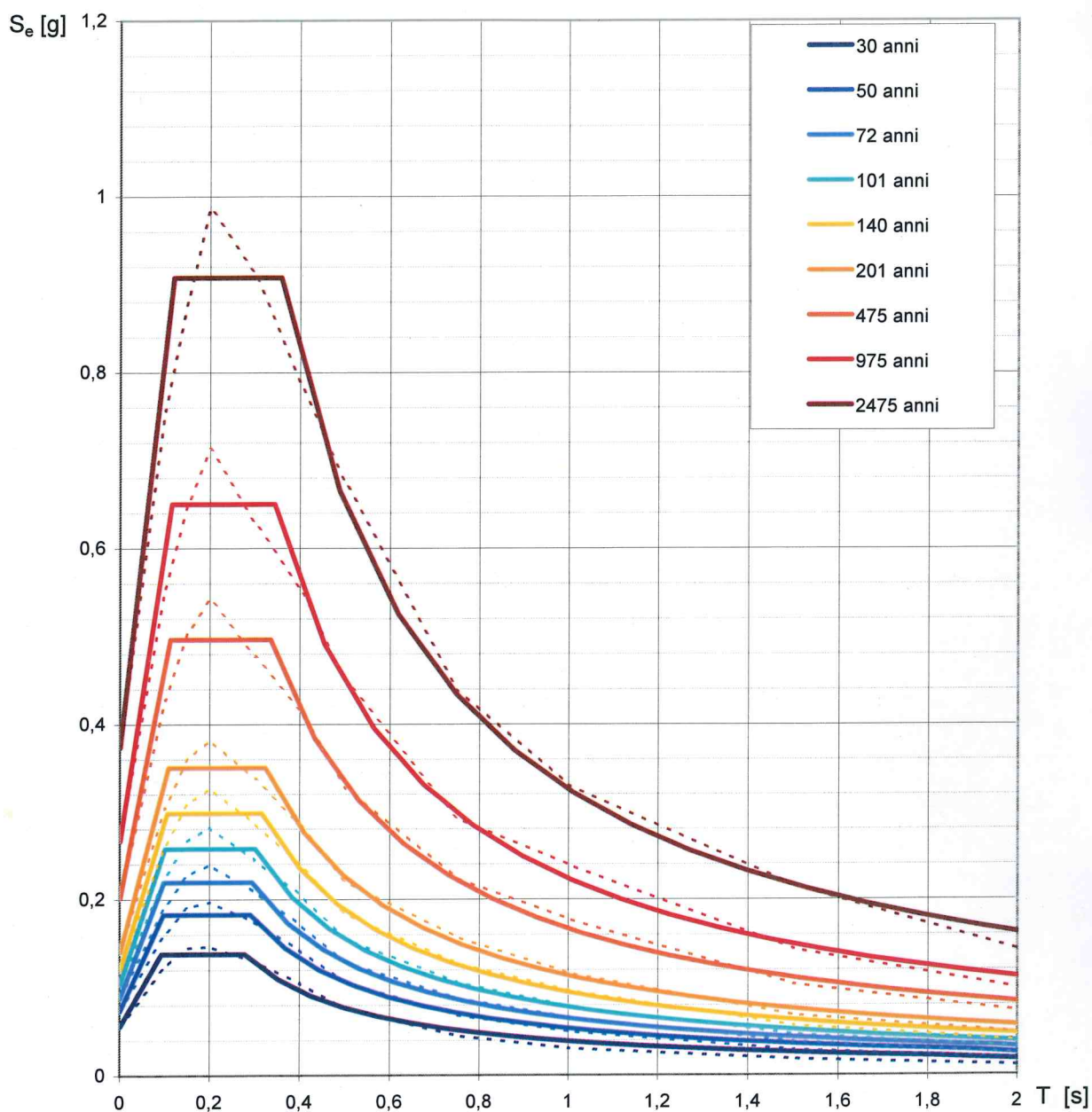
Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3, e alla Tab. 3.2.II delle N.T.C. 2008.

Considerato il manufatto di modesta rilevanza, nonchè ricadente in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, la caratterizzazione del sito è basata sull'esperienza e sulle conoscenze già disponibili come da paragrafo 6.2.2 cap. 6 N.T.C. 2008 – D.M. 14.01.2008

Nella zona di studio sono presenti litologie sabbiose limo-argillose e ghiaie, che possono essere annoverate alla categoria di suolo **E**, ovvero "*depositi di terreni a grana grossa o a grana fina mediamente addensati con spessori non superiori a 20 m*".

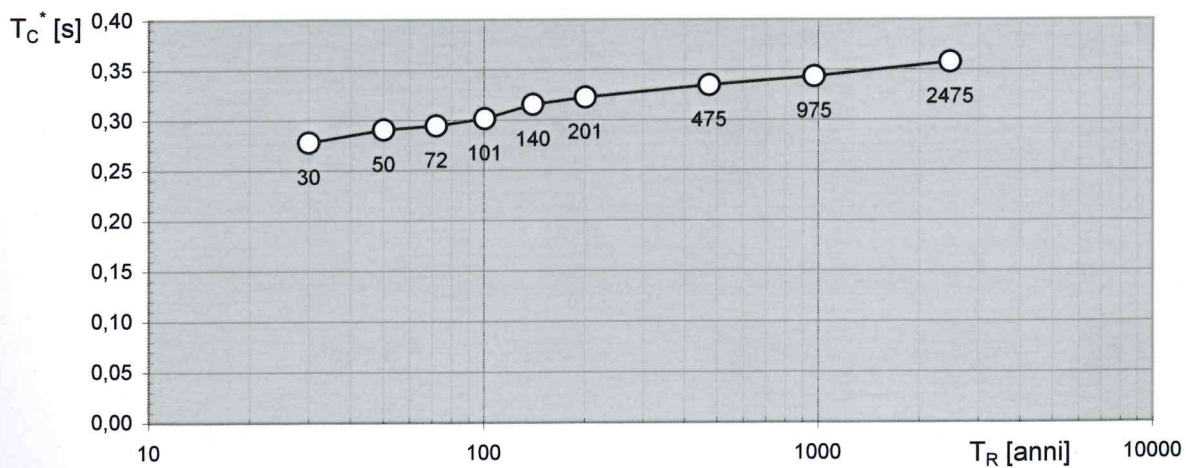
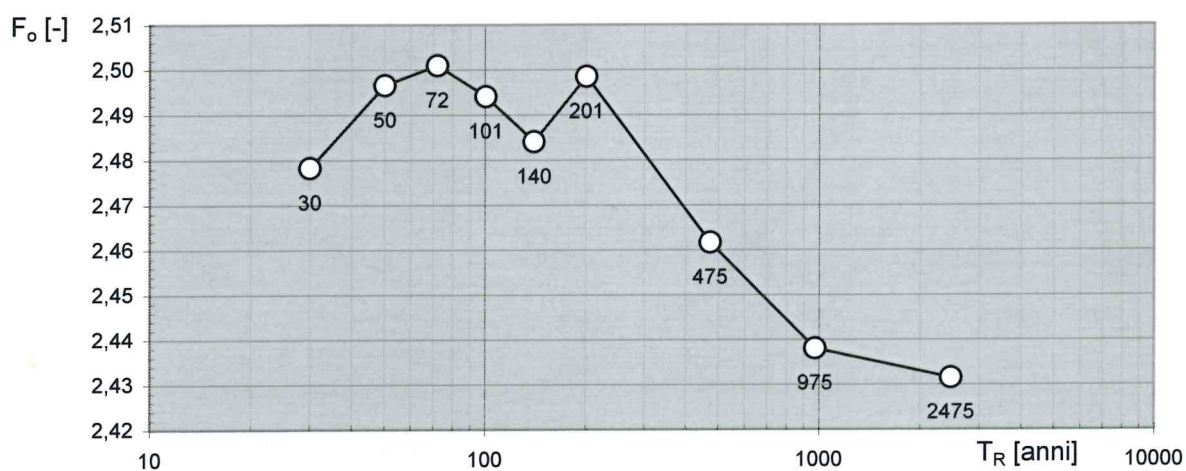
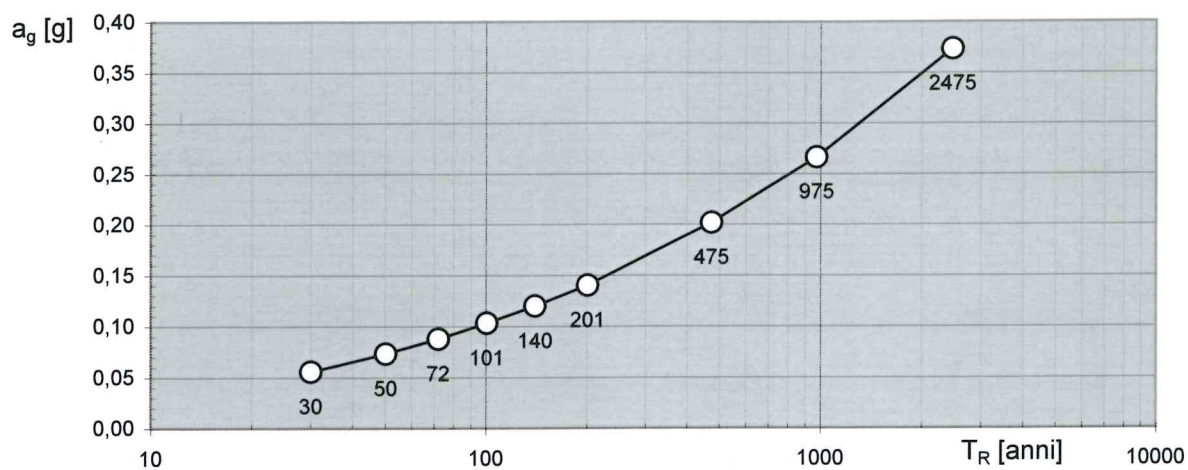
Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)		
Nomenclatura	Definizione	Valore/tipo
	Categoria di suolo	E
V_{S30}	Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità	>800 m/s
---	Categoria topografica	T1
---	Classe d'uso della costruzione	I
C_U	Coefficiente d'uso	0.7
V_N	Vita nominale della costruzione	50 anni
V_R	Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U$	35 anni
---	Zona sismica	2
---	Pericolosità sismica	Media

E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.



NOTA:

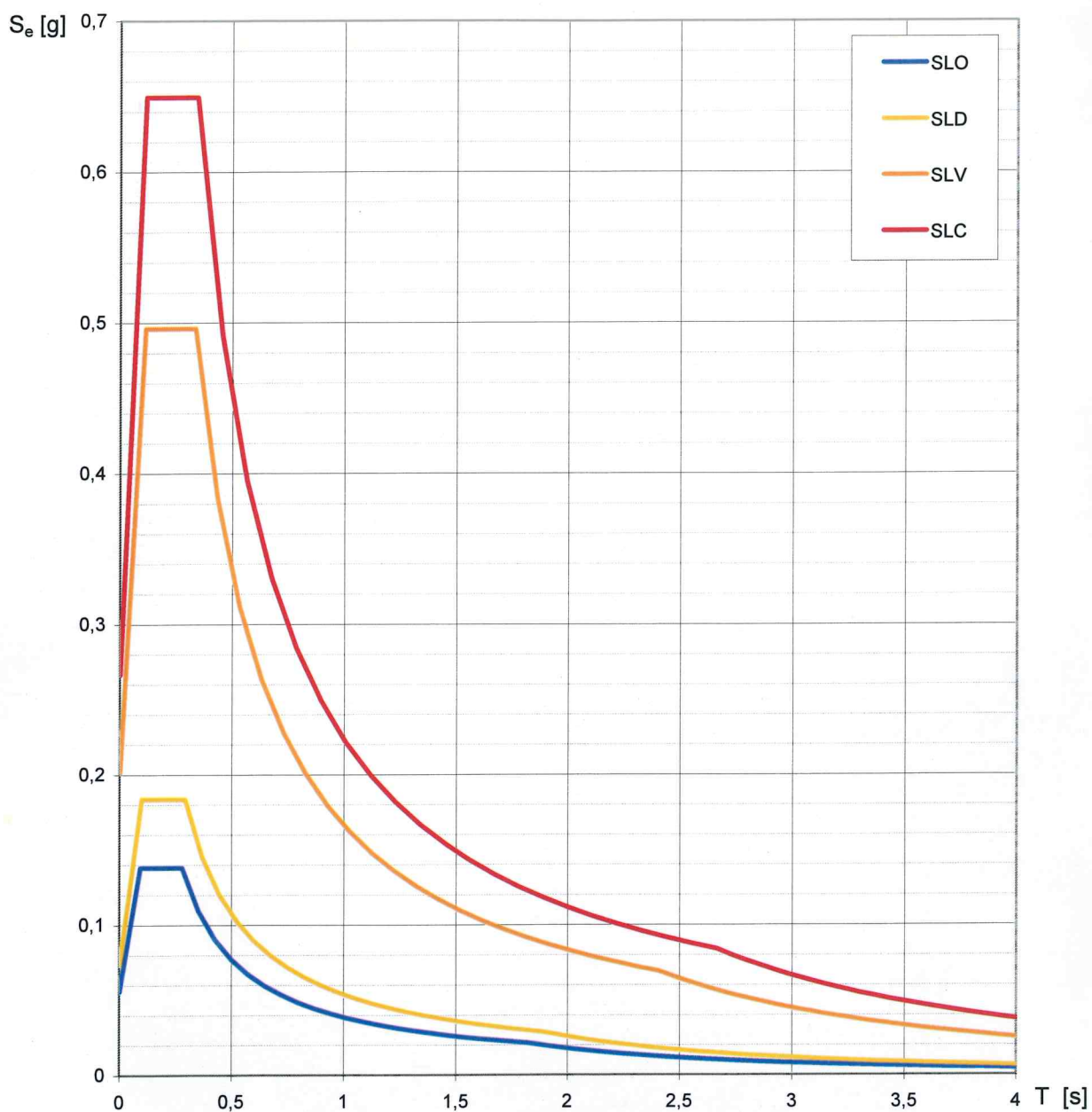
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R

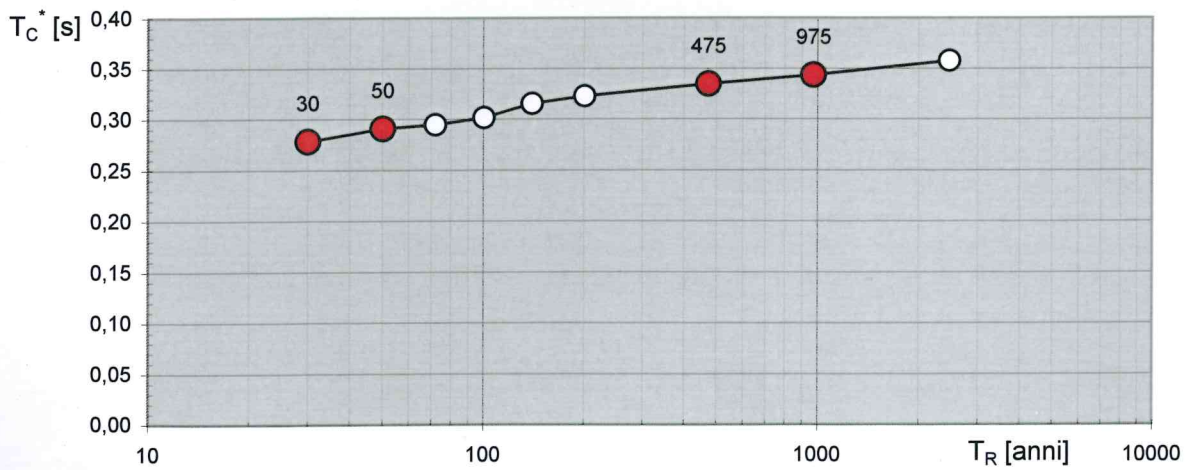
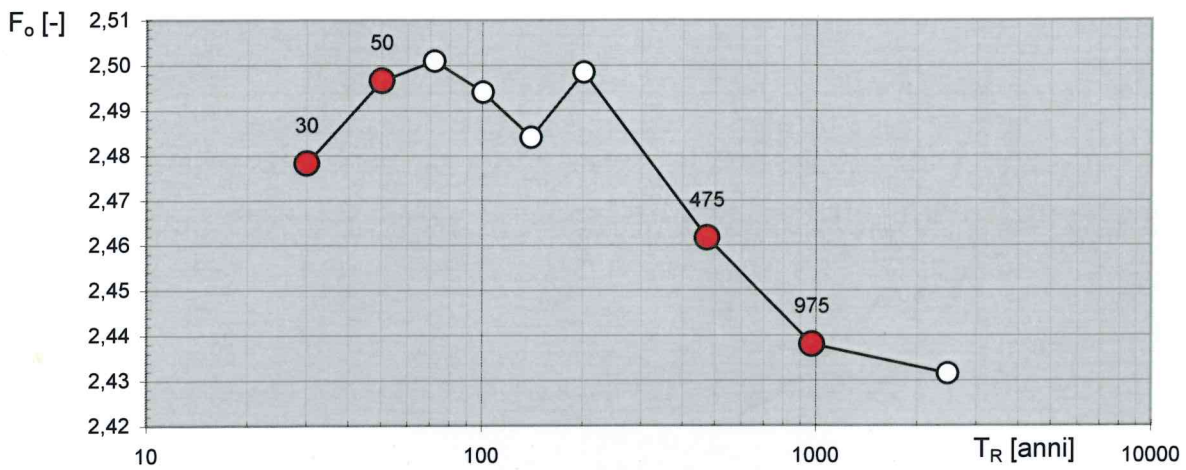
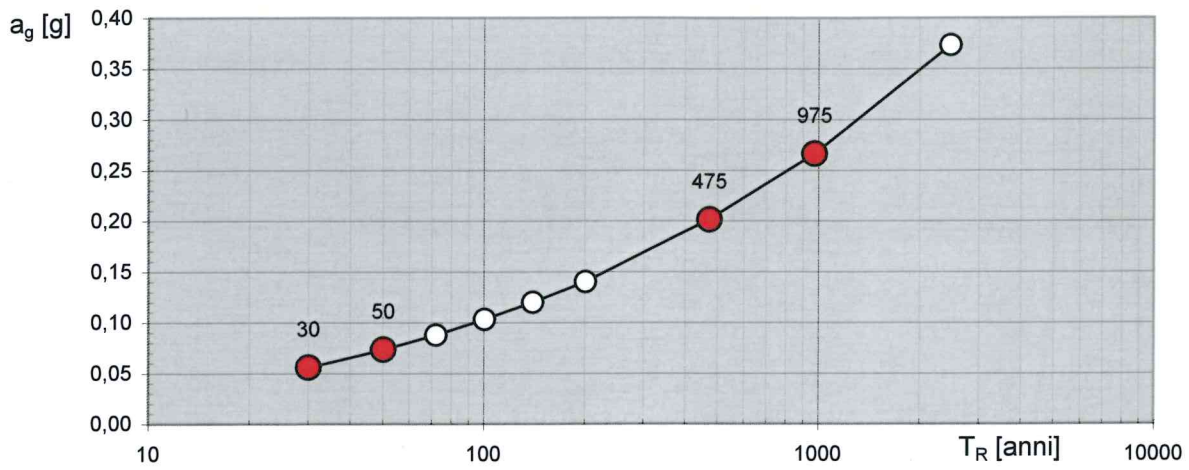


Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,056	2,478	0,278
50	0,073	2,496	0,290
72	0,088	2,501	0,294
101	0,103	2,494	0,301
140	0,120	2,484	0,315
201	0,140	2,498	0,322
475	0,201	2,462	0,334
975	0,266	2,438	0,343
2475	0,373	2,431	0,357

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite





Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,056	2,478	0,278
SLD	50	0,073	2,497	0,290
SLV	475	0,201	2,462	0,334
SLC	975	0,266	2,438	0,343

5. CARATTERI GEOTECNICI

Le ricerche ed i dati raccolti dai rilevamenti, hanno portato alla definizione dei caratteri geotecnici preliminari, del sito di intervento. L'assetto stratigrafico elaborato dal modello geologico porta ad un modello geotecnico strutturato come segue.

- 1° orizzonte geotecnico (spessore medio lungo il tracciato: da 2 m a sud fino a 15,00 m a nord)
- 2° orizzonte geotecnico (potenza media indicativa: 10,00 m)

1° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il primo orizzonte che si incontra, partendo dal piano campagna, è quello costituito da detriti alluvionali di forma prevalentemente sub-angolare (grado di arrotondamento $0,15 \div 0,25$), di varie dimensioni, sciolti o in breccie inglobati in una matrice sabbiosa limo-argillosa, con strati di concrezioni calcaree. Sotto l'aspetto geotecnico è da considerarsi di scadente qualità per base di fondazione come si evince dai seguenti parametri associati :

γ	2,1 t/m ³	20,59 KN/m ³	0,0021 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	1,5 t/m ²	14,71 KN/m ²	0,15 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	21°÷22°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	30÷50 t/m ²	300÷500 KN/ m ²	3÷5 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica
K	300 t/m ³	2942 KN/m ³	0,3 Kg/cm ³	Coefficiente di Winkler

2° ORIZZONTE GEOTECNICO

Questo orizzonte è composto da breccie ad elementi prevalentemente calcarei sub-arrotondati e ben cementati in una matrice limosa sabbiosa rossastra di origine residuale. L'analisi dei dati rilevati conduce ai seguenti parametri geotecnici:

γ	2,3 t/m ³	22,55 KN/m ³	0,0023 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	2,5 t/m ²	24,51 KN/m ²	0,25 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	28°÷30°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	500 t/m ²	4903 KN/ m ²	50 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica

6. CALCOLI GEOTECNICI

Sono di seguito elaborati i calcoli per la determinazione delle pressioni litostatiche alla profondità massima prevista per lo scavo di progetto

Profondità media dello scavo (m)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Livello della falda dal p.c. (m)	Pressione neutra (kN/m ²)	Tensione efficace (kN/m ²)	Tensione totale (kN/m ²)
Detriti alluvionali 1,5	20,59	---	0	30,88	30,88

7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Il presente lavoro sul tracciato denominato “*Estendimento 4*”, ricadente nel comune di San Giovanni Rotondo ha portato ad i seguenti risultati necessari e sufficienti a caratterizzare il sito.

1. considerata la costruzione di modesta rilevanza, che ricade in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, la caratterizzazione del sito si è basata sull’esperienza e sulle conoscenze già disponibili (§ 6.2.2 cap. 6 N.T.C. 2008 – D.M. 14.01.2008);
2. riscontrare l’inesistenza di pericoli considerevoli, connessi all’instaurarsi di sovrappressioni neutre in quanto non è ipotizzabile la presenza della falda freatica se non a grande profondità (oltre 150 m dal p.c.);
3. definire le caratteristiche geo-meccaniche della litologia su cui sarà eseguito lo scavo e valutare la compatibilità dello stesso con il modello geotecnico elaborato;
4. constatare la presenza di una fascia tettonizzata a nord dell’area di intervento che invita ad una sottostima di alcuni parametri geotecnici per ragioni precauzionali e per un maggior margine di sicurezza;
5. verificare l’assenza di effetti negativi del manufatto sulla stabilità geomorfologica dell’area interessata dal progetto nonché l’insussistenza di condizioni di instabilità geomorfologiche, visibili, al contorno.
6. l’assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (*geositi*) da salvaguardare.

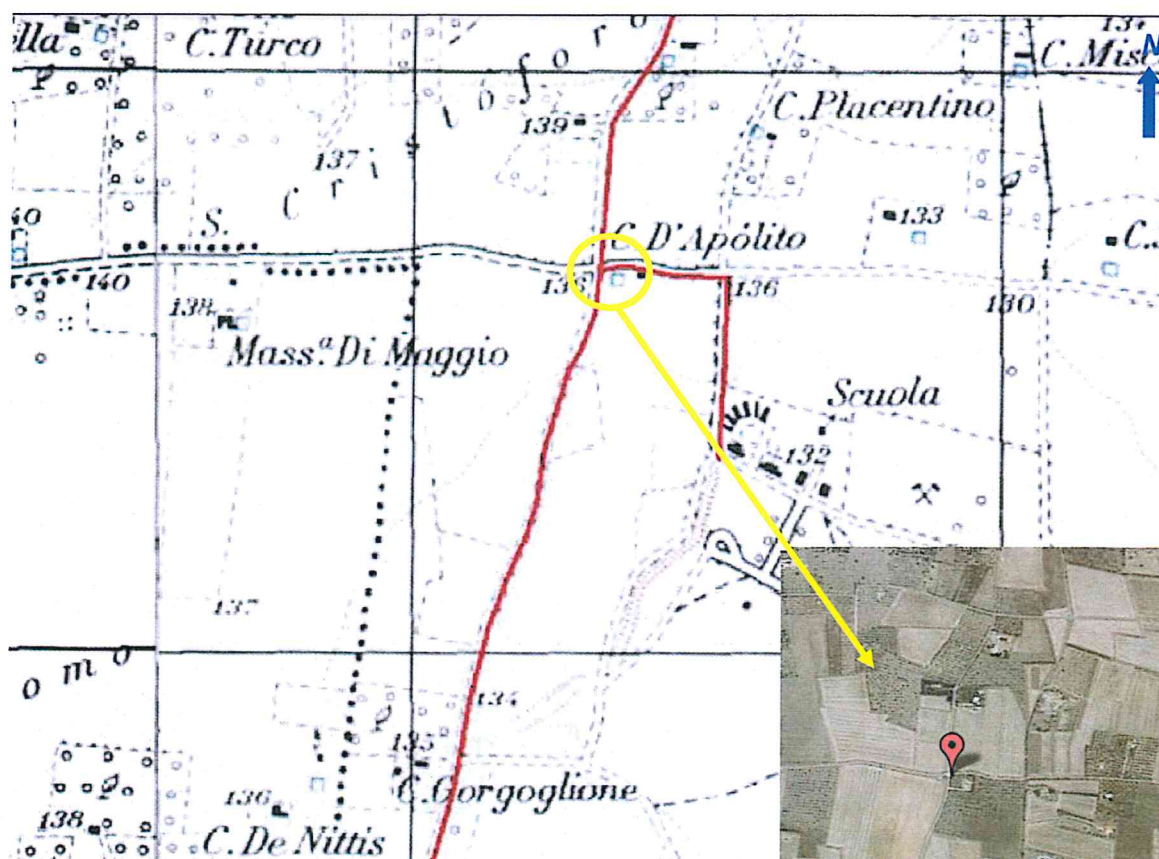
ESTENDIMENTO 4B

Comune: San Giovanni Rotondo

Località: “*San Cristoforo*”

SCHEDA TOPOGRAFICA
ESTENDIMENTO 4 – SETTORE B

Comuni	<i>San Giovanni Rotondo (FG)</i>
Località	<i>“San Cristoforo”</i>
Coordinate sito di progetto	WGS84: 41.64371 - 15.711393
Supporto cartografico	identificazione: F164 INO I.G.M.
	denominazione: I.G.M. “San Leonardo”
	scala: 1:25.000
Quota s.l.m.	Max: 142 m - min: 135 m
Informazioni sulla rete viaria	<i>SS273 direzione N-S a est del sito</i>
Presenza di attività antropiche	Area agricola



 = ubicazione coordinate sito di progetto

 = ubicazione puntuale coordinate WGS84

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

La litologia affiorante nell'area indagata è costituita da coperture poco consistenti di depositi continentali pleistocenici-olocenici costituiti da residui eluviali e soprattutto colluviali ovvero terre e detriti alluvionali, di varie dimensioni, provenienti dalle conoidi poste a nord. Tali coperture, in alcuni punti, possono superare il metro di spessore e possono contenere sottili strati di concrezioni calcaree.

Sotto i depositi terrigeni continuano rocce sedimentarie prevalentemente carbonatiche, di origine chimica è ascrivibili alle facies di back-reef (retroscogliera) che di frequente contengono lenti e/o sacche di terre rosse residuali che, in alcuni punti, vengono a giorno e sostituiscono la copertura. Nella formazione calcarea sono presenti anche intercalazioni di calcareniti, prive di fossili e mal stratificate, la cui origine è probabilmente da associare all'azione erosiva subita dalla terrazza mesozoica. In questa area, i calcari, si presentano fratturati e leggermente immergenti verso SO con una inclinazione compresa tra 10° e 15° . Sotto l'aspetto topografico, il sito su cui sarà realizzato il progetto si presenta con una blanda pendenza verso sud e ad una quota altimetrica che va da 142 a 135 m s.l.m. La morfologia complessiva della zona è plasmata da un carsismo epigeo ed ipogeo diffuso, che ha determinato in alcuni punti dei pozzi carsici vistosi come la grava di S. Leonardo, ubicata a SE, e la grava di Signoritti, situata a NE del sito.

Nell'area non si riscontrano falde superficiali, i pozzi ivi esistenti captano dalla falda di base, a circa -150 m dal p.c.. La qualità dell'acqua emunta è di scadente qualità in quanto salmastra.

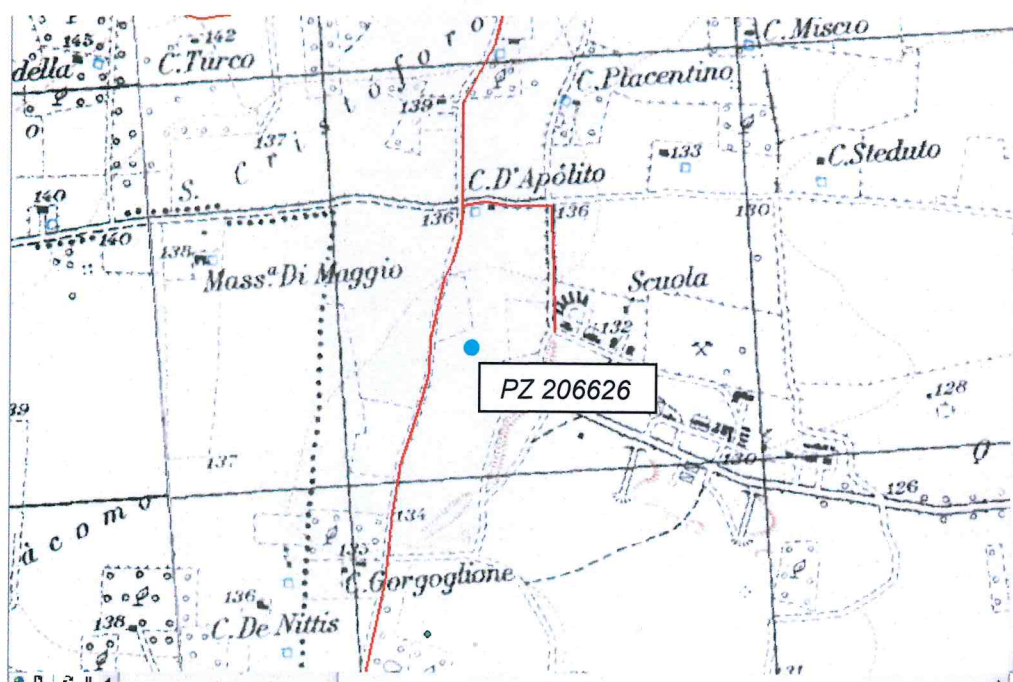


Fig. 22 – Pozzo rinvenuto

2. RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TECNICO

Con il criterio di seguito illustrato nelle tabelle si esegue la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni rappresentativi, di terra, prelevati in situ lungo il tracciato di scavo.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cmq)
Terreno	S1	molto tenero	facile rottura	<10
	S2	tenero	si rompe con le dita a forte pressione	>10
	S3	compatto	si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone	>20
	S4	duro	non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone	>40
	S5	molto duro	Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico	>70

(P. Colosimo et al. - 1982)

Per la classificazione dell'ammasso roccioso si è fatto riferimento al *RMR System (Rock Mass Rating - Bieniawski 1973)* che prevede una serie di analisi tra cui quella delle discontinuità presenti nella roccia. Nella fattispecie si è considerata area di studio una superficie di un fronte di scavo sub-verticale, rappresentativa, situata nelle immediate vicinanze della struttura oggetto della presente relazione.

Da i dati raccolti ed elaborati si evince un valore medio delle spazature, pari a 260,18 mm, parametro utile per la determinazione grafica del RQD % (*Rock Quality Designation*) che è ricavabile, anche, mediante la seguente relazione di *Palmstrom (1982)*:

$$RQD = 115 - 3,3 J_v$$

Dove J_v è il numero di fratture al metro cubo.

Quindi stimando il parametro J_v pari a 26 l'indice $RQD = 29.2$.

Noto il valore di RQD % si esegue la determinazione della *compressione uniassiale*, con il criterio di seguito illustrato in tabella, dei campioni di roccia rappresentativi.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (MPa)
Roccia	E	molto tenera	<i>si sbriciola con la punta affilata di un martello e può essere staccata con un coltello</i>	5-25
	D	tenera	<i>può essere staccata con fatica con un coltello</i>	25-50
	C	dura	<i>non può essere staccata con un coltello, i campioni possono spaccarsi in mano con un colpo di martello</i>	50-100
	B	molto dura	<i>i campioni possono essere rotti in mano con più colpi di martello</i>	100-200
	A	durissima	<i>occorrono molte martellate per staccare un campione</i>	> 200

(P. Colosimo et al. – 1982)

Dai dati di rilevamento, dai calcoli elaborati e da interpretazioni grafiche (Bieniawski 1979) si desumono i parametri della tabella successiva utili alla classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso.

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA			
parametri		range valori	punteggio di classificazione
resistenza del materiale intatto	indice della resistenza Point-load (MPa)	2-4	7
	resistenza alla compressione uniassiale (MPa)	50-100	
RQD %		29	8
spaziatura		200-600	10
condizioni della discontinuità		0,25-0,50 mm superfici ruvide leggermente alterate	25
condizioni idrauliche generali		umido	10
			Tot. 60

In base al punteggio di classificazione ottenuto ne risulta il seguente profilo geomeccanico riportato in prospetto.

PROFILO GEOMECCANICO (per punteggio tot. = 60)				
CLASSE	DESCRIZIONE	TEMPO MEDIO DI AUTOSOSTENTAMENTO	COESIONE (KPa)	ANGOLO D'ATTRITO
III	discreto	1 settimana per h = 5 m	200-300	25-35

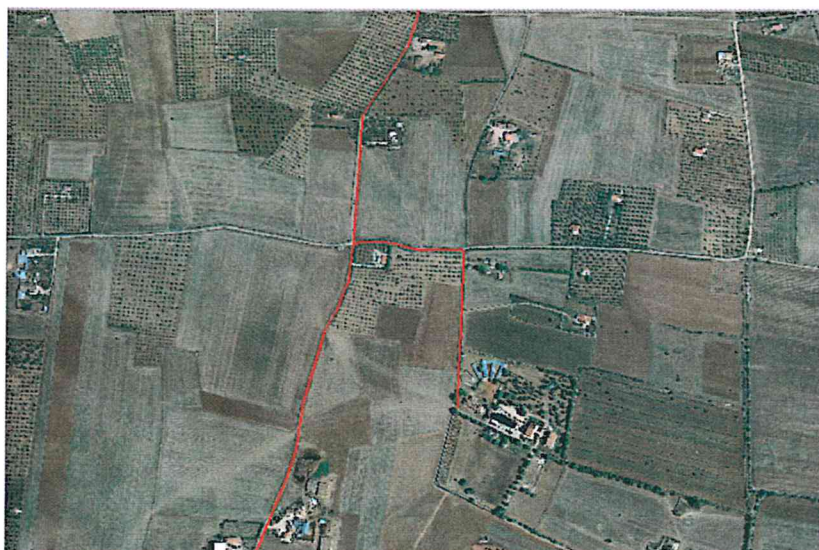


Fig. 22 – Ortofoto del settore 4B



Fig 23 – Foto del sito.

3. MODELLO GEOLOGICO

Dalle indagini si possono ricostruire due orizzonti stratigrafici di seguito dettagliati nelle litologie e nei rapporti stratigrafici.

Il **primo orizzonte** (spessore stimato lungo il tracciato: $0,50 \div 1,00$ m) è formato da pietrisco ($4 \div 64$ mm) e clasti (> 64 mm) calcarei scomposti, inglobati in una matrice terrigena poco compatta

costituita da limo-sabbioso debolmente argilloso proveniente dal deposito alluvionale ed in minor parte dall'alterazione in loco.

LITOLOGIA	
formazione	<i>Terre brune rossastre - Depositi alluvionali</i>
colore	<i>marrone chiaro-bruno rossastre</i>
litologia	<i>Limo-sabbioso debolmente argilloso con clasti calcarei</i>
eta'	<i>Pleistocene-Olocene</i>
spessore	<i>0,50-2,50 m</i>

Il **secondo orizzonte** (spessore medio indicativo: 200,00 m) è composto da calcari micritici a volte pseudoolitici stratificati in grossi banchi, spesso si alternano con calcareniti grigie e marroni deposte con stratificazioni irregolari e prive di fossili. Sono spesso carsificati e fratturati e possono contenere lenti o sacche di terre limo-argillose rosse residuali.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari di Masseria Quadrone"</i>
colore	<i>bianco- avana</i>
litologia	<i>calcari micritici pseudoolitici – calcareniti</i>
eta'	<i>Albiano-Cenomaniano (120 m.a.)</i>
potenza indicativa	<i>fino a 200 m</i>
fossili	<i>Microfauna : Cuneolina pavonia parva</i>

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE				
LITOLOGIA	TIPO DI PERMEABILITA'	PERMEABILITA' (cm/s)	COEFFICIENTE DI INFILTRAZIONE	TEMPO DI PERCORRENZA (30 cm)
CALCARI	per frattura e fessurazione	$1 \times 10^{-2}-10^{-3}$	80-90%	2,5 – 25 ore

4. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO;

L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** della nuova classificazione definita dall'ordinanza n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dal D.M. 14.01.2008.

Per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

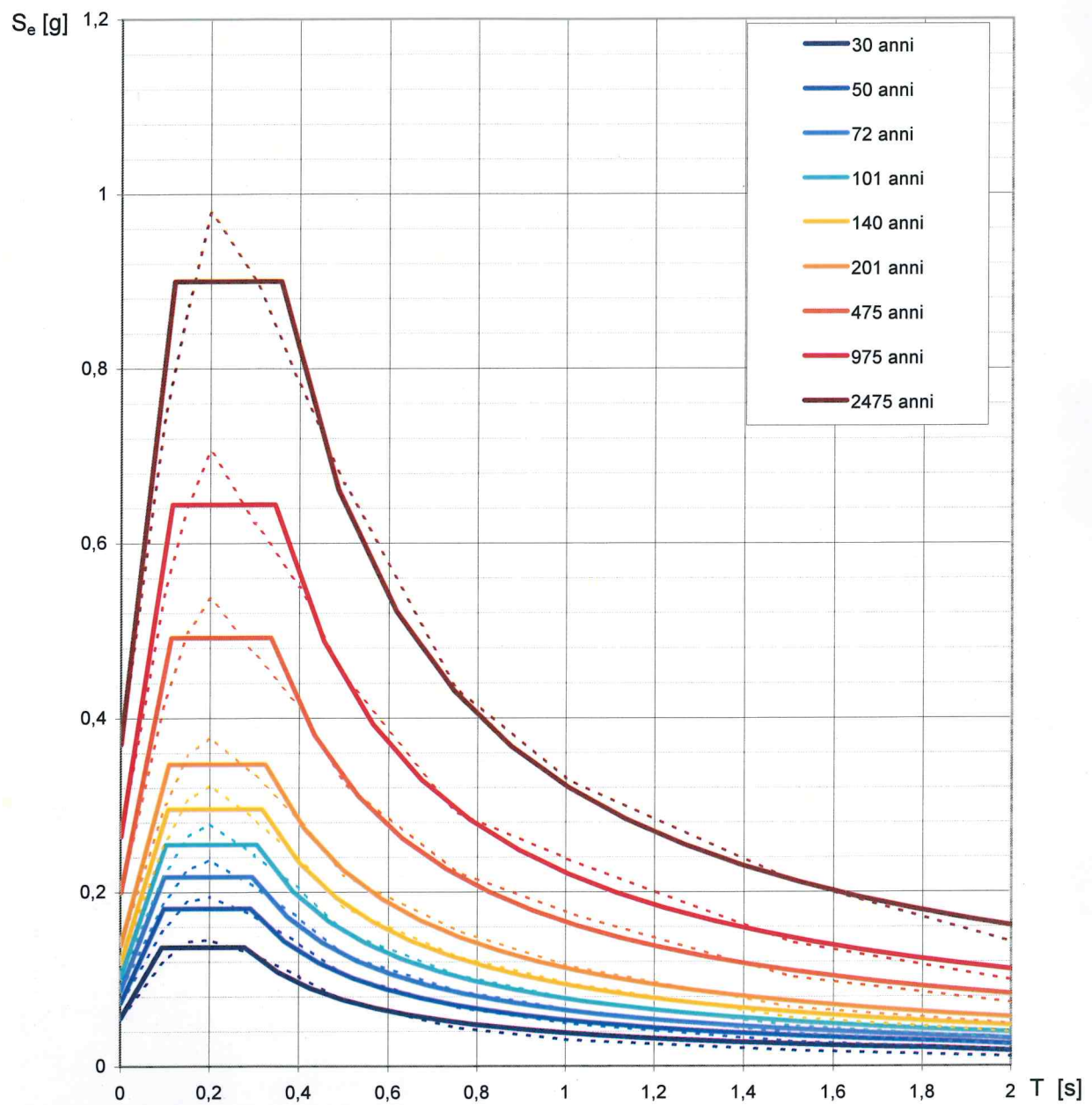
Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3 e paragrafo 6.2.2 capitolo 6 delle N.T.C. 2008 e considerata lo scavo di modesta rilevanza, che ricade in zona ben conosciuta

dal punto di vista geotecnico, la caratterizzazione del sito è basata sull'esperienza e sulle conoscenze già disponibili come da § 6.2.2 cap. 6 N.T.C. 2008 – D.M. 14.01.2008.

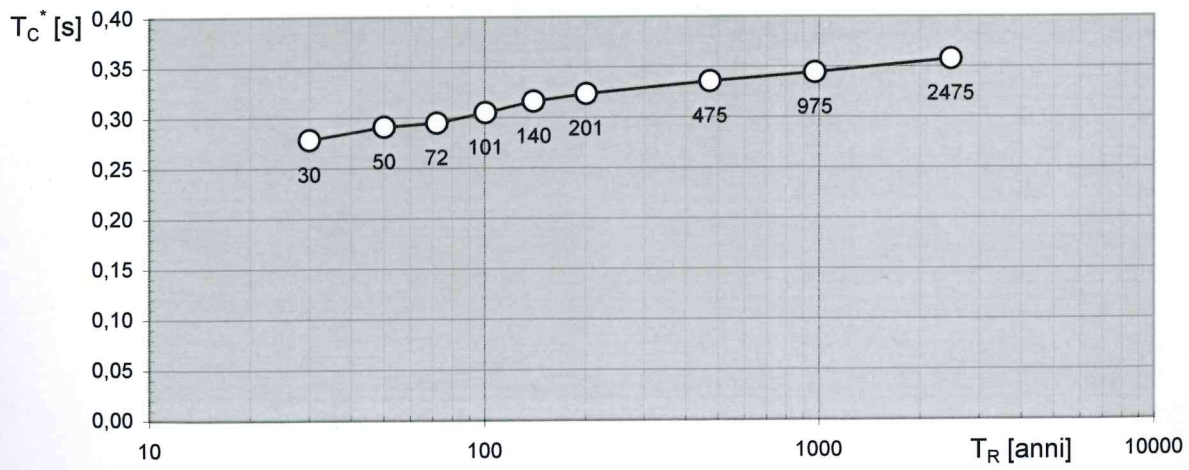
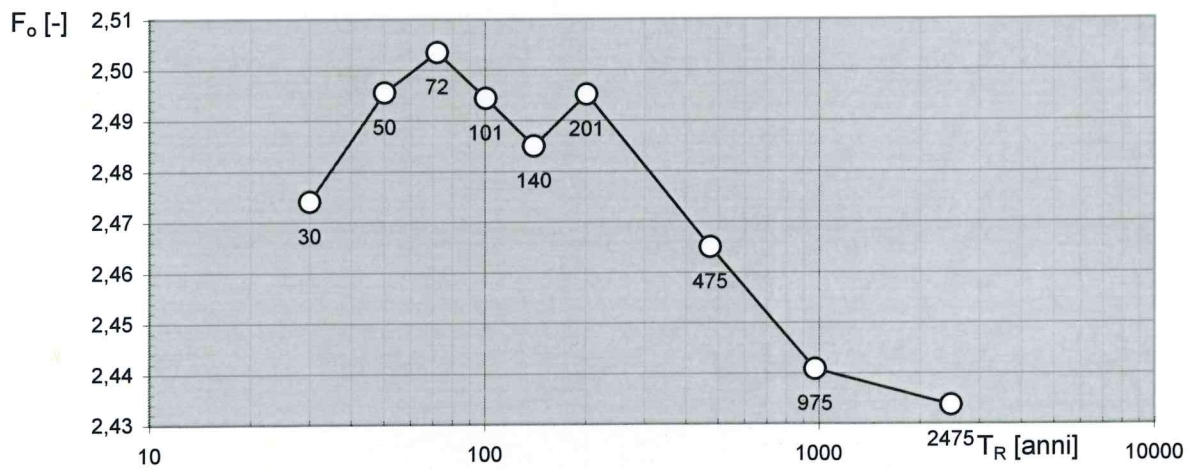
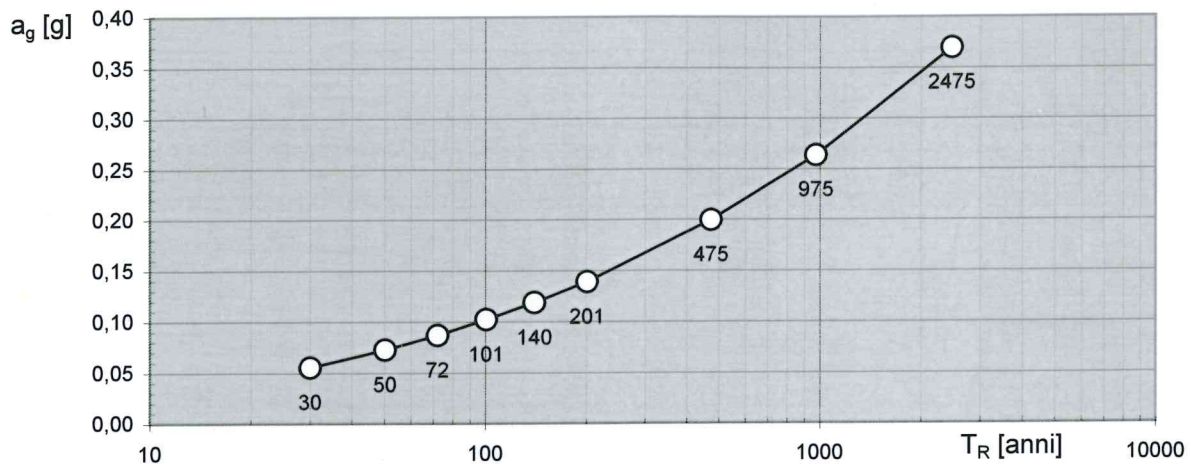
Nella zona di studio sono presenti *litologie calcaree* variamente e intensamente fratturate e carsificate, che possono essere annoverate alla *categoria di suolo A*, con $V_{S30} > 800$ m/s, che comprende “*ammassi rocciosi affioranti o con strato di alterazione superficiale non superiore a 3 m*”.

Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)		
<i>Nomenclatura</i>	<i>Definizione</i>	<i>Valore/tipo</i>
	Categoria di suolo	A
V_{S30}	Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità	>800 m/s
---	Categoria topografica	T1
---	Classe d'uso della costruzione	II
C_U	Coefficiente d'uso	0.7
V_N	Vita nominale della costruzione	50 anni
V_R	Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U$	35 anni
---	Zona sismica	2
---	Pericolosità sismica	Media

E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.



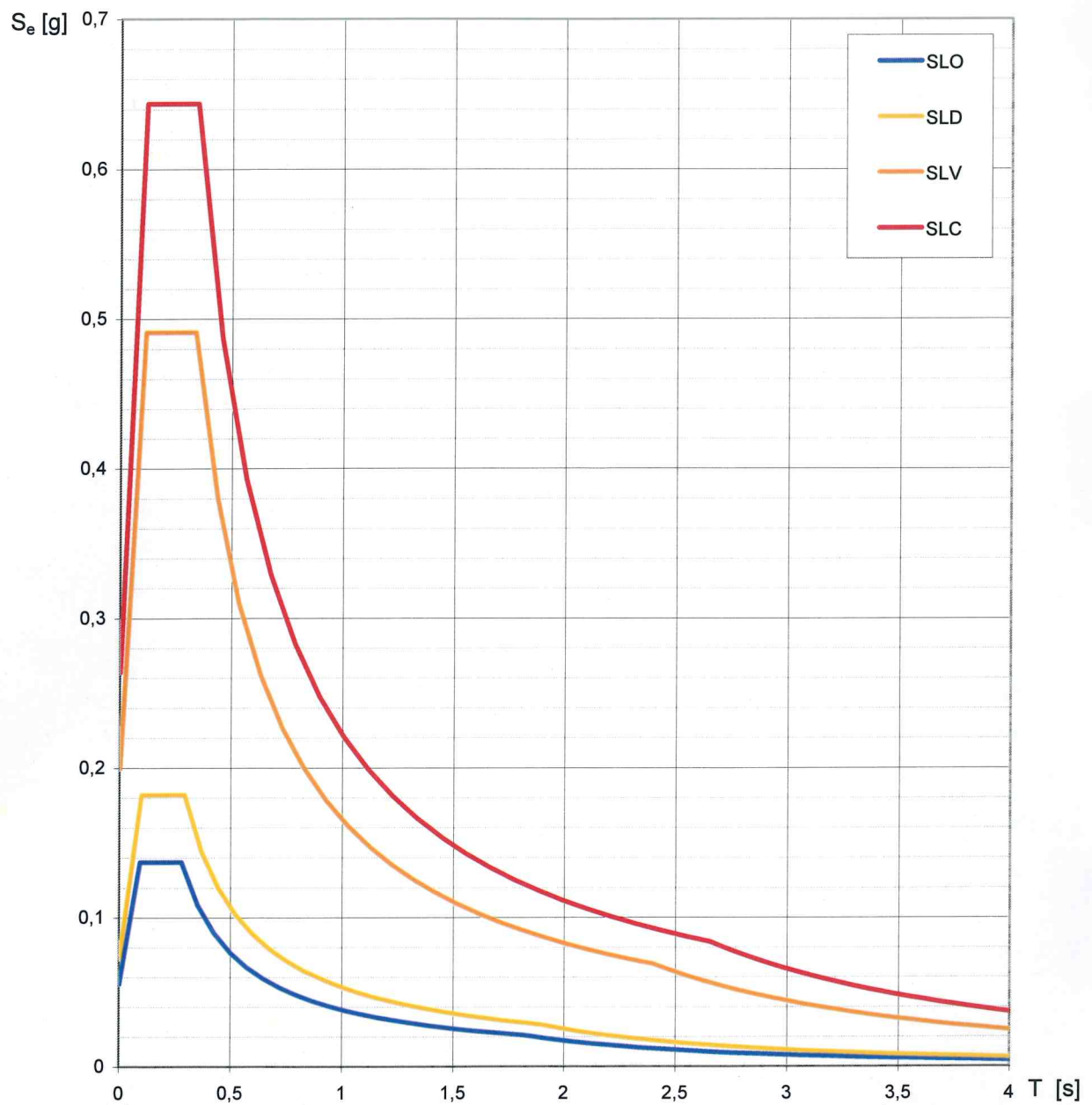
NOTA:

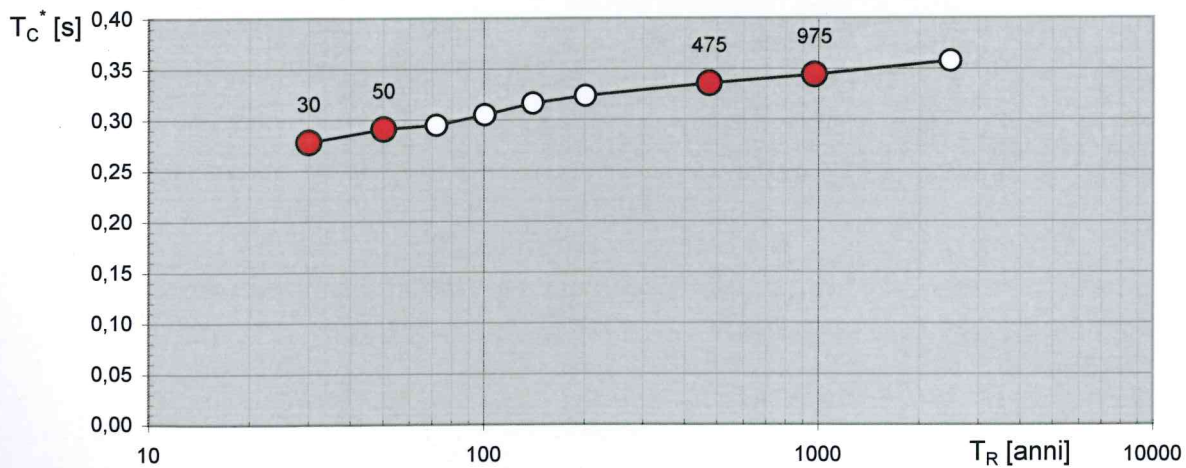
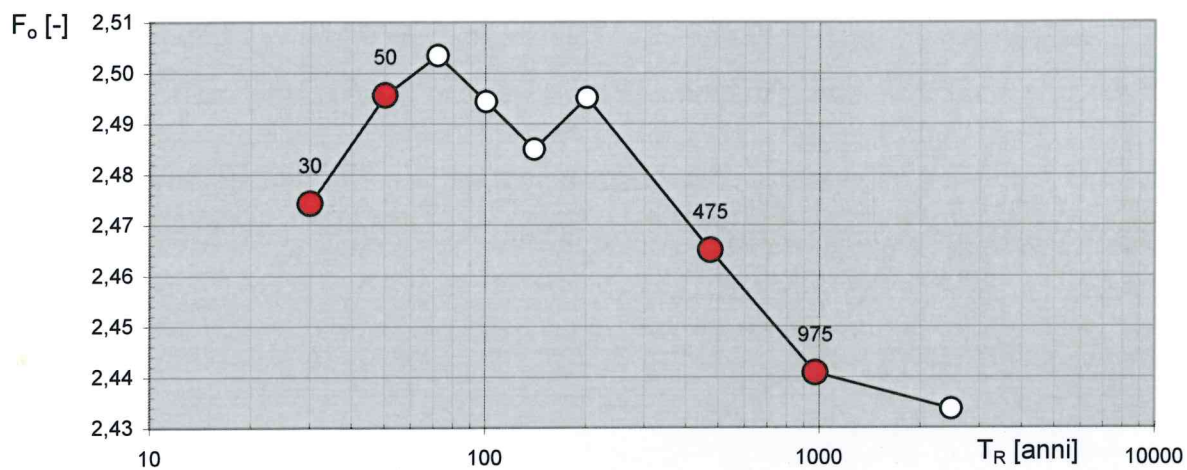
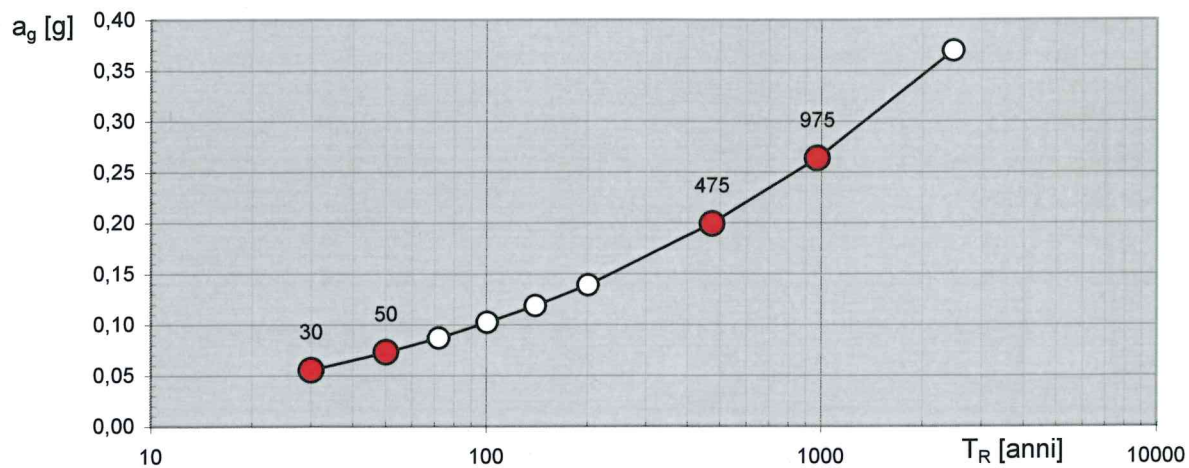


Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,055	2,474	0,278
50	0,073	2,496	0,291
72	0,087	2,503	0,295
101	0,102	2,494	0,305
140	0,119	2,485	0,316
201	0,139	2,495	0,323
475	0,199	2,465	0,335
975	0,264	2,441	0,344
2475	0,369	2,434	0,357

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite





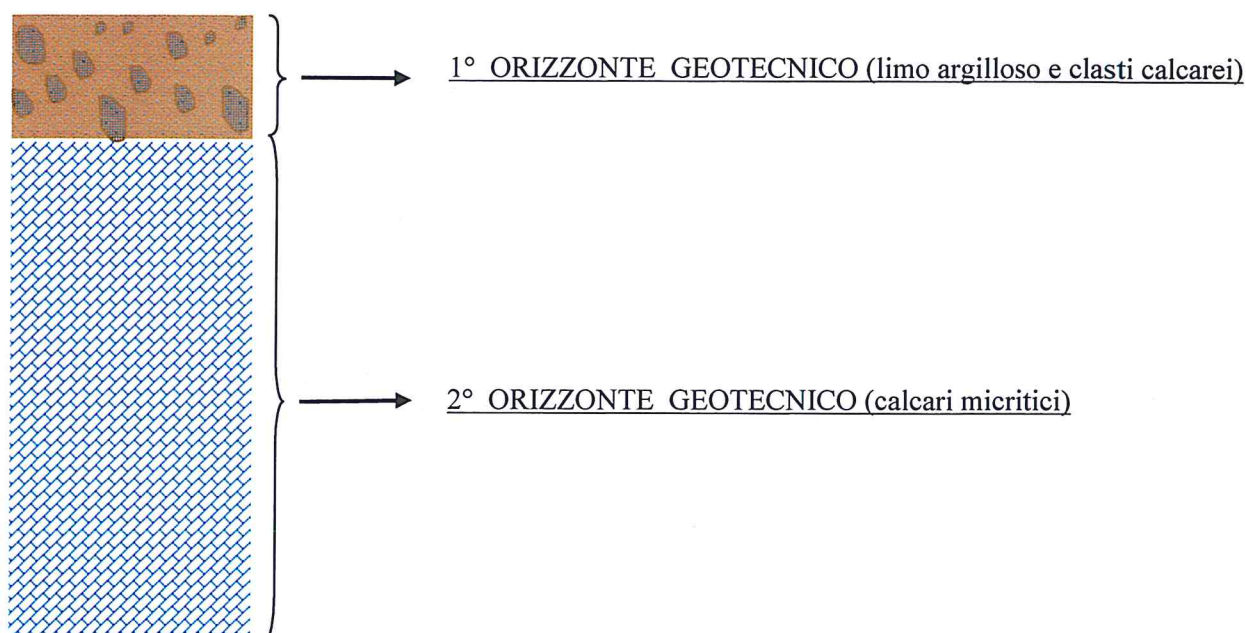
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,055	2,474	0,278
SLD	50	0,073	2,496	0,291
SLV	475	0,199	2,465	0,335
SLC	975	0,264	2,441	0,344

5. CARATTERI GEOTECNICI

I rilevamenti effettuati e i dati raccolti hanno portato alla definizione di alcuni *caratteri geotecnici*, del sito di intervento, così schematizzato e caratterizzato:

- 1° *orizzonte geotecnico* (profondità media: p.c.÷1,00 m)
- 2° *orizzonte geotecnico* (profondità indicativa: da - 1,00 a -200 m)



1° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il primo orizzonte geotecnico che si incontra, partendo dal piano campagna, è quello costituito da pietrisco e clasti di natura calcarea scomposti in una matrice terrigena, di limo sabbioso, scarsamente compatta e i residui argillosi insolubili dei calcari intensamente carsificati. Questo tipo di terreno è in parte autoctono ed in parte proveniente dalla porzioni terminali delle conoidi di deiezione poste a nord. Sotto l'aspetto geotecnico non è di buona qualità come si evince dalle seguenti caratteristiche tecniche:

γ	1,8 t/m ³	17,65 kN/m ³	0,0018 kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	0,5 t/m ²	5 kN/m ²	0,05 kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	22°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Ed	18500 t/m ²	181425 kN/ m ²	1850 kg/cm ²	Modulo di compressibilità
v	0,30			modulo di Poisson

2° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il secondo orizzonte è costituito da calcari micritici, a volte pseudoolitici, a tratti carsificati e fratturati a volte più omogenei e di colore bianchi-avana, con probabili blocchi e clasti cementati da riempimenti limo-argillosi e contenente a volte sacche o lenti di terre rosse. Considerata la possibile presenza di ammassi rocciosi irregolari di dimensioni metriche, sacche di terre rosse e/o brecce, che potrebbero essere causa di cedimenti differenziali, nel complesso il substrato calcareo lo si può considerare “discreto” dal punto di vista geomeccanico.

L'orizzonte in questione si può inquadrare nel seguente profilo:

γ	2,5 t/m ³	24,51 kN/m ³	0,0025 kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	50 t/m ²	200 kN/m ²	5 kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	30°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Ed	155000 t/m ²	1520054 kN/m ²	15500 kg/cm ²	Modulo di compressibilità
K	10000÷15000 t/m ³	100000÷150000 kN/m ³	10÷15 kg/cm ³	Coefficiente di Winkler
v	0,45			modulo di Poisson

6. CALCOLI GEOTECNICI

Le pressioni litostatiche alla profondità di posa della condotta idrica, sono di seguito dettagliate:

Profondità media dello scavo (m)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Livello della falda dal p.c. (m)	Pressione neutra (kN/m ²)	Tensione efficace (kN/m ²)	Tensione totale (kN/m ²)
Detriti alluvionali 1,0	20,59	---	0	20,59	20,59
Calcari micritici 0,50	24,51	- 200	0	12,25	32,84

7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Per il settore denominato “estendimento 4B”, dai dati a disposizione e dalle elaborazioni degli stessi si arriva alle seguenti considerazioni e conclusioni:

1. E' plausibile intercettare lo strato roccioso calcareo durante le operazioni di scavo, quindi il piano di posa delle tubazioni può ricadere sul substrato calcareo;
2. non è prevedibile la presenza della falda freatica in prossimità dei volumi significativi dell'opera;

3. sottostima di alcuni parametri geotecnici dei calcari per ragioni precauzionali e per un maggior margine di sicurezza in quanto è possibile la presenza di faglie tettoniche;
4. verificare l'assenza di effetti negativi del manufatto sulla stabilità geomorfologica dell'area interessata dal progetto;
5. l'assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (*geositi*) da salvaguardare.

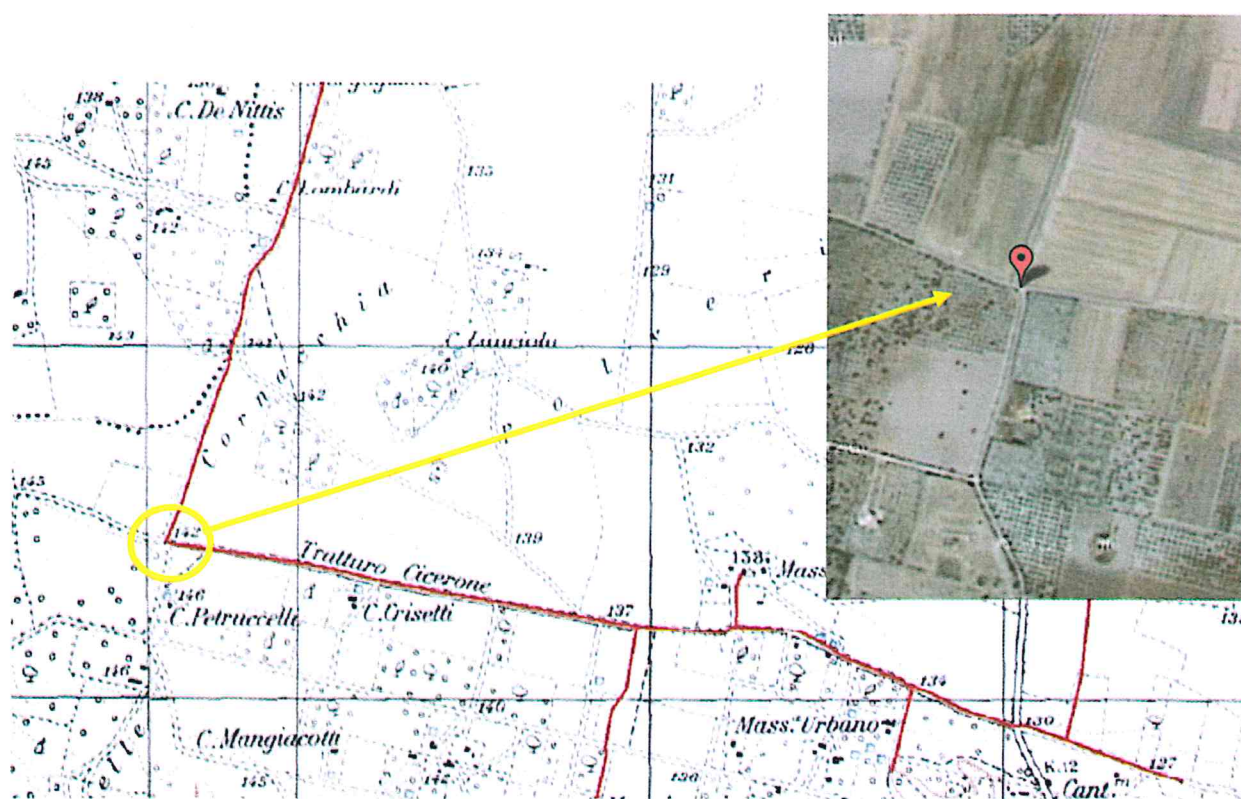
ESTENDIMENTO 4C


Comune: *San Giovanni Rotondo*


Località: *“Polverino”*

SCHEDA TOPOGRAFICA
ESTENDIMENTO 4 – SETTORE C

Comuni	<i>San Giovanni Rotondo (FG)</i>
Località	<i>"Polverino"</i>
Coordinate sito di progetto	<i>WGS84: 41.623783 - 15.70296</i>
Supporto cartografico	<i>identificazione: F164 IV NE – INO I.G.M.</i>
	<i>denominazione: I.G.M. "Monte Granata" - "San Leonardo"</i>
	<i>scala: 1:25.000</i>
Quota s.l.m.	<i>min: 135 m – Max: 142 m -</i>
Informazioni sulla rete viaria	<i>SS273 direzione N-S a est del sito</i>
Presenza di attività antropiche	<i>Area agricola</i>



 = ubicazione coordinate sito di progetto

 = ubicazione puntuale coordinate WGS84

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

La geologia su cui sarà posato il settore denominato “*estendimento 4C*” è resa singolare dalla presenza dei calcari bauxitici. Il piano campagna si presenta con coperture più o meno consistenti di terre rosse limo-argillose contenenti clasti calcarei sparsi. Questi depositi si diradano in alcuni punti e sono sostituiti da depositi sabbiosi limosi debolmente argillosi contenenti ciottoli sparsi e a volte concrezioni calcaree.

Sotto i depositi superficiali insiste la formazione composta da calcari a grana fine a volte sottilmente stratificati e con intercalazioni di marne giallastre. Alla base di questa, una breccia poligenica spessa pochi metri, segna la trasgressione di questi terreni sulla formazione dei “Calcari di Masseria Quadrone”, a nord, e su quella dei “Calcari oolitici di Coppa Guardiola” a sud. Lungo il contatto di trasgressione si trovano depositi di bauxite un tempo sfruttati industrialmente.

Le Bauxiti di età cenomaniana-turoniana affiorano in più punti del Gargano, e manifestazioni analoghe e grossomodo coeve sono conosciute anche in altre aree della Puglia. Esse documentano una fase di continentalità all'interno della successione, per il resto interamente marina, del Mesozoico. Spesso si tratta solo di esigue lenti o sacche contenute nelle rocce calcaree della Piattaforma Carbonatica Apula, ma in alcune località formano giacimenti sufficientemente cospicui da essere, in un recente passato, sfruttati come materia prima per la produzione dell'alluminio. Quello incontrato nell'area di studio, è stato sfruttato dalla Società Montecatini fra il 1937 ed il 1973 ed è il più noto fra i giacimenti pugliesi.

La formazione del deposito di bauxite è legata all'erosione delle rocce carbonatiche in un clima subtropicale. Quest'area, nel Cenomaniano superiore (90 m.a.), emersa dal mare esponeva i calcari all'azione degli agenti atmosferici. Le acque meteoriche causarono la graduale dissoluzione del calcare, favorendo l'accumularsi delle impurità non idrosolubili come argille, ossidi di ferro e di alluminio. Questi depositi accumulatisi nelle aree topograficamente più depresse subirono processi di laterizzazione con conseguente asporto preferenziale del costituente siliceo e selezionando ossidi di alluminio e ferro, lasciati in posto, che hanno arricchito il giacimento.

Nell'area sono stati rinvenuti tre pozzi ufficialmente censiti con falda captata a profondità comprese tra -150 m e -176 m dal p.c.

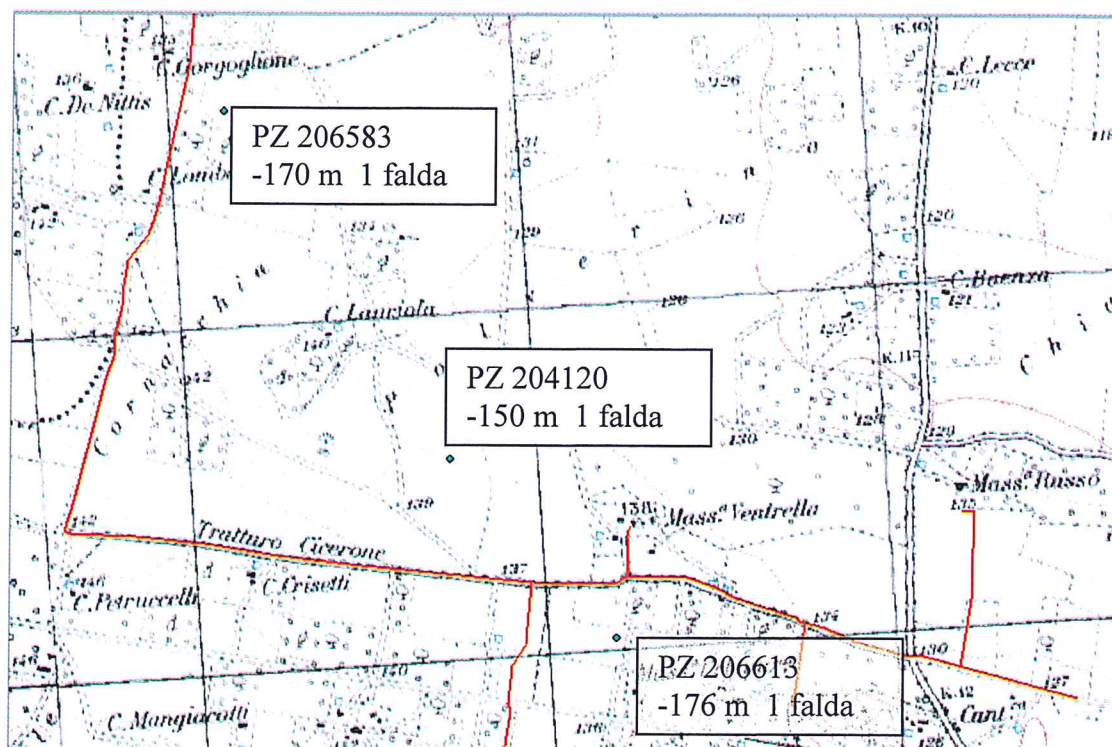


Fig. 24 – pozzi rinvenuti

Nella presente relazione si ritiene utile allegare una pianta dettagliata della miniera di bauxite, sfruttata dalla Montecatini, per verificare l'eventuale interazione della stessa con il progetto in previsione.

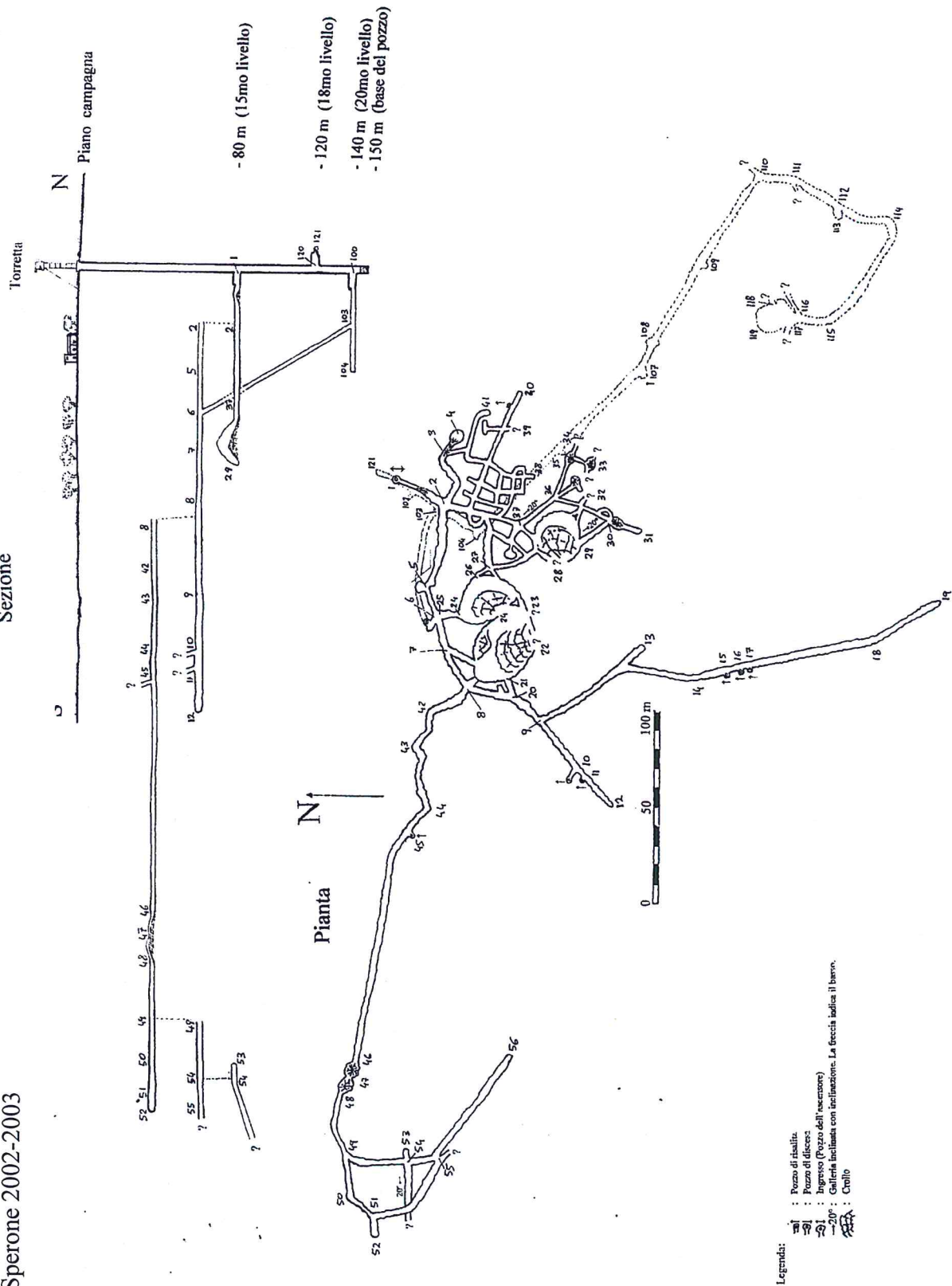
Fig 25 -

MINIERA DI BAUXITE DELLA SOCIETA' MONTECATINI 563 PU

Rilievo top. : *V. Cafaro, M. Latiano, V. Savino & S. Wagensommer*

Speleo Club Sperone 2002-2003

Sezione



2. RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TECNICO

Con metodo speditivo e facendo riferimento alle tabelle di seguito riportate, si esegue la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni rappresentativi, di terra, prelevati in situ lungo il tracciato di scavo.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cmq)
Terreno	S1	<i>molto tenero</i>	facile rottura	< 10
	S2	<i>tenero</i>	si rompe con le dita a forte pressione	> 10
	S3	<i>compatto</i>	si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone	> 20
	S4	<i>duro</i>	non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone	> 40
	S5	<i>molto duro</i>	Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico	> 70

(P. Colosimo et al. – 1982)

Si esegue la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni di roccia affioranti, con il criterio di seguito illustrato in tabella.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (MPa)
Roccia	E	<i>molto tenera</i>	si sbriciola con la punta affilata di un martello e può essere staccata con un coltello	5-25
	D	<i>tenera</i>	può essere staccata con fatica con un coltello	25-50
	C	<i>dura</i>	non può essere staccata con un coltello, i campioni possono spaccarsi in mano con un colpo di martello	50-100
	B	<i>molto dura</i>	i campioni possono essere rotti in mano con più colpi di martello	100-200
	A	<i>durissima</i>	occorrono molte martellate per staccare un campione	> 200

(P. Colosimo et al. – 1982)



Fig. 26 – Foto aerea settore 4C



Fig. 27 – Foto del sito

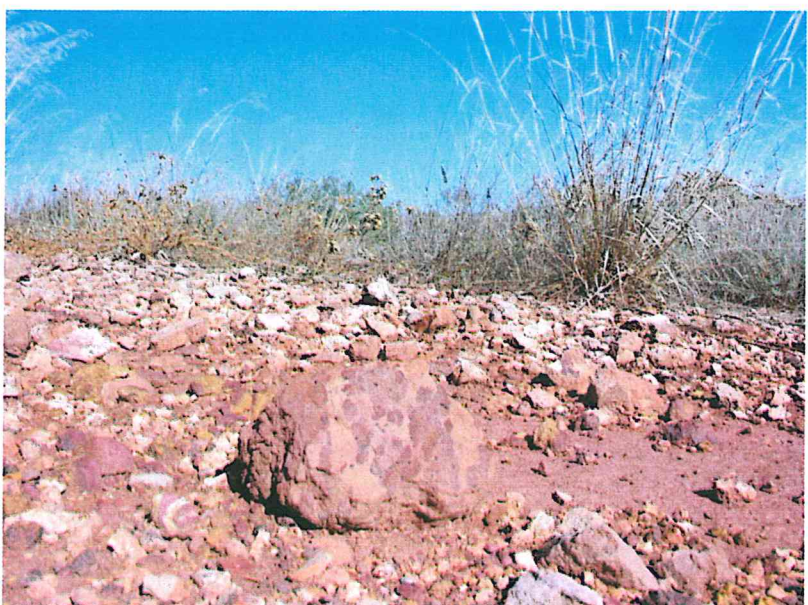


Fig. 28 - Minerale di bauxite affiorante nei pressi del settore 4C"

3. MODELLO GEOLOGICO

Il modello geologico elaborato sui dati disponibili risulta ben attendibile sulle litologie e più sommario sulle geometrie stratigrafiche. Infatti esso, individua due strati sub-orizzontali ben distinti e definiti sotto l'aspetto litologico ma diviene meno preciso sugli spessori degli stessi per via della loro variabilità spaziale.

Il **primo orizzonte** (spessore stimato lungo il tracciato: 0,50÷1,00 m) è formato da terre rosse limo-argillose eluviali contenenti clasti calcarei sparsi. Questi depositi si diradano in alcuni punti e sono sostituiti da depositi alluvionali, sabbiosi limosi debolmente argillosi, contenenti ciottoli sparsi e a volte concrezioni calcaree.

LITOLOGIA	
formazione	<i>Terre brune rossastre - Depositi alluvionali</i>
colore	<i>brune rossastre - marrone chiaro</i>
litologia	<i>Limo-argilloso con clasti calcarei – sabbie-limose debolmente argillose con clasti calcarei</i>
eta'	<i>Pleistocene-Olocene</i>
spessore	<i>0,50-2,00 m</i>

COMPOSIZIONE MINERALOGICA DELLE ARGILLE (Crema 1931)					
argille rosse	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>TiO₂</i>	<i>P.C.</i>

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE				
	<i>PERMEABILITA' (cm/s)</i>	<i>POROSITA'</i>	<i>GRADIENTE</i>	<i>TEMPO DI PERCORRENZA (30 cm)</i>
argille rosse	<i>1x10⁻⁶</i>	<i>0,50</i>	<i>0,10-0,01</i>	<i>4,8-48 anni</i>

Il **secondo orizzonte** (spessore medio indicativo: 400,00 m) è composto da calcari bianchi e avana a grana fine, stratificato in livelli sottili e con sporadiche intercalazioni di marne giallastre. Questi calcari contengono depositi bauxitici, soprattutto alla base, in corrispondenza dello strato di breccie poligeniche che ne segnano il confine con la formazione sottostante. Come le altre litologie mesozoiche affioranti in zona sono spesso carsificati e fratturati e possono contenere lenti o sacche di terre limo-argillose rosse residuali.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari di Casa Lauriola"</i>
colore	<i>bianco- avana</i>
litologia	<i>calcari a grana fine – marne giallastre</i>
eta'	<i>Senoniano (90 m.a.)</i>
potenza indicativa	<i>fino a 400 m</i>
fossili	<i>Ostracodi e Caracee</i>

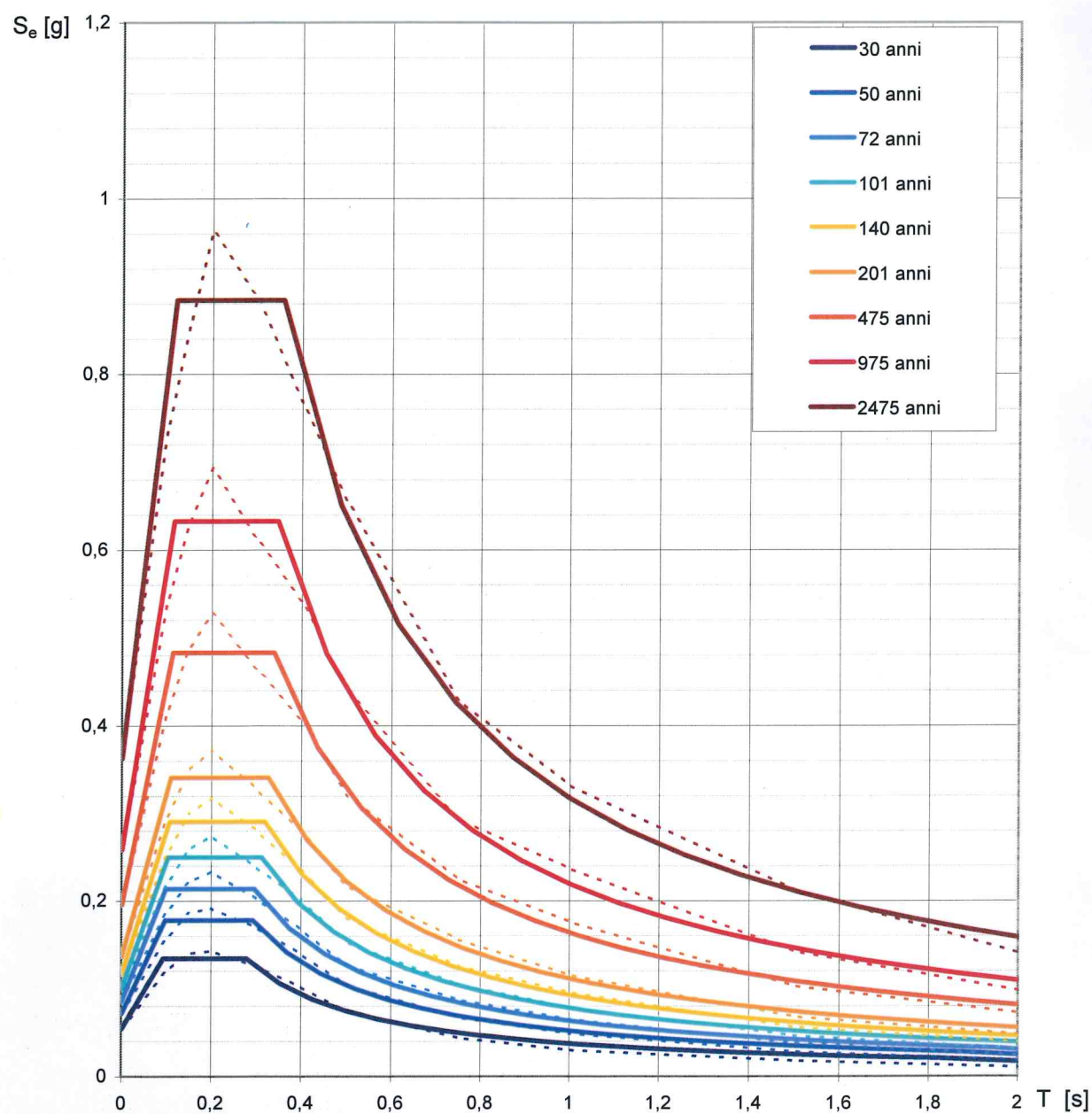
CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE				
LITOLOGIA	TIPO DI PERMEABILITA'	PERMEABILITA' (cm/s)	COEFFICIENTE DI INFILTRAZIONE	TEMPO DI PERCORRENZA (30 cm)
calcari	<i>per frattura e fessurazione</i>	$1 \times 10^{-2} - 10^{-3}$	80-90%	2,5 – 25 ore

4. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO;

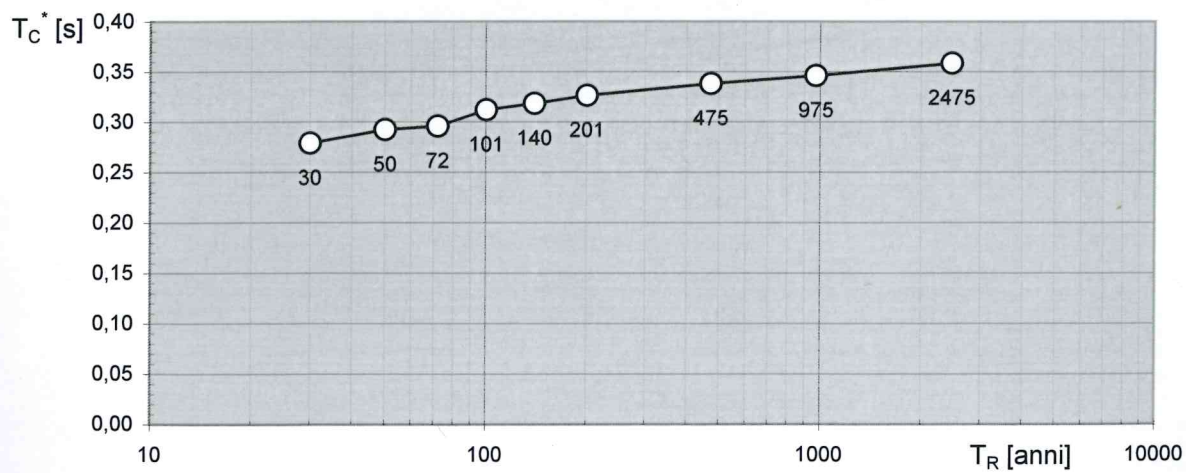
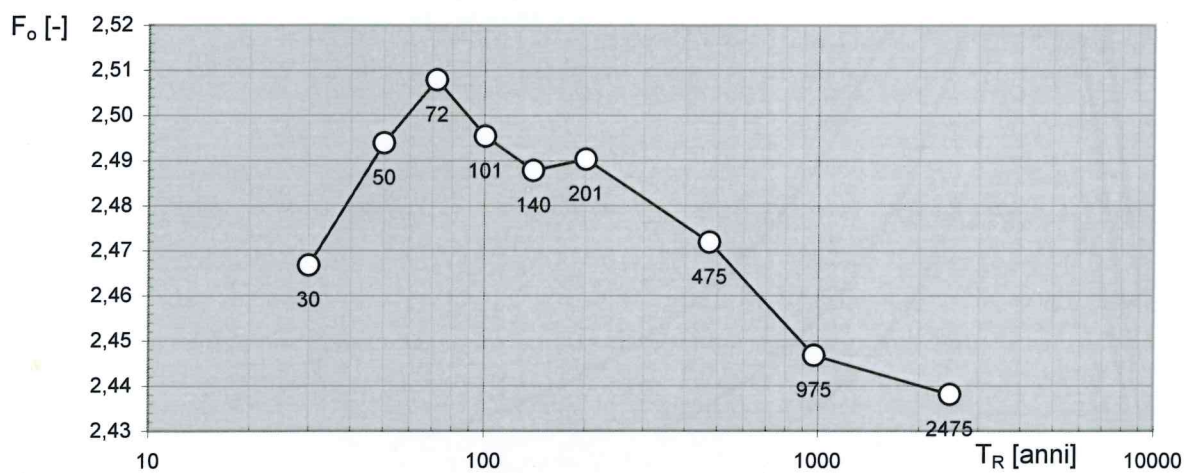
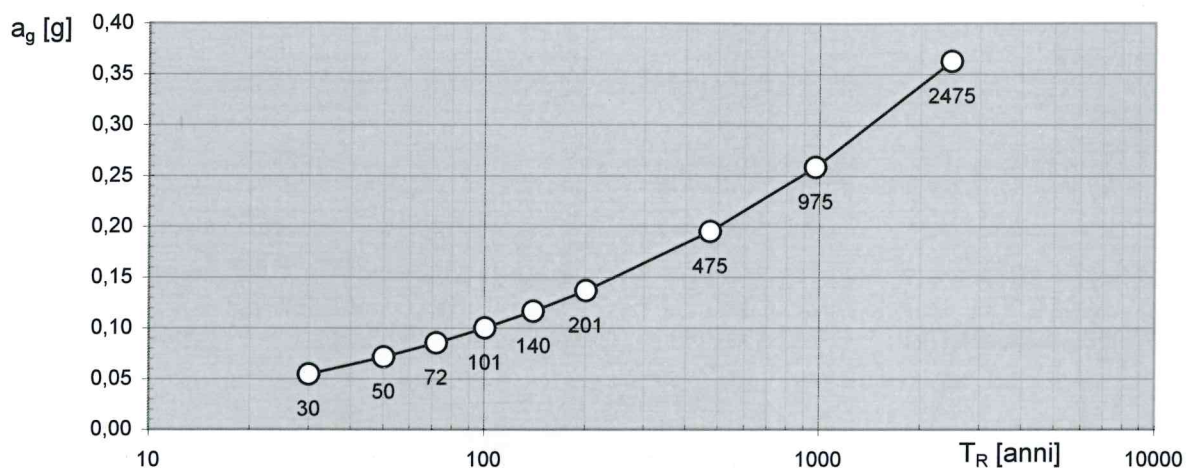
L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** della nuova classificazione definita dall'ordinanza n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dal D.M. 14.01.2008. Per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$. Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3 e paragrafo 6.2.2 capitolo 6 delle N.T.C. 2008 e considerata lo scavo di modesta rilevanza, che ricade in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, la caratterizzazione del sito è basata sull'esperienza e sulle conoscenze già disponibili come da § 6.2.2 cap. 6 N.T.C. 2008 – D.M. 14.01.2008. Nella zona di studio sono presenti litologie calcaree variamente e intensamente fratturate e carsificate, che possono essere annoverate alla categoria di suolo **A**, con $V_{S30} > 800$ m/s, che comprende *"ammassi rocciosi affioranti o con strato di alterazione superficiale non superiore a 3 m."*

Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)		
Nomenclatura	Definizione	Valore/tipo
	<i>Categoria di suolo</i>	<i>A</i>
V_{S30}	<i>Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità</i>	<i>>800 m/s</i>
---	<i>Categoria topografica</i>	<i>T1</i>
---	<i>Classe d'uso della costruzione</i>	<i>II</i>
C_U	<i>Coefficiente d'uso</i>	<i>0.7</i>
V_N	<i>Vita nominale della costruzione</i>	<i>50 anni</i>
V_R	<i>Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U$</i>	<i>35 anni</i>
---	<i>Zona sismica</i>	<i>2</i>
---	<i>Pericolosità sismica</i>	<i>Media</i>

E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.

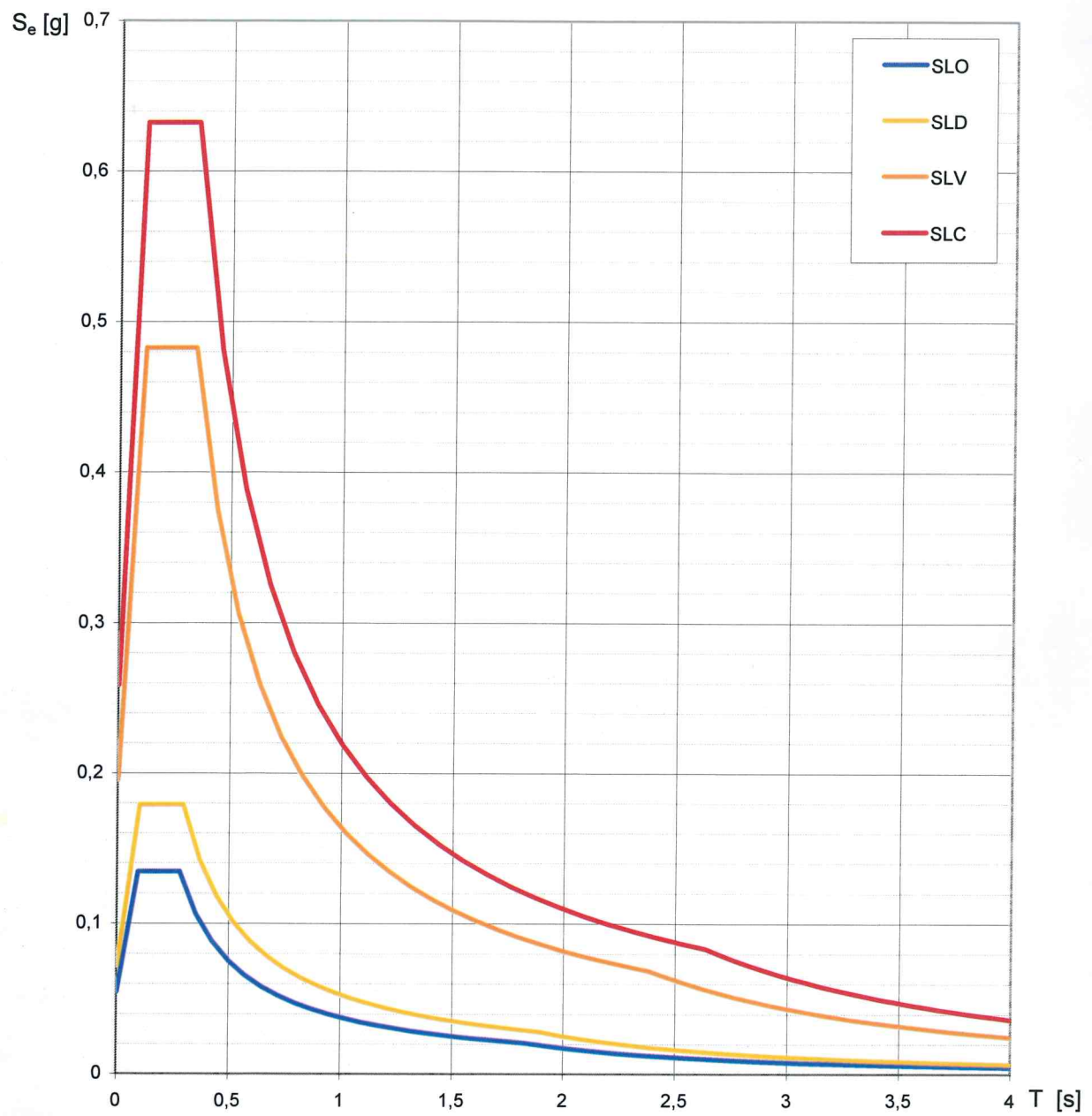


NOTA:

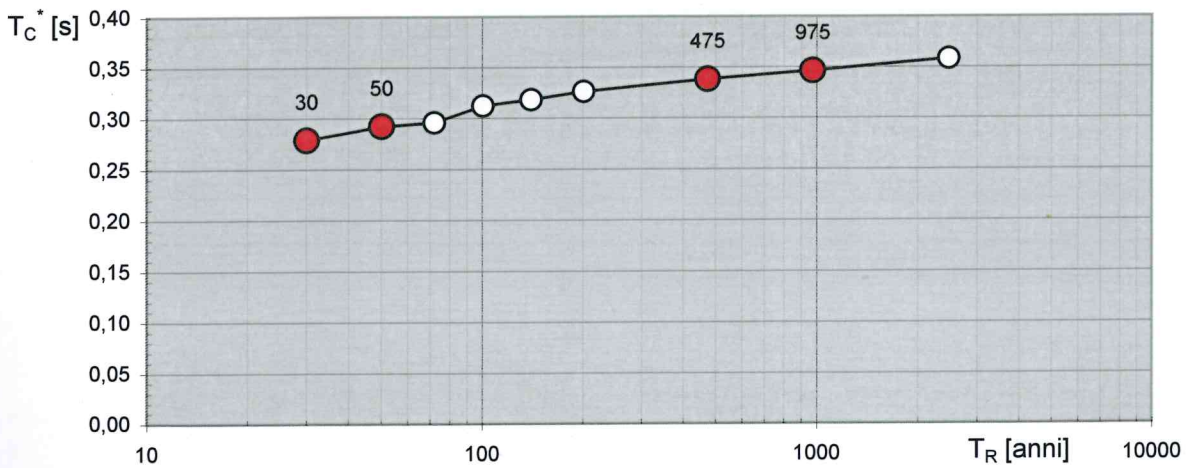
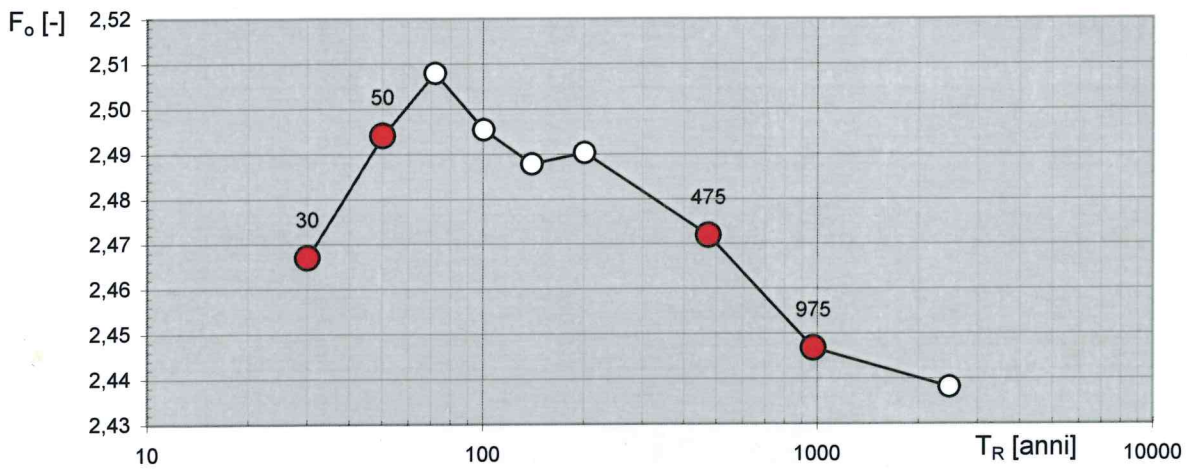
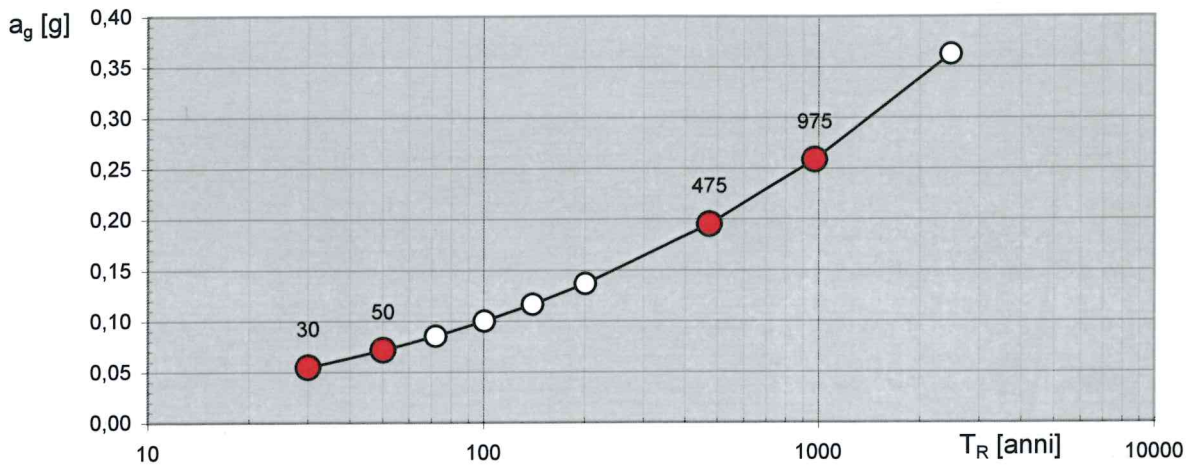


Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,054	2,467	0,279
50	0,071	2,494	0,292
72	0,085	2,508	0,295
101	0,100	2,495	0,312
140	0,117	2,488	0,318
201	0,137	2,490	0,326
475	0,195	2,472	0,338
975	0,258	2,447	0,346
2475	0,362	2,438	0,358



Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



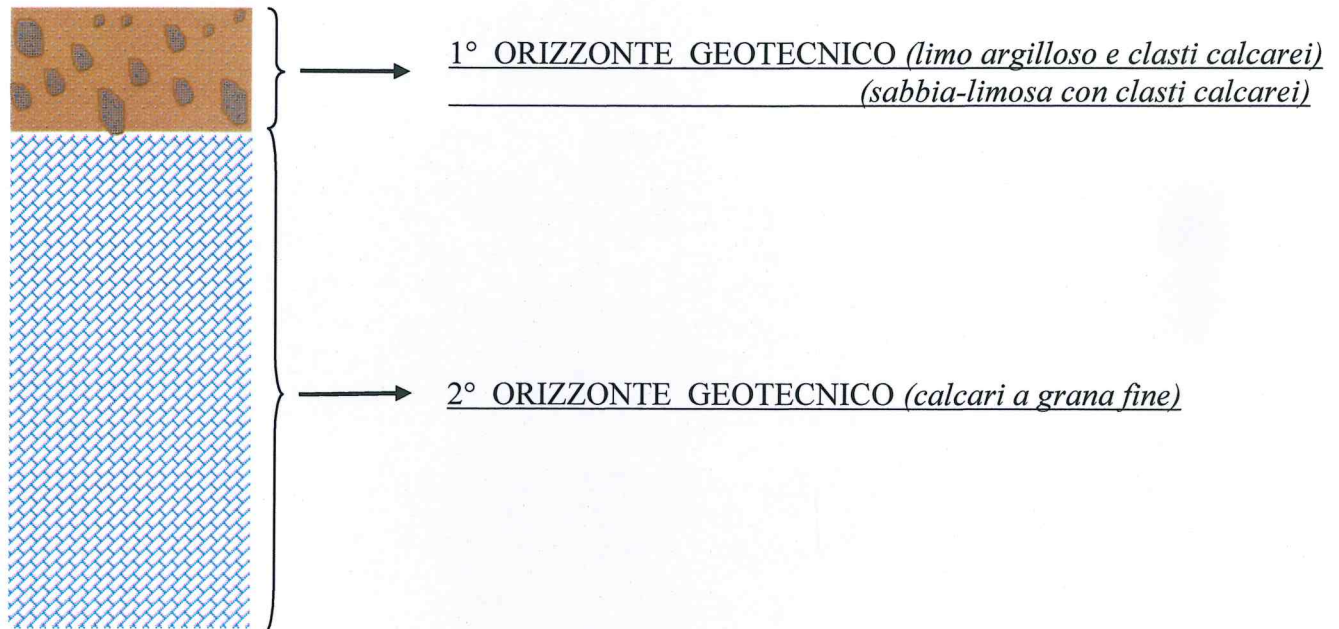
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,054	2,467	0,279
SLD	50	0,072	2,494	0,292
SLV	475	0,195	2,472	0,338
SLC	975	0,258	2,447	0,346

5. CARATTERI GEOTECNICI

I rilevamenti effettuati e i dati raccolti hanno portato alla definizione di alcuni caratteri geotecnici, del sito di intervento, così schematizzato e caratterizzato:

- 1° orizzonte geotecnico (*profondità media: p.c. ÷ 1,00 m*)
- 2° orizzonte geotecnico (*profondità indicativa: da - 1,00 a -400 m*)



1° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il primo orizzonte geotecnico che si incontra, partendo dal piano campagna, è quello costituito da pietrisco e clasti di natura calcarea scomposti in una matrice terrigena, di limo argilloso residuale, poco compatta che a volte sono sostituiti da sabbie-limose debolmente argillose con scarsi clasti calcarei. Questo tipo di terreno è in parte autoctono ed in parte proveniente dalla porzioni terminali delle conoidi di deiezione poste a nord. Sotto l'aspetto geotecnico è da considerarsi di scadente qualità per base di fondazione come si evince dalle seguenti caratteristiche tecniche:

γ	$1,8 \text{ t/m}^3$	$17,65 \text{ kN/m}^3$	$0,0018 \text{ kg/cm}^3$	<i>Peso unitario di volume stimato</i>
Cu	$0,5 \text{ t/m}^2$	5 kN/m^2	$0,05 \text{ kg/cm}^2$	<i>Coesione non drenata</i>
Φ	22°	=====	=====	<i>Angolo di attrito interno</i>
Ed	18500 t/m^2	181425 kN/m^2	1850 kg/cm^2	<i>Modulo di compressibilità</i>
ν	$0,30$			<i>modulo di Poisson</i>

2° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il secondo orizzonte è costituito da calcari bauxitici a grana fine contenenti rare intercalazioni marnose giallastre. La litologia si presenta a tratti carsificata e variamente fratturata a volte più omogenea e di colore bianchi-avana, può contenere blocchi e clasti inglobati o contornati da riempimenti limo-argillosi. Questo orizzonte può contenere sacche o lenti di terre rosse residuali. Considerata la possibile presenza di ammassi rocciosi irregolari di dimensioni metriche, sacche di terre rosse e/o brecce, che ne abbassano le qualità geomeccaniche, nel complesso il substrato calcareo lo si può considerare “discreto” sotto l’aspetto geotecnico come si desume dai parametri riportati in tabella.

γ	2,5 t/m ³	24,51 kN/m ³	0,0025 kg/cm ³	<i>Peso unitario di volume stimato</i>
Cu	50 t/m ²	200 kN/m ²	5 kg/cm ²	<i>Coesione non drenata</i>
Φ	30°	=====	=====	<i>Angolo di attrito interno</i>
Ed	155000 t/m ²	1520054 kN/m ²	15500 kg/cm ²	<i>Modulo di compressibilità</i>
K	10000÷15000 t/m ³	100000÷150000 kN/m ³	10÷15 kg/cm ³	<i>Coefficiente di Winkler</i>
v	0,45			<i>modulo di Poisson</i>

6. CALCOLI GEOTECNICI

Si calcolano di seguito le pressioni litostatiche alla profondità, di posa della condotta idrica, per meglio valutare i potenziali cedimenti all’instaurarsi dei nuovi equilibri statici.

<i>Profondità media dello scavo (m)</i>	<i>Peso unità di volume (kN/m³)</i>	<i>Livello della falda dal p.c. (m)</i>	<i>Pressione neutra (kN/m²)</i>	<i>Tensione efficace (kN/m²)</i>	<i>Tensione totale (kN/m²)</i>
<i>Detriti alluvionali 0,50</i>	17,65	---	0	8,82	8,82
<i>Calcari bauxitici a grana fine 1,00</i>	24,51			24,51	33,33

7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Dall’analisi e le osservazioni eseguite lungo il settore denominato “Estendimento 4C” si è giunti alle seguenti stime e conclusioni:

1. presenza della falda freatica solo a profondità notevoli; tali da non interferire con il manufatto in previsione;

2. sottostima di alcuni parametri geotecnici dei calcari per la possibile presenza di cavità e fratturazioni più o meno diffuse;
3. verificare l'assenza di effetti negativi del manufatto sulla stabilità geomorfologica superficiale dell'area interessata dal progetto nonché l'insussistenza di condizioni di instabilità geomorfologiche, visibili, al contorno.
4. l'assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (geositi) da salvaguardare;

Si invita a segnalare, immediatamente, allo scrivente l'eventuale presenza di cavità riscontrate durante le operazioni di scavo per valutare la possibilità di effettuare indagini geofisiche al fine di individuare l'entità delle cavità sotterranee (*sinkholes*) che potrebbero essere causa di pericolosi cedimenti.

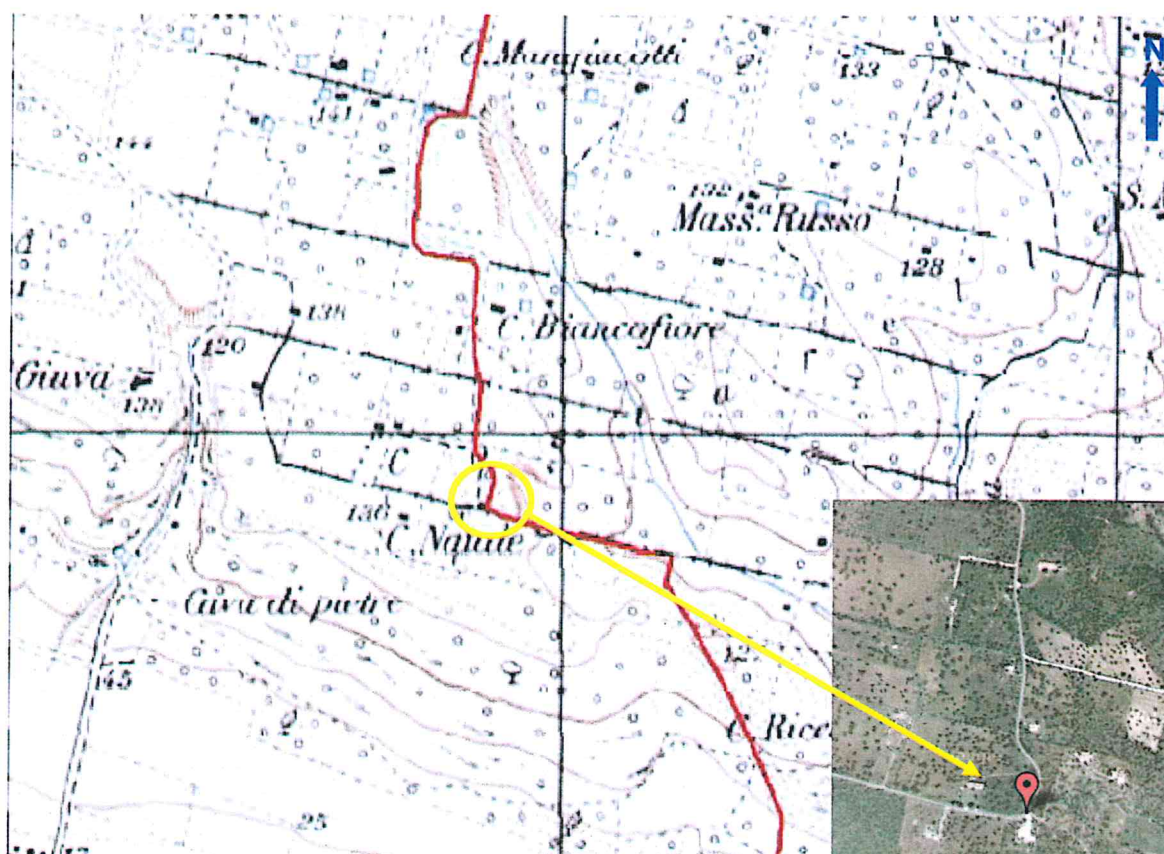
ESTENDIMENTO 4D

Comune: *San Giovanni Rotondo*

Località: *“Costarelle”*

SCHEDA TOPOGRAFICA
ESTENDIMENTO 4 – SETTORE D

Comuni	San Giovanni Rotondo (FG)
Località	"Costarelle"
Coordinate sito di progetto	WGS84: 41.609698 - 15.717422
Supporto cartografico	identificazione: F164 INO I.G.M.
	denominazione: I.G.M. "San Leonardo"
	scala: 1:25.000
Quota s.l.m.	Max: 140 m - min: 50 m
Informazioni sulla rete viaria	SS273 direzione N-S a est del sito
Presenza di attività antropiche	Area agricola



 = ubicazione coordinate sito di progetto

 = ubicazione puntuale coordinate WGS84

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Morfologicamente, il sito su cui sarà realizzato il progetto si trova a ridosso del gradino meridionale del pianoro terrazzato posto a monte. Questa fascia si presenta incisa dalle valli orientate NO-SE più precisamente il tracciato del settore, si svilupperà sulla ramificazione nord-orientale di valle *Massariola* ad una quota compresa tra 140 e 50 m s.l.m.

Anche qui, il carsismo è la fenomenologia erosiva predominante e la morfologia carsica è ben evidente anche nelle forme minori.

La litologia affiorante nell'area lungo il settore, 4D, del tracciato è costituita da coperture poco consistenti, ed a volte assenti, di depositi continentali pleistocenici-olocenici costituiti da residui eluviali ed in minor parte colluviali, composti da terre brune e terre rosse residuali che raramente superano il metro di spessore.

Sotto i depositi terrigeni continuano i calcari della formazione di *Coppa Guardiola* ascrivibili al Cretaceo inferiore. I calcari sono detritici e micritici, si presentano di colore biancastro con tessitura oolitica e pseudoolitica e di frequente contengono lenti e/o sacche di terre rosse residuali.

In questa area, i calcari spesso affiorano e si presentano a volte fratturati a volte compatti, con giacitura sub-orizzontale o leggermente immergenti verso SE con una inclinazione compresa nei 10°.

Alla valle denominata, valle *Massariola*, sul cui versante orientale si svilupperà l'acquedotto, si può associare una portata di circa 2÷3 m³/s.

Nell'area non si riscontrano pozzi dichiarati e non sono prevedibili falde superficiali.

2. RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO

Con il criterio di seguito illustrato nelle tabelle si esegue la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni rappresentativi, di terra, prelevati in situ lungo il tracciato di scavo.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cmq)
Terreno	S1	molto tenero	facile rottura	< 10
	S2	tenero	si rompe con le dita a forte pressione	> 10
	S3	compatto	si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone	> 20
	S4	duro	non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone	> 40
	S5	molto duro	Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico	> 70

(P. Colosimo et al. - 1982)

Per la classificazione dell'ammasso roccioso si è fatto riferimento al RMR System (*Rock Mass Rating* - Bieniawski 1973) che prevede una serie di analisi tra cui quella delle discontinuità presenti nella roccia. Nella fattispecie si è considerato spazio di studio un affioramento di roccia sub-orizzontale, rappresentativa, situata nelle vicinanze della struttura in previsione.

Per il valore medio, rilevato, delle spaziatore (254 mm) la RQD% (*Rock Quality Designation*) risulta essere uguale a circa 32 % come si evince da osservazioni e correzioni, su apposito diagramma di correlazione RQD%-spaziatore.

Sono di seguito riportate le caratteristiche qualificative salienti della superficie rocciosa presa in esame.

CARATTERISTICHE DELL'AMMASSO ROCCIOSO	QUALIFICAZIONE
SPAZIATURA	80 % distanti - 20% vicine
PERSISTENZA	molto bassa- bassa
INDICE GEOMETRICO T_r	6÷7 %
SCABREZZA	piano scabroso-ondulato scabroso
DISCONTINUITA'	chiuse (attigue)
MATERIALE DI RIEMPIMENTO	terre rosse e brecce calcaree
GRADO DI ALTERAZIONE	mediamente alterate

% DI ROCCIA DEGRADATA O DISGREGATA	25 %	
DECOLORAZIONE DELLA ROCCIA	lungo discontinuità e all'interno dei blocchi	
MACROSTRUTTURA	deteriorata	
VALORE MEDIO SPAZIATURE	254 mm	
PERMEABILITA'	PRESENZA DI ACQUA	umida
	PORTATA	nulla
	EFFETTI DELL'ACQUA	roccia ossidata
RQD %	32 %	

Dai dati di rilevamento e da interpretazioni grafiche (Bieniawski 1979) si desumono i parametri della tabella successiva utili alla classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso.

CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA			
parametri		range valori	punteggio di classificazione
<i>resistenza del materiale intatto</i>	<i>indice della resistenza Point-load (MPa)</i>	<i>4-10</i>	<i>4</i>
	<i>resistenza alla compressione monoassiale (MPa)</i>	<i>25-50</i>	
<i>RQD %</i>		<i>25-50</i>	<i>7</i>
<i>spaziatura</i>		<i>200-600</i>	<i>10</i>
<i>condizioni della discontinuità</i>		<i>0,1-0,25 superfici ruvide leggermente alterate</i>	<i>25</i>
<i>condizioni idrauliche generali</i>		<i>umido</i>	<i>10</i>
			<i>Tot. 56</i>

In base al punteggio di classificazione ottenuto ne risulta il seguente profilo geomeccanico riportato in prospetto.

PROFILO GEOMECCANICO (per punteggio tot. = 56)				
CLASSE	DESCRIZIONE	TEMPO MEDIO DI AUTOSOSTENTAMENTO	COESIONE (KPa)	ANGOLO D'ATTRITO
III	discreto	1 settimana per h = 5 m	200-300	25-35

Tenendo coerenza alla linea impostata dallo studio si esegue la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni di roccia, prelevati in situ, con il criterio di seguito illustrato in tabella.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cmq)
Roccia	E	molto tenera	si sbriciola con la punta affilata di un martello e può essere staccata con un coltello	5-25
	D	tenera	può essere staccata con fatica con un coltello	25-50
	C	dura	non può essere staccata con un coltello, i campioni possono spaccarsi in mano con un colpo di martello	50-100
	B	molto dura	i campioni possono essere rotti in mano con più colpi di martello	100-200
	A	durissima	occorrono molte martellate per staccare un campione	> 200

(P. Colosimo et al. - 1982)

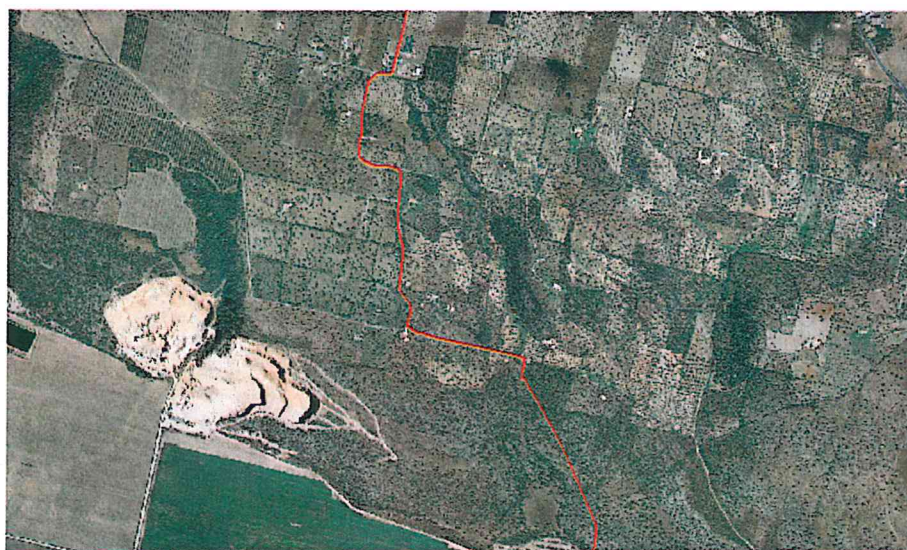


Fig. 29 - Foto aerea settore 4D.



Fig. 30 - Foto di parte del sito di progetto.

3. MODELLO GEOLOGICO

Dalle indagini si possono ricostruire due orizzonti stratigrafici di seguito dettagliati nelle litologie e nei rapporti stratigrafici.

Il **primo orizzonte** (spessore stimato lungo il tracciato: 0,20÷1,00 m) è formato da una matrice terrigena, contenente rari clasti calcarei, poco compatta, più scura nella parte sommitale per via di una maggiore componente organica, costituita da limo-sabbioso debolmente argilloso proveniente in gran parte dall'alterazione in loco determinato dal weathering.

LITOLOGIA	
formazione	<i>Terre brune rossastre - Depositi alluvionali</i>
colore	<i>marrone - bruno rossastre</i>
litologia	<i>Limo-sabbioso debolmente argilloso con clasti calcarei</i>
eta'	<i>Pleistocene-Olocene</i>
spessore	<i>0,50-1,00 m</i>

Il **terzo orizzonte** (spessore medio indicativo: 500,00 m) è composto da calcari detritici e micritici biancastri nelle parti più integre più rosei nelle parti carsificate e fratturate. La tessitura è oolitica e pseudoolitica, si mostrano stratificati in strati di spessore variabile compresa tra 0,1 e 1 m. Come le altre litologie carbonatiche, incontrate nel presente studio, nelle fratture e nei vuoti carsici possono contenere lenti o sacche di terre limo-argillose rosse residuali e/o brecce.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari oolitici di Coppa Guardiola"</i>
colore	<i>biancastri</i>
litologia	<i>calcari detritici micritici oolitici e pseudoolitici</i>
eta'	<i>Titonico-Aptiano (120 m.a.)</i>
potenza indicativa	<i>fino a 500 m</i>
fossili	<i>Trocoline e Pseudocyclammene</i>

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE				
LITOLOGIA	TIPO DI PERMEABILITA'	PERMEABILITA' (cm/s)	COEFFICIENTE DI INFILTRAZIONE	TEMPO DI PERCORRENZA (30 cm)
calcari	<i>per frattura e fessurazione</i>	$1 \times 10^{-2} - 10^{-3}$	80-90%	2,5 – 25 ore

4. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO;

L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** della nuova classificazione definita dall'ordinanza n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dal D.M. 14.01.2008.

Per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

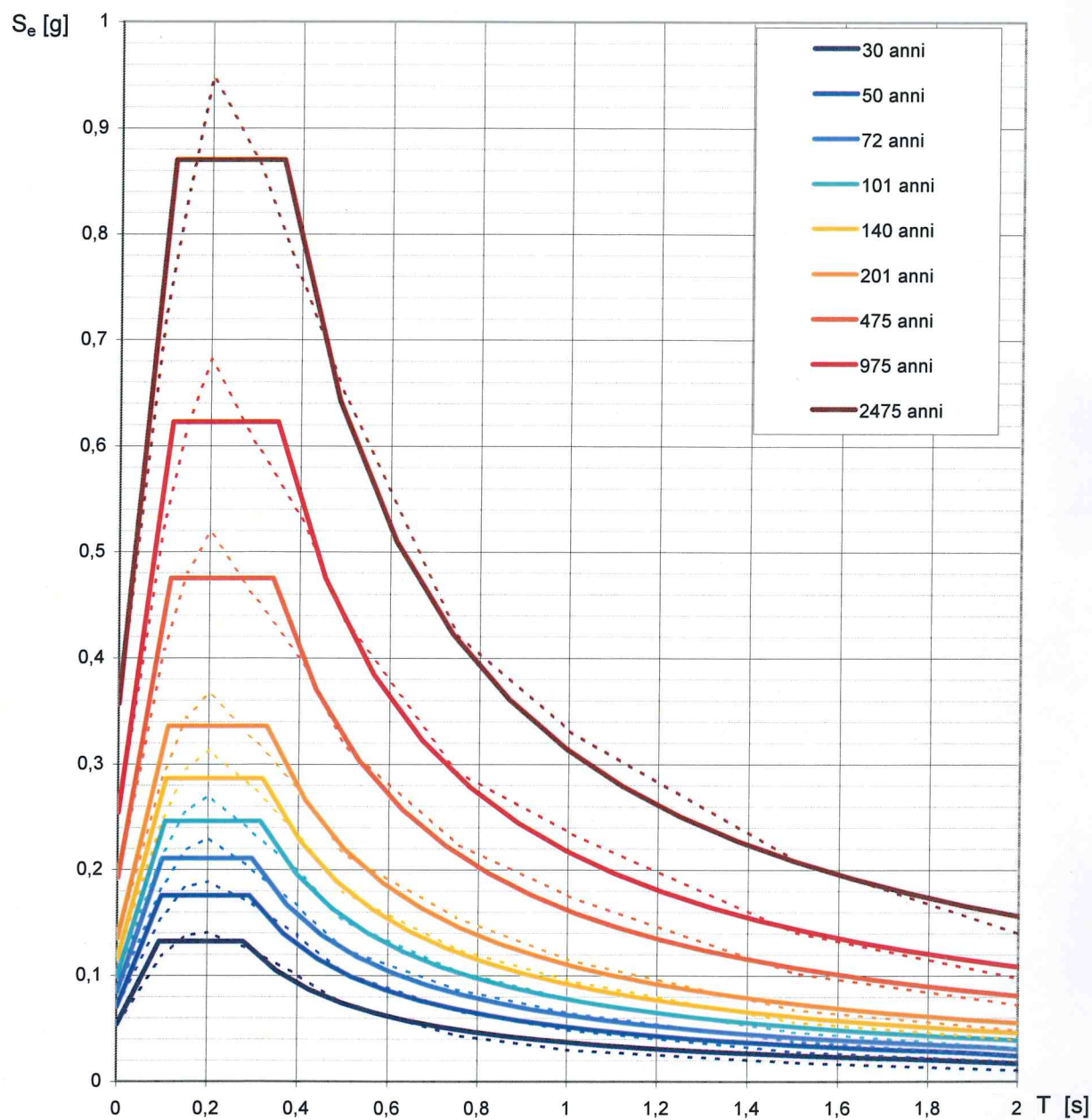
Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3 e paragrafo 6.2.2 capitolo 6 delle N.T.C. 2008 e considerata lo scavo di modesta rilevanza, che ricade in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, la caratterizzazione del sito è basata sull'esperienza e sulle conoscenze già disponibili come da § 6.2.2 cap. 6 N.T.C. 2008 – D.M. 14.01.2008. Nella zona di studio sono presenti litologie calcaree variamente e intensamente fratturate e carsificate, che possono essere annoverate alla categoria di suolo **A**, con $V_{S30} > 800$ m/s, che comprende “*ammassi rocciosi affioranti o con strato di alterazione superficiale non superiore a 3 m.*”

Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)

Nomenclatura	Definizione	Valore/tipo
	<i>Categoria di suolo</i>	<i>A</i>
V_{S30}	<i>Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità</i>	<i>>800 m/s</i>
---	<i>Categoria topografica</i>	<i>T1</i>
---	<i>Classe d'uso della costruzione</i>	<i>II</i>
C_U	<i>Coefficiente d'uso</i>	<i>0.7</i>
V_N	<i>Vita nominale della costruzione</i>	<i>50 anni</i>
V_R	<i>Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U$</i>	<i>35 anni</i>
---	<i>Zona sismica</i>	<i>2</i>
---	<i>Pericolosità sismica</i>	<i>Media</i>

E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.

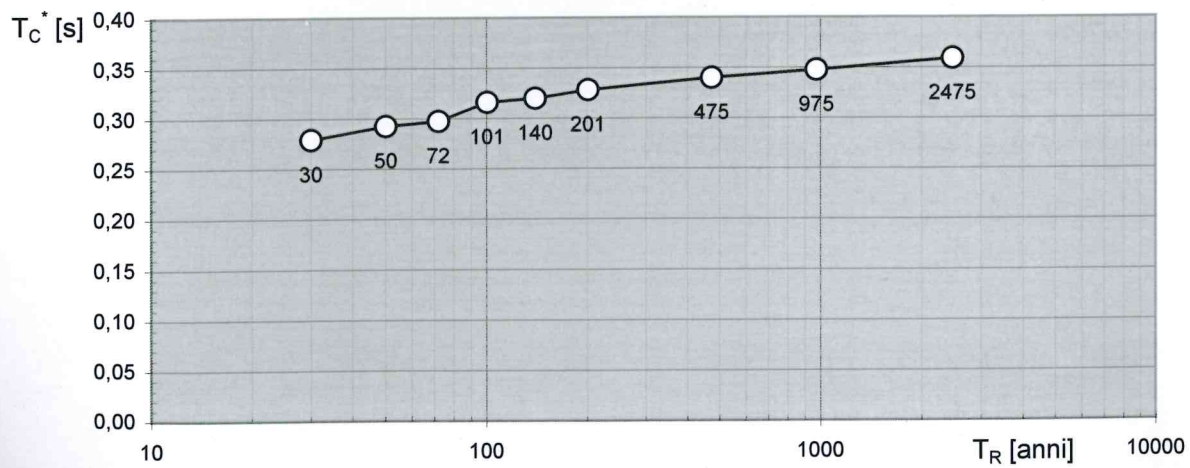
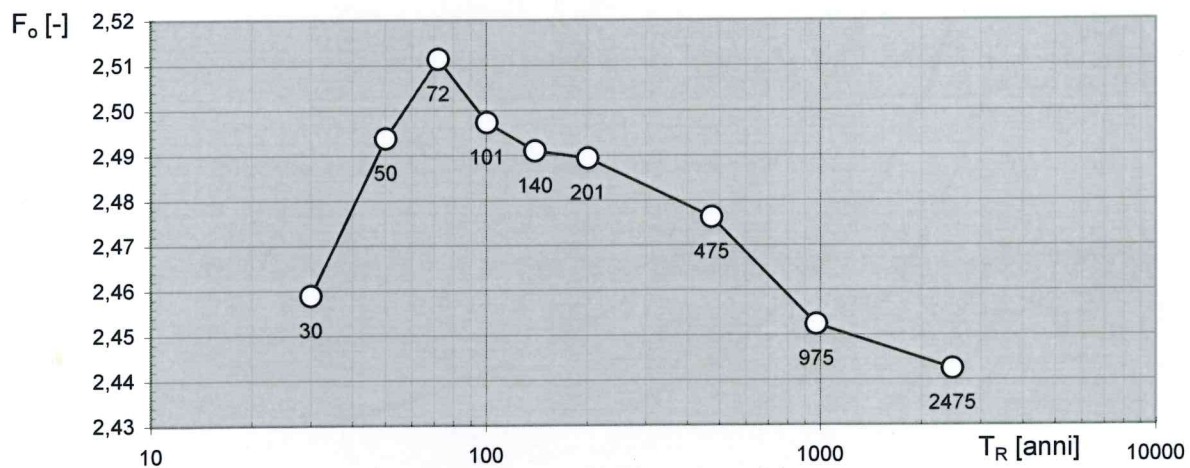
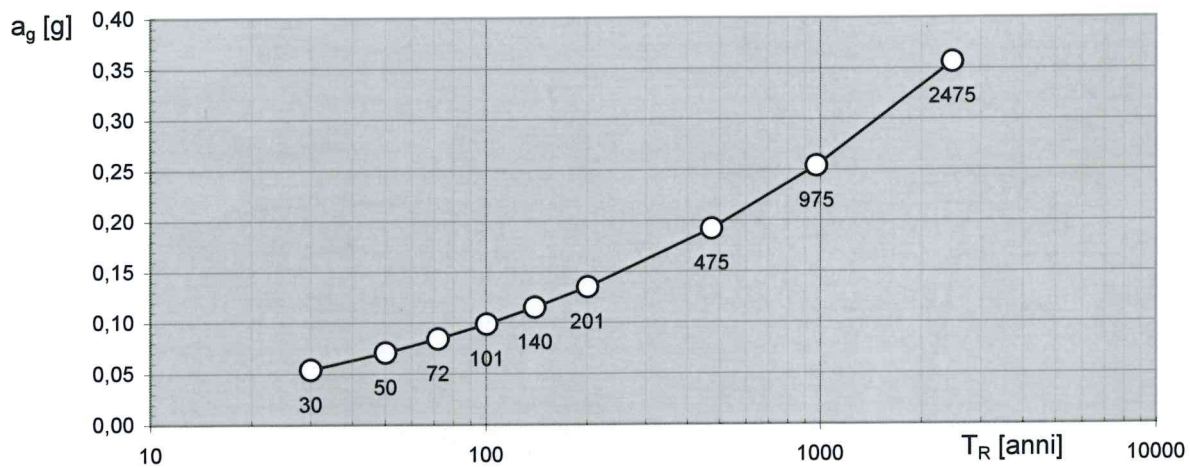
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

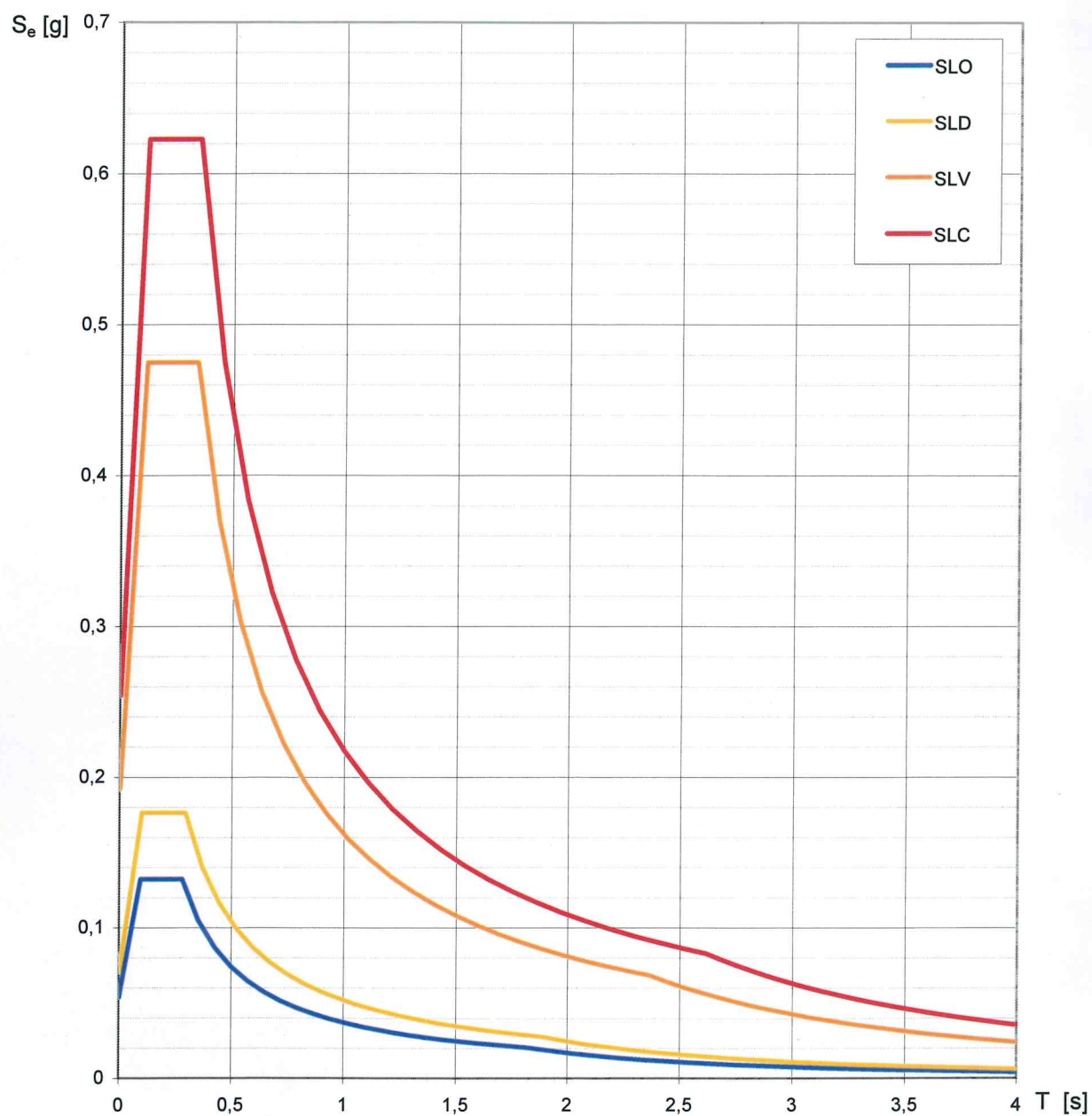
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

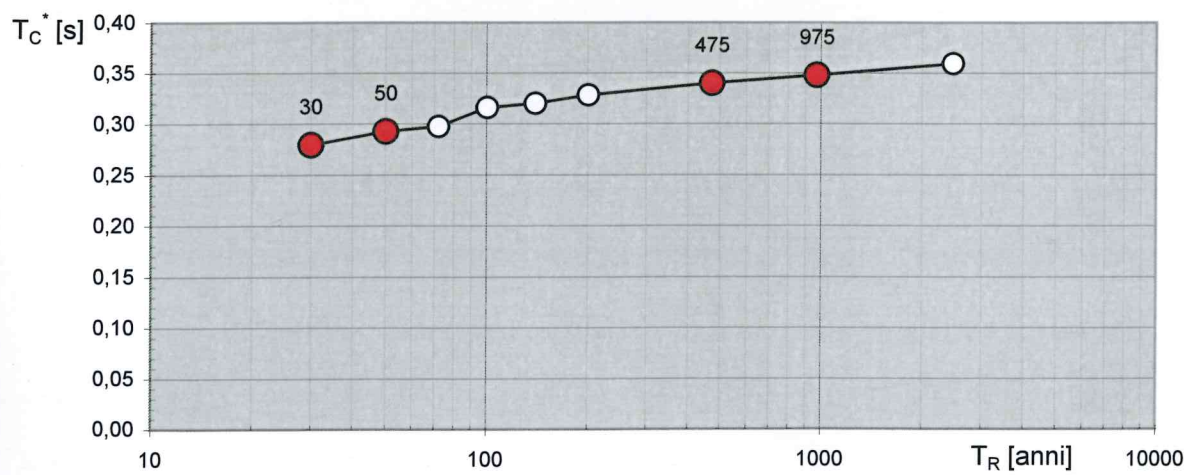
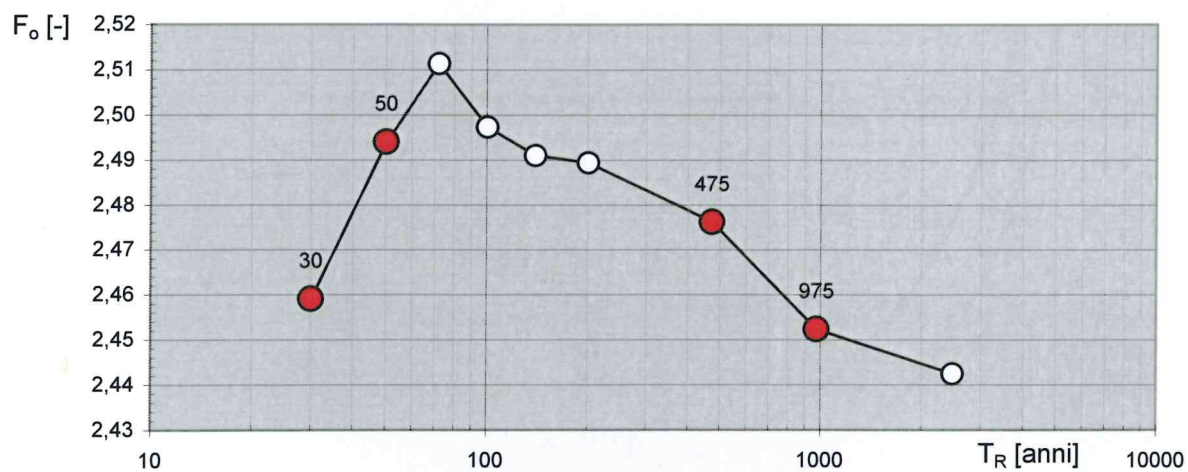
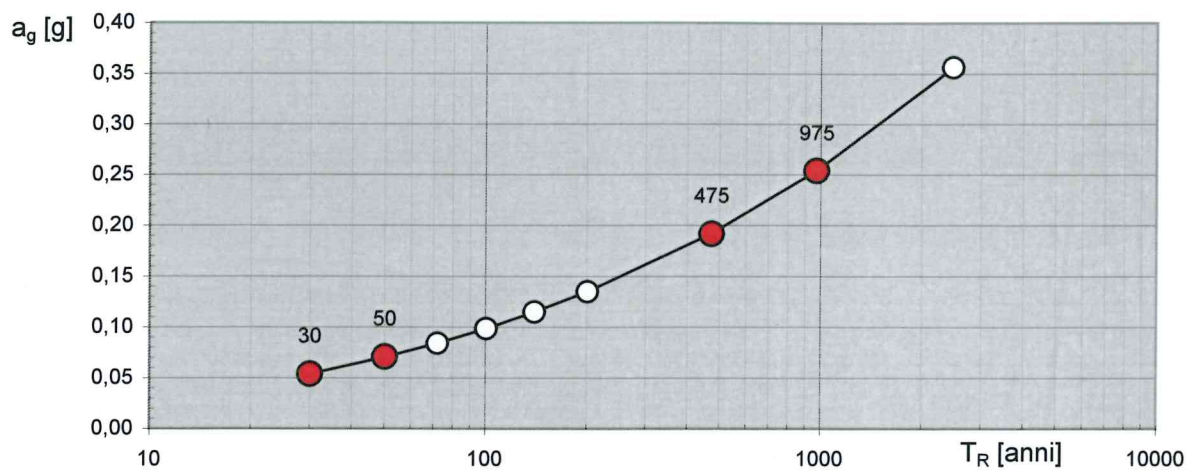
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



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	0,054	2,459	0,279
50	0,070	2,494	0,292
72	0,084	2,511	0,297
101	0,098	2,497	0,316
140	0,115	2,491	0,320
201	0,135	2,489	0,328
475	0,192	2,476	0,340
975	0,254	2,452	0,348
2475	0,356	2,442	0,359





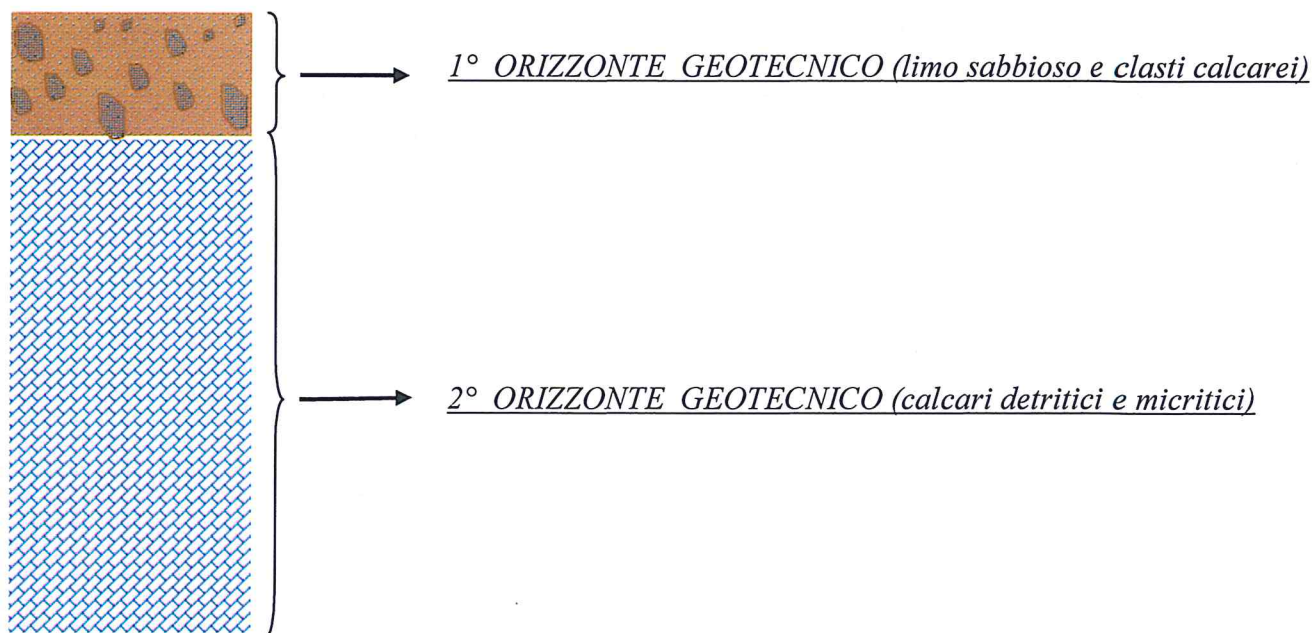
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,054	2,459	0,279
SLD	50	0,071	2,494	0,293
SLV	475	0,192	2,476	0,340
SLC	975	0,254	2,452	0,348

5. CARATTERI GEOTECNICI

I rilevamenti effettuati e i dati raccolti hanno portato alla definizione di alcuni caratteri geotecnici, del sito di intervento, così schematizzato e caratterizzato in un modello geotecnico:

- 1° orizzonte geotecnico (*profondità indicativa: p.c. ÷ 1,00 m*)
- 2° orizzonte geotecnico (*profondità indicativa: da - 1,00 a -200 m*)



1° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il primo orizzonte geotecnico che si incontra, partendo dal piano campagna, è quello costituito da pietrisco e clasti di natura calcarea scomposti in una matrice terrigena, di limo sabbioso, scarsamente compatta e i residui argillosi insolubili dei calcari intensamente carsificati. Questo tipo di terreno è in gran parte autoctono. Sotto l'aspetto geotecnico è da considerarsi di scadente qualità come si evince dai seguenti parametri tecnici:

γ	$1,8 \text{ t/m}^3$	$17,65 \text{ kN/m}^3$	$0,0018 \text{ kg/cm}^3$	<i>Peso unitario di volume stimato</i>
Cu	$0,5 \text{ t/m}^2$	5 kN/m^2	$0,05 \text{ kg/cm}^2$	<i>Coesione non drenata</i>
Φ	22°	=====	=====	<i>Angolo di attrito interno</i>
Ed	18500 t/m^2	181425 kN/m^2	1850 kg/cm^2	<i>Modulo di compressibilità</i>
ν	$0,30$			<i>modulo di Poisson</i>

Il calcare con grana finissima (cristalli di calcite di dimensione inferiore a 0,01mm)

2° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il secondo orizzonte è costituito da calcari oolitici e pseudoolitici, detritici e micritici ovvero calcare con grana finissima (cristalli di calcite di dimensione inferiore a 0,01mm). Questa litologia è a tratti carsificata e fratturata a volte più omogenea e di colore chiaro. Considerata la possibile presenza di lenti e/o sacche di terre rosse o brecce, nel complesso il substrato calcareo lo si può considerare “discreto” dal punto di vista geomeccanico.

In questo orizzonte non è ipotizzabile la presenza della falda se non a grande profondità (falda di base). I parametri tecnici sono i seguenti:

γ	2,7 t/m ³	26,47 kN/m ³	0,0027 kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	50 t/m ²	200 kN/m ²	5 kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	30°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Ed	155000 t/m ²	1520054 kN/m ²	15500 kg/cm ²	Modulo di compressibilità
K	10000÷15000 t/m ³	100000÷150000 kN/m ³	10÷15 kg/cm ³	Coefficiente di Winkler
ν	0,45			modulo di Poisson

6. CALCOLI GEOTECNICI

Le pressioni litostatiche calcolate alla profondità massima di posa della condotta idrica, sono di seguito riportate in tabella.

Profondità media dello scavo (m)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Livello della falda dal p.c. (m)	Pressione neutra (kN/m ²)	Tensione efficace (kN/m ²)	Tensione totale (kN/m ²)
Limo sabbioso con clasti calcarei 1,00	17,65	---	0	17,65	17,65
Calcari detritici micritici 0,50	26,47			13,23	30,88

7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Dall’analisi e le osservazioni eseguite lungo il settore denominato “Estendimento 4C” si è giunti alle seguenti stime e conclusioni:

1. non sono prevedibili sovrappressioni neutre in quanto non è ipotizzabile la presenza della falda freatica in prossimità del piano di posa dell’opera;

2. verificare l'assenza di effetti negativi del manufatto sulla stabilità geomorfologica superficiale dell'area interessata dal progetto nonché l'insussistenza di condizioni di instabilità geomorfologiche, visibili, al contorno;
3. constatare la possibile presenza di cavità carsiche (*sinkholes*);
4. l'assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (geositi) da salvaguardare;

Si invita a segnalare, immediatamente, allo scrivente l'eventuale presenza di cavità riscontrate durante l'operazione di scavi per valutare la possibilità di effettuare indagini geofisiche al fine di individuare l'entità delle cavità sotterranee che potrebbero essere causa pericolosi cedimenti.

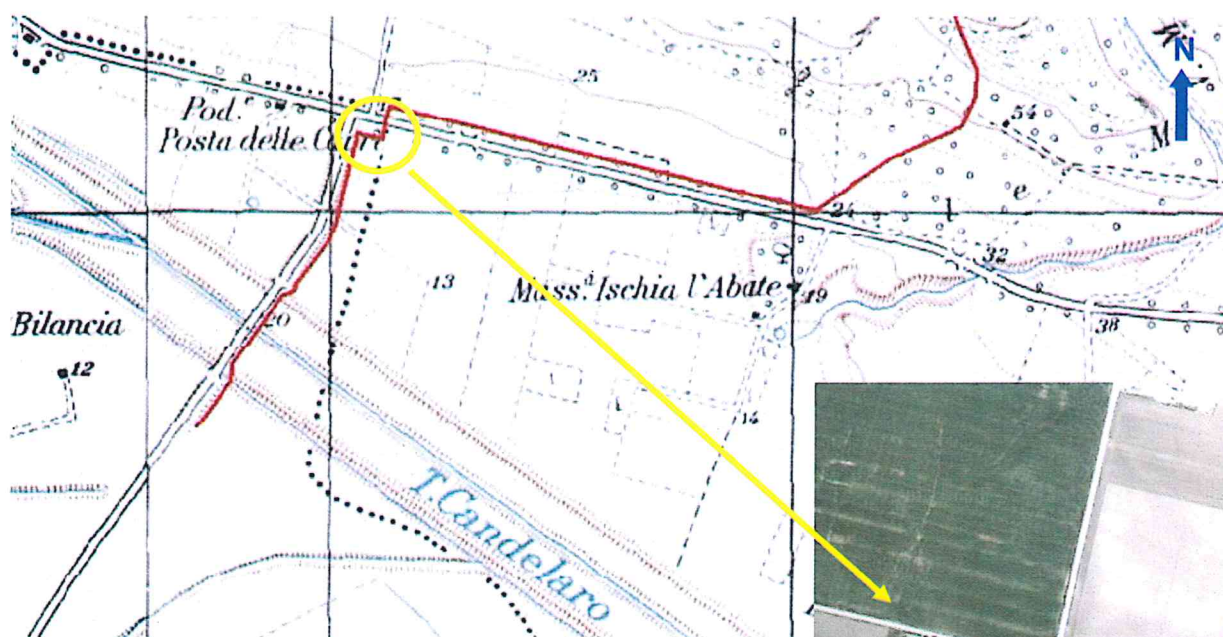
ESTENDIMENTO 4E


Comune: *San Giovanni Rotondo*

Località: *nei pressi di "Pod. Posta delle Capre"*

SCHEDA TOPOGRAFICA
ESTENDIMENTO 4 – SETTORE E

Comuni	San Giovanni Rotondo per circa 1625 m – San Marco in Lamis per circa 750 m - (FG)
Località	<i>nei pressi di "Pod. Posta delle Capre"</i>
Coordinate sito di progetto	WGS84: 41.603233 - 15.708003
Supporto cartografico	identificazione: F164 INO I.G.M.
	denominazione: I.G.M. "San Leonardo"
	scala: 1:25.000
Quota s.l.m.	Max: 50 m - min: 12 m
Informazioni sulla rete viaria	SS273 direzione N-S a est del sito
Presenza di attività antropiche	Area agricola



 = ubicazione coordinate sito di progetto

 = ubicazione puntuale coordinate WGS84



1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il settore si estende dalla base della scarpata mesozoica fino oltre il torrente Candelaro con un attraversamento dello stesso. Nella parte alta del settore si segnalano depositi terrazzati olocenici formati da sedimenti sabbiosi-argillosi subordinatamente ciottolosi con concrezioni calcaree, spesso coperti da terre nere più organiche.

Nel prosieguo del tracciato in prossimità delle sponde del torrente Candelaro si rinvencono depositi alluvionali fluviali recenti, ascrivibili al tardo Olocene, composti da sabbia-argillosa ed in minor parte da limo e ciottoli; anche qui si possono incontrare intercalazioni di incrostazioni calcaree in strati sottili.

Al di sotto dei depositi alluvionali sono deposte le calcareniti, meglio descritti come calcari sabbiosi giallastri stratificati, molto teneri ma più compatti con la profondità, di età associabile al Miocene medio. Lo spessore di questa formazione, spesso contenente le falde lenticolari più superficiali, può raggiungere in alcuni punti i 150 m ma in zona si stima una potenza contenuta entro i 100 m.

Le calcareniti poggiano sul bed-rock calcareo tettonizzato e gradonato.

La soggiacenza della falda nella zona dell'alveo fluviale è palesemente ubicata in prossimità del p.c. almeno nelle stagioni favorevoli. In prossimità del settore sono stati riscontrati n. 2 pozzi censiti.

Il sito si presenta pianeggiante nella parte bassa del settore e maggiormente inclinato, verso sud, lungo il versante del gradone mesozoico posto a nord.

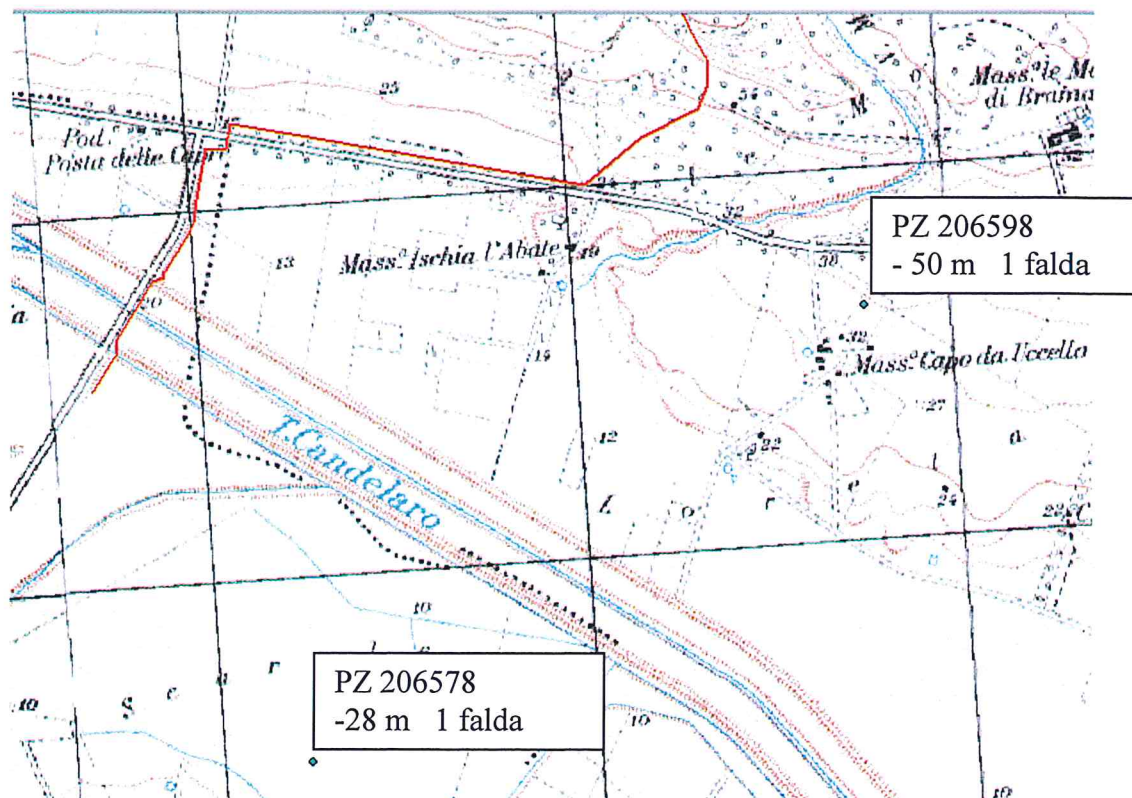


Fig. 31 – Pozzi rinvenuti

2. RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TECNICO

Si esegue la determinazione della *compressione uniassiale*, con il criterio di seguito illustrato in tabella, dei campioni di terra prelevati in situ,.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cmq)
Terreno	S1	molto tenero	facile rottura	< 10
	S2	tenero	si rompe con le dita a forte pressione	> 10
	S3	compatto	si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone	> 20
	S4	duro	non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone	> 40
	S5	molto duro	Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico	> 70

(P. Colosimo et al. – 1982)

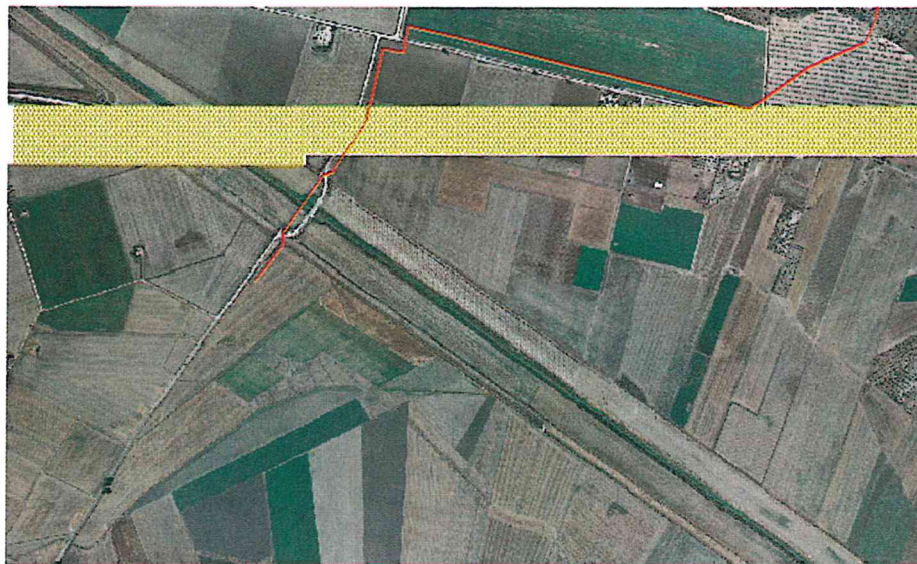


Fig. 32 – Orotofoto del settore 4E



Fig. 33 – Foto dell'attraversamento sul torrente Candelarò, vista da nord.



Fig. 34 – Foto del torrente Candelarò nel punto dell'attraversamento, vista da nord.



Fig. 35 – Foto ubicazione settore 4E lungo il lato sud, strada pedegarganica.

3. MODELLO GEOLOGICO

Al fine di caratterizzare un modello geologico indicativo, si sono individuate le litologie ed i loro rapporti stratigrafici. Si riescono a definire tre strati, ovvero, dall'alto verso il basso, sabbie-argillose poco compatte di copertura, sabbie-limose più consolidate e calcareniti. Mediante le informazioni acquisite si possono stimare, approssimativamente, i limiti di interfaccia tra i depositi e fare una distinzione, stratigrafico-strutturale, tra i tre orizzonti stratigrafici.

Il **primo orizzonte** (spessore indicativo: 1,50 m) contiene terreno vegetale e alluvioni terrazzate quaternarie formate da terreni di copertura poco consolidati di natura sabbiosa-argillosa, subordinatamente limosa e ghiaiosa.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"depositi alluvionali"</i>
colore	<i>marrone-giallastre</i>
litologia	<i>sabbie argillose debolmente limose e ghiaiose</i>
densita'	<i>sciolta</i>
eta'	<i>Olocene (0,011 m.a.)</i>
potenza	<i>1÷1,5 m</i>

Il **secondo orizzonte** (spessore indicativo: 8,50 m) è costituito da sabbia con limo debolmente argillosa e ghiaiosa. Possono rinvenirsi sottili stratificazioni di incrostazioni calcaree e/o evaporitiche.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"alluvioni terrazzate"</i>
colore	<i>marrone-giallastre</i>
litologia	<i>sabbie limose debolmente argillose e ghiaiose</i>
densita'	<i>compatta</i>
eta'	<i>Olocene (0,011 m.a.)</i>
potenza	<i>10÷20 m</i>

Il **terzo orizzonte** (spessore indicativo: da – 10,00 a – 100,00 m) è formato da calcareniti mioceniche più o meno stratificate. Possibile presenza della falda freatica a circa 25÷30 m dal p.c.

3. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO

L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** (a_g compresa tra 0,15 e 0,25 g) della classificazione definita dall'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dall'OPCM 3519 del 28.04.2006.

Per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

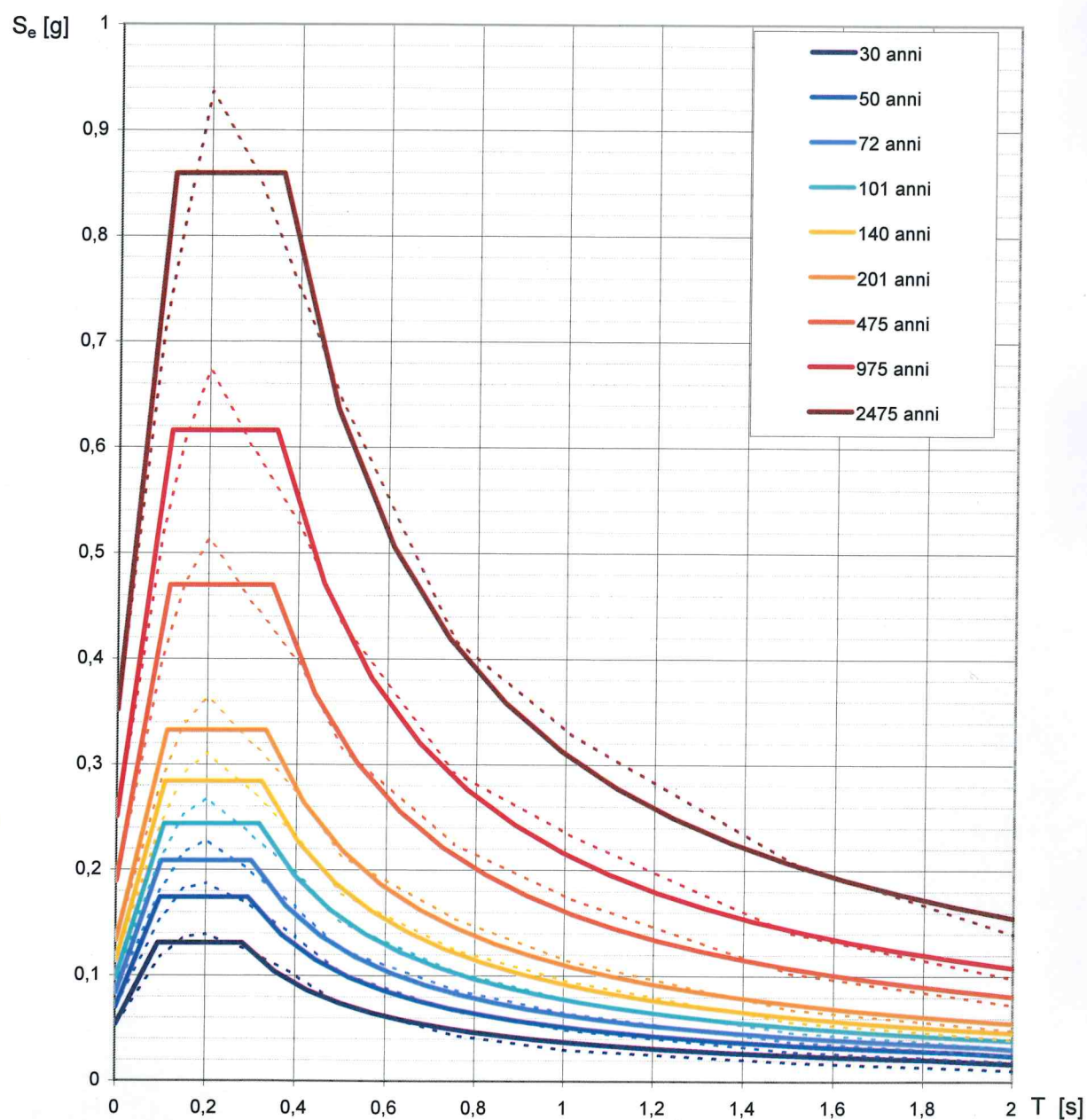
Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3, e paragrafo 6.2.2 capitolo 6 delle N.T.C. 2008. Quindi considerato il manufatto di modesta rilevanza, nonchè ricadente in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, la caratterizzazione del sito è basata sull'esperienza e sulle conoscenze già disponibili come da paragrafo 6.2.2 cap. 6 N.T.C. 2008 – D.M. 14.01.2008

In base al modello geologico elaborato il sito rientra nella categoria di **suolo C** che nella specifica normativa viene così definito: “*depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina)*”.

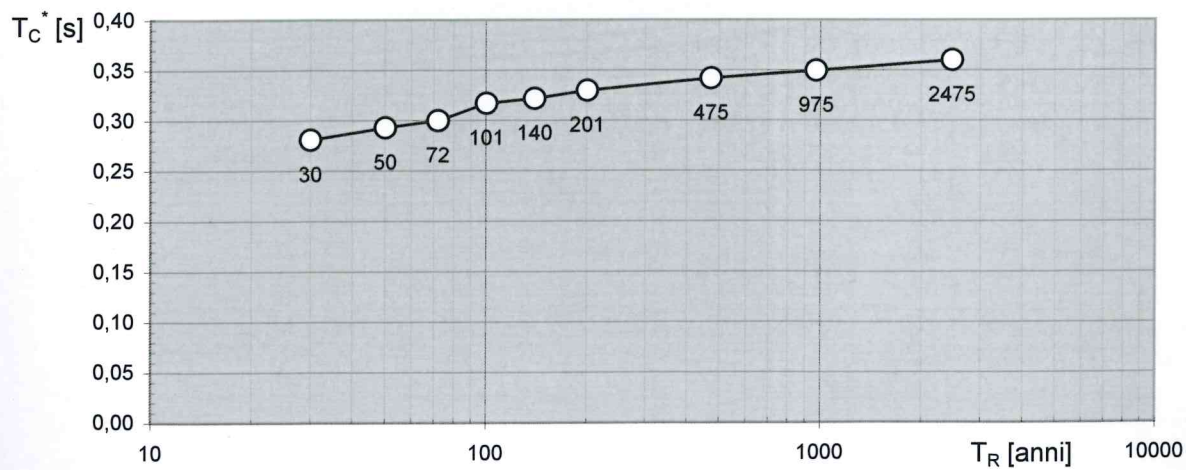
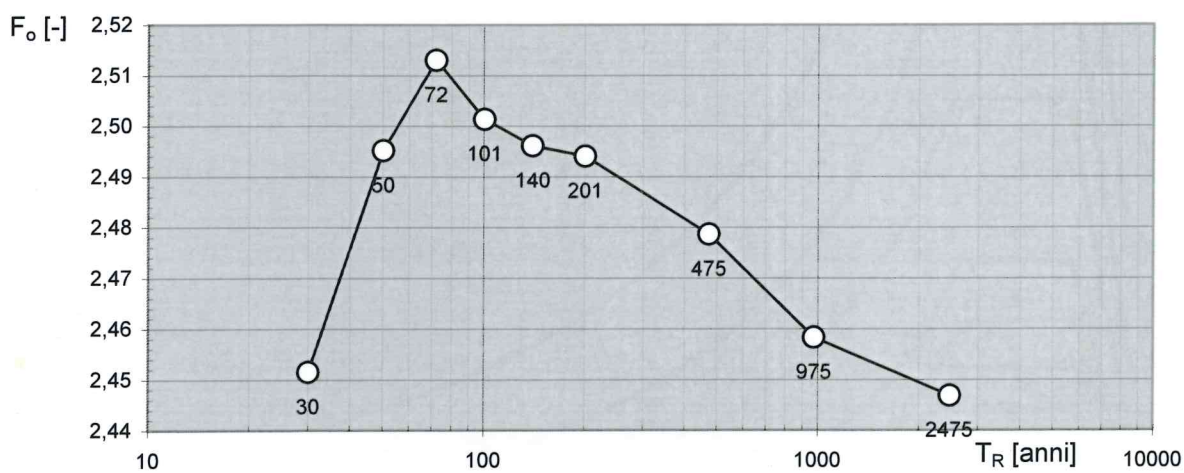
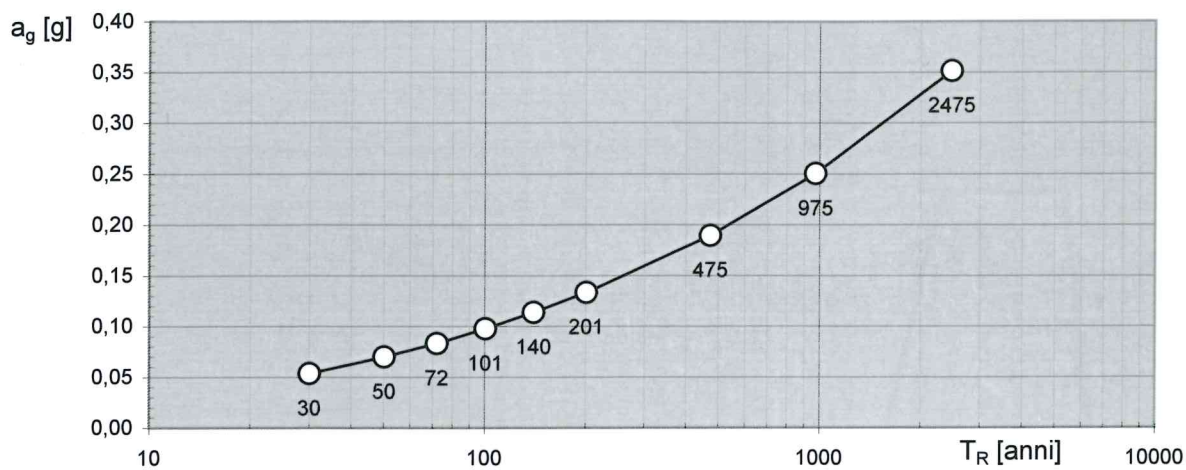
Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)

<i>Nomenclatura</i>	<i>Definizione</i>	<i>Valore/tipo</i>
	<i>Categoria di suolo</i>	<i>C</i>
V_{S30}	<i>Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità</i>	<i>$>180 < 360$ m/s</i>
---	<i>Categoria topografica</i>	<i>T1</i>
---	<i>Classe d'uso della costruzione</i>	<i>I</i>
C_U	<i>Coefficiente d'uso</i>	<i>0.7</i>
V_N	<i>Vita nominale della costruzione</i>	<i>50 anni</i>
V_R	<i>Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U$</i>	<i>35 anni</i>
---	<i>Zona sismica</i>	<i>2</i>
---	<i>Pericolosità sismica</i>	<i>Media</i>

E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.



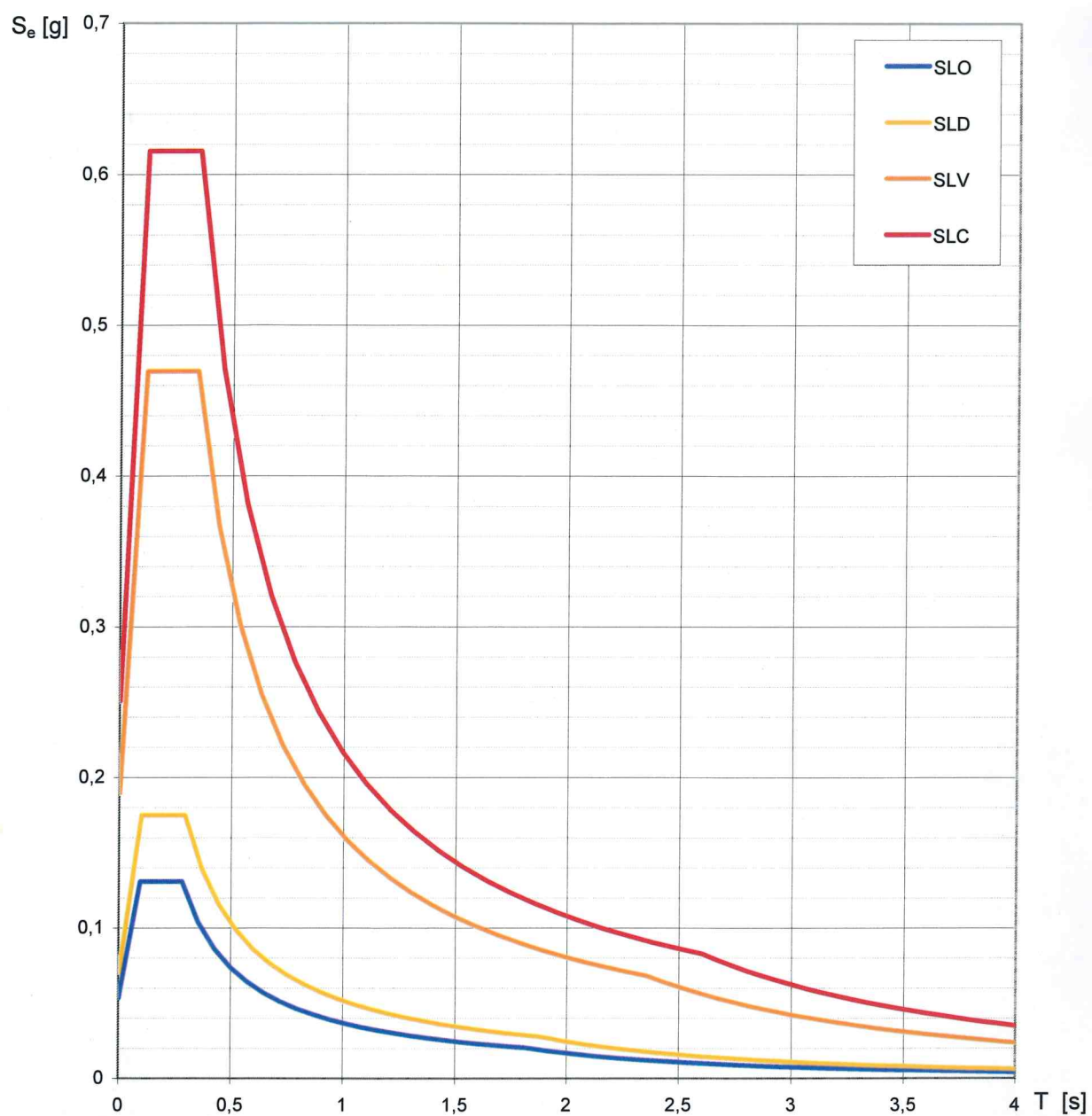
NOTA:

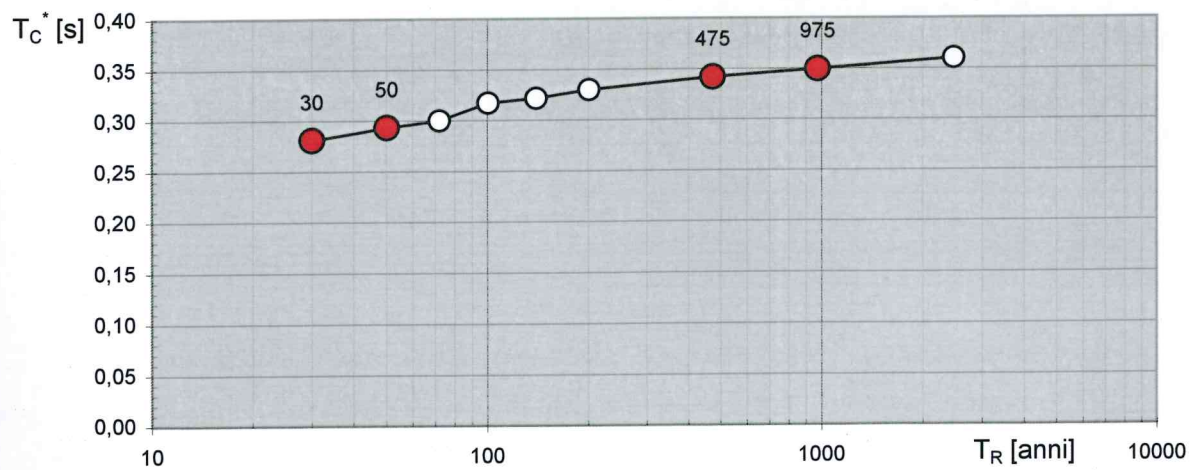
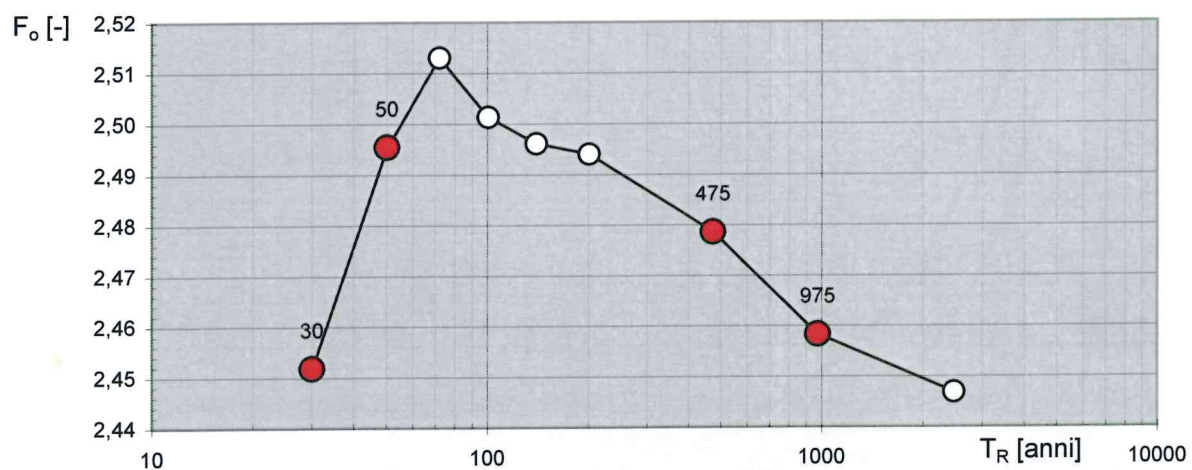
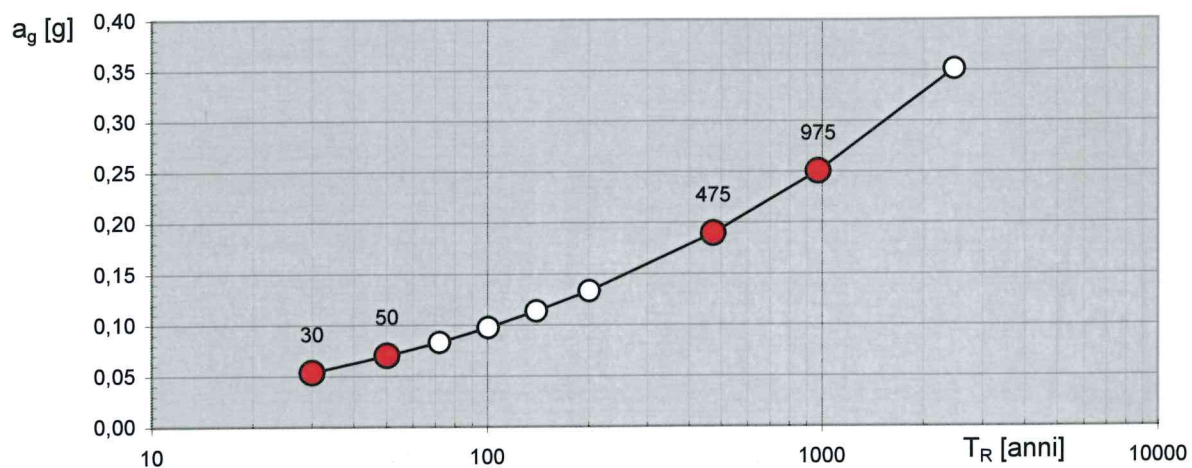


Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,053	2,451	0,281
50	0,070	2,495	0,293
72	0,083	2,513	0,300
101	0,097	2,501	0,317
140	0,113	2,496	0,322
201	0,133	2,494	0,330
475	0,189	2,479	0,342
975	0,250	2,458	0,349
2475	0,351	2,447	0,360

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite





Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,053	2,452	0,281
SLD	50	0,070	2,495	0,293
SLV	475	0,189	2,479	0,342
SLC	975	0,250	2,458	0,349

5. CARATTERI GEOTECNICI

I dati raccolti hanno portato alla definizione dei caratteri geotecnici delle litologie incontrate nell'esame verticale dell'area. Vengono descritti i primi 2 orizzonti considerata la modesta entità dello scavo previsto in progetto.

- 1° orizzonte geotecnico (profondità media: p.c.÷10,00 m)
- 2° orizzonte geotecnico (profondità indicativa: da - 10,00 a -90,00 m)

1° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il primo orizzonte che si incontra, partendo dal piano campagna, è quello costituito da sabbie-argillose-limose con presenza di ghiaia. Considerando, precedenti analisi di laboratorio svolte in aree limitrofe, la percentuale della frazione fine (limo ed argilla) è superiore al 35 % ovvero 54,80%, pertanto la litologia si può definire coesiva. Sotto l'aspetto geotecnico è da considerarsi di modesta qualità per base di fondazione come si evince dai seguenti parametri associati :

γ	$1,9 \text{ t/m}^3$	$18,63 \text{ KN/m}^3$	$0,0019 \text{ Kg/cm}^3$	<i>Peso unitario di volume stimato</i>
Cu	$2,5 \text{ t/m}^2$	$24,51 \text{ KN/m}^2$	$0,25 \text{ Kg/cm}^2$	<i>Coesione non drenata</i>
Φ	23°	=====	=====	<i>Angolo di attrito interno</i>
K	350 t/m^3	3432 KN/m^3	$0,35 \text{ Kg/cm}^3$	<i>Coefficiente di Winkler</i>

2° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il secondo orizzonte è costituito da calcareniti, compattate in modo crescente con la profondità. In questo orizzonte può essere presente la falda acquifera. L'analisi dei dati bibliografici a disposizione porta ai seguenti dati geotecnici:

γ	$2,0 \text{ t/m}^3$	$19,61 \text{ KN/m}^3$	$0,002 \text{ Kg/cm}^3$	<i>Peso unitario di volume stimato</i>
Cu	$0\div0,005 \text{ t/m}^2$	$0\div0,049 \text{ KN/m}^2$	$0\div0,0005 \text{ Kg/cm}^2$	<i>Coesione non drenata</i>
Φ	$26^\circ\div30^\circ$	=====	=====	<i>Angolo di attrito interno</i>
Eed	$50\div100 \text{ t/m}^2$	$500\div1000 \text{ KN/m}^2$	$5\div10 \text{ Kg/cm}^2$	<i>Modulo di compressibilità edometrica</i>

6. CALCOLI GEOTECNICI

I valori delle pressioni litostatiche, alla profondità prevista dagli scavi di progetto, sono di seguito riportati in tabella.

Profondità media dello scavo (m)	Peso unità di volume (kN/m^3)	Livello della falda dal p.c. (m)	Pressione neutra (kN/m^2)	Tensione efficace (kN/m^2)	Tensione totale (kN/m^2)
<i>Detriti alluvionali 1,5</i>	18,63	---	0	27,94	27,94

Anche su questo sito, in corrispondenza dell'attraversamento del torrente Candelaro, si ritiene opportuno eseguire una valutazione speditiva del rischio alla liquefazione dei terreni implicati, ipotizzando la falda a 10 m dal p.c., e utilizzando il metodo denominato “*Criterio Cinese*” del *Chinese National Code of Aseismics Design for Buildings*. Il metodo prevede la soluzione della seguente equazione:

$$N_{cr} = N_o [0,9 + 0,1 (ds - dw)] (3/pc)^{0,5}$$

Nel dettaglio:

No = 6 valore empirico di **Nspt** (da standard penetration test), valore che varia in funzione dell'intensità del terremoto come da tabella seguente:

Distanza del sito dalla sorgente sismogenetica	Intensità sismica (I)		
	VII	VIII	IX
Sito vicino	6	10	16
Sito lontano	8	12	-

ds = 10 m (profondità dello strato da verificare);

dw = 10 m (profondità del livello della falda);

pc = 35% contenuto di fini ($D \leq 0,005$ mm) in % (in caso di $pc < 3$ si utilizza $pc = 3$).

Il suolo è considerato probabilmente liquefacibile se **Nspt** = **No** < **Ncr**.

Dai calcoli numerici risulta **Nspt** = **No** = 6 e **Ncr** = 5,4 → **Nspt** = **No** > **Ncr**

→ **suolo non liquefacibile per falda fino a 10 m dal p.c.**

7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Lo studio geologico eseguito sul tracciato denominato “Estendimento 4E” ha fornito dati ed informazioni che hanno portato alle seguenti stime e conclusioni :

1. verificare la possibilità di fenomeni di liquefazione per falda presenta a meno di 10 m dal p.c.;
2. riscontrare l'assenza di instabilità geomorfologiche superficiali al contorno ed in prossimità del sito di progetto;
3. verificare, attraverso indagine visiva, la mancanza di interazioni negative del progetto sulla stabilità geomorfologia del luogo;
4. le litologie affioranti non presentano deformazioni e/o fratture, imputabili a contatti tettonici superficiali;
5. le indagini hanno permesso di tracciare un profilo lito-stratigrafico sufficientemente attendibile e compatibile con il progetto;
6. constatare l'assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (*geositi*) da salvaguardare in prossimità dell'area di studio.

ESTENDIMENTO 5

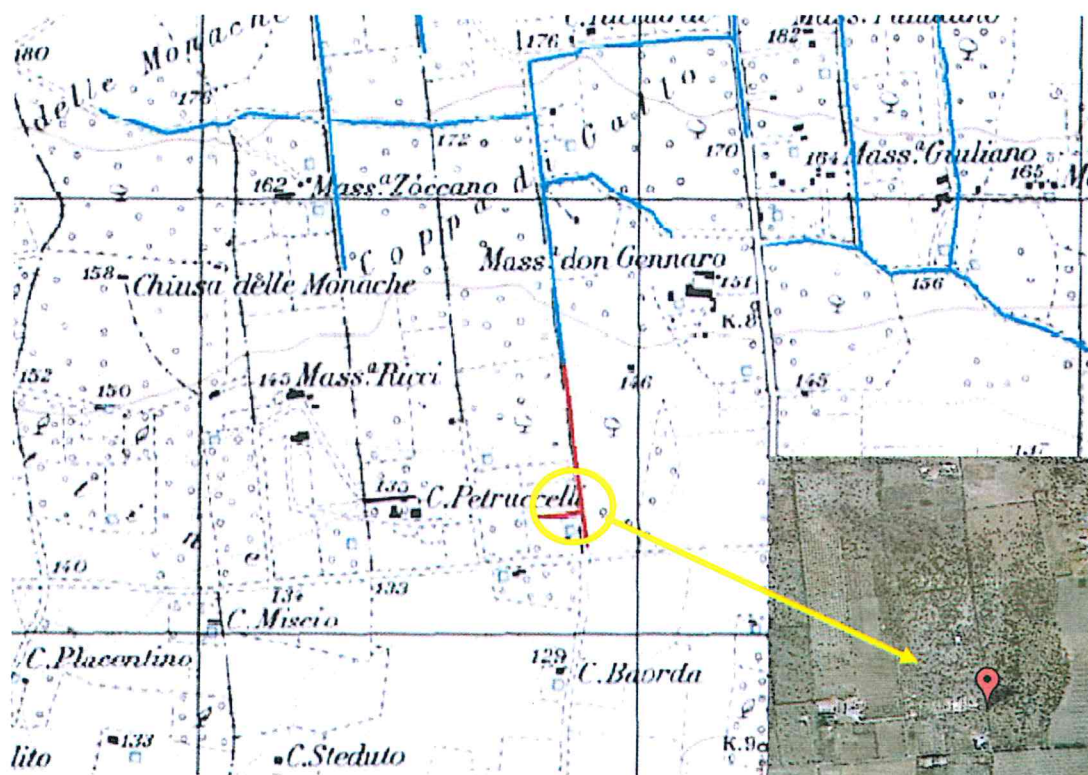
Comune: *San Giovanni Rotondo*


Località: *a sud di "Coppa di Gallo"*


SCHEDA TOPOGRAFICA

ESTENDIMENTO 5

<i>Comuni</i>	San Giovanni Rotondo (FG)
<i>Località</i>	nei pressi di "Coppa di Gallo"
<i>Coordinate sito di progetto</i>	WGS84: 41.649218 - 15.730082
<i>Supporto cartografico</i>	identificazione: F164 INO I.G.M.
	denominazione: I.G.M. "San Leonardo"
	scala: 1:25.000
<i>Quota s.l.m.</i>	Max: 146 m - min: 134 m
<i>Informazioni sulla rete viaria</i>	SS273 direzione N-S a est del sito
<i>Presenza di attività antropiche</i>	Area agricola



 = ubicazione coordinate sito di progetto

 = ubicazione puntuale coordinate WGS84



1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il settore in esame, attraversa, da nord verso sud, la parte terminale della conoide di deiezione di Valle Grande posta a nord. Qui i depositi alluvionali si presentano, con una blanda pendenza di circa $1,5^\circ$ verso sud. I detriti della conoide di deiezione, attiva, sono formati prevalentemente da sabbie limose a volte debolmente argillose e ghiaie. Si incontrano a volte breccie monogeniche, più o meno litificate, poco selezionate con ciottoli sub-angolari (grado di arrotondamento $0,15 \div 0,25$) grossolani e minuti e con una maggiore maturità tessiturale nella parte più superficiale.

Al di sotto di questa copertura si possono incontrare con discontinuità orizzontale le breccie ben litificate ad elementi calcarei, qui, con spigoli arrotondati (grado di arrotondamento $0,40 \div 0,60$) originatisi, probabilmente, dalla abrasione marina che ha creato il terrazzamento dei sedimenti mesozoici sottostanti.

Il substrato roccioso è costituito da calcari micritici a volte pseudoolitici, strutturalmente disposti in strati consistenti (anche oltre il metro), immergenti verso sud-ovest, con intercalazioni di terre rosse residuali. Questa formazione è databile all' Albiano-Cenomaniano.

La falda freatica non è presente se non a grandi profondità (anche oltre i 150 m) e con notevole influenza di intrusione di acqua marina. Sono stati rilevati n. 2 pozzi ufficialmente censiti.

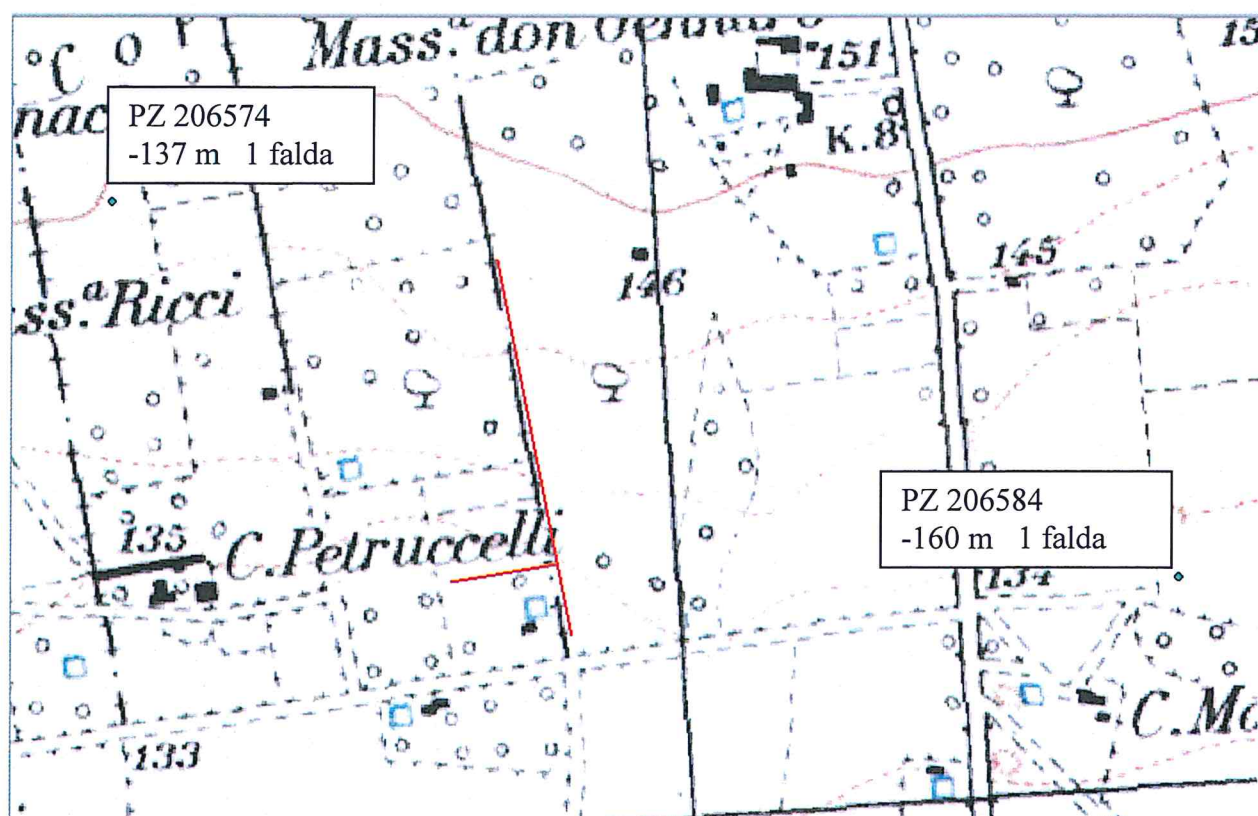


Fig. 36 – ● = Pozzi censiti, rinvenuti nell'area.

2. RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TECNICO

Per la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni di terra rappresentativi, prelevati in situ, si è fatto uso dei riferimenti della tabella seguente.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cmq)
Terreno	S1	molto tenero	facile rottura	< 10
	S2	tenero	si rompe con le dita a forte pressione	> 10
	S3	compatto	si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone	> 20
	S4	duro	non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone	> 40
	S5	molto duro	Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico	> 70

(P. Colosimo et al. – 1982)

Per meglio definire l'origine ed i caratteri litologici, strutturali e poi geotecnici delle brecce dei depositi alluvionali rilevati, si è eseguita, quando possibile, la classificazione secondo l'identificazione visiva e misurata delle caratteristiche di forma, riassunte nella tabelle seguente.

DEFINIZIONE degli elementi litologici	Grado di arrotondamento	Descrizione
Angolare	0,0÷0,15	Nessun smussamento evidente, mantiene il perimetro per linee spezzate
Sub-angolare	0,15÷0,25	Mantiene la forma originaria con evidenti tratti di arrotondamento
sub-arrotondata	0,25÷0,40	Evidente smussamento delle parti angolose con riduzione delle superfici originarie
Arrotondata	0,40÷0,60	Arrotondamento evidente con rimozione delle superfici originarie, mantenimento di qualche superficie piana
Ben arrotondata	0,60÷1,00	Superficie interamente definita da superfici curve ben arrotondate



Fig. 37 - Ortofoto del tracciato denominato "estendimento 5"



Fig. 38 - Foto del sito relativo a parte del settore 5.

3. MODELLO GEOLOGICO

Dai sopralluoghi sono state rilevate tre litologie, ovvero, sabbie limo-argillose e ghiaie con brecce sub-angolari su brecce sub-arrotondate che coprono in modo disomogeneo i calcari oolitici.

Mediante le informazioni acquisite si possono stimare, approssimativamente, i limiti di interfaccia tra i depositi e definire i tre orizzonti stratigrafici.

Il **primo orizzonte** (spessore indicativo lungo il tracciato, da nord verso sud: da 10,00 m a 5,00 m) è formato da detriti alluvionali di conoide, di varie dimensioni sciolti o compattati in brecce, inglobate in una matrice sabbiosa limo-argillosa spesso indurita da concrezioni calcaree in strati *più* o meno sottili.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Alluvioni recenti – Conoide di deiezione"</i>
colore	<i>marrone-rossiccio-giallastre</i>
litologia	<i>brecce — terre rosse - sabbie argillose</i>
età	<i>Olocene (0,011 m.a.)</i>
potenza	<i>2-20 m</i>

Il **secondo orizzonte** (spessore medio indicativo: 4,00 m) è composto da brecce ad elementi prevalentemente calcarei sub-arrotondati e ben cementati in una matrice limosa sabbiosa rossastra di origine residuale. Lo strato è databile probabilmente al Pleistocene (0,20 -0,30 m.a.).

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Brecce ad elementi calcarei"</i>
colore	<i>ciottoli biancastri in matrice rossastra</i>
litologia	<i>Brecce calcaree</i>
età	<i>Pleistocene (0,25 m.a.)</i>
potenza	<i>5-15 m</i>

Il **terzo orizzonte** (spessore medio indicativo: 400,00 m) è composto da calcari a volte fratturati di colore avana, micritici e a volte pseudoolitici, stratificati in grossi banchi, possono contenere lenti o sacche di terre limo-argillose, rosse, residuali . Questi calcari si alternano spesso con calcareniti grigie e marroni senza fossili e stratificate in modo irregolare e discontinuo.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari di Masseria Quadrona"</i>
colore	<i>bianco- avana</i>
litologia	<i>calcari micritici pseudoolitici – calcareniti</i>
età	<i>Albiano-Cenomaniano (120 m.a.)</i>
potenza indicativa	<i>fino a 200 m</i>
fossili	<i>Microfauna : Cuneolina pavonia parva</i>

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE				
LITOLOGIA	TIPO DI PERMEABILITA'	PERMEABILITA' (cm/s)	COEFFICIENTE DI INFILTRAZIONE	TEMPO DI PERCORRENZA (30 cm)
calcari	<i>per frattura e fessurazione</i>	$1 \times 10^{-2} - 10^{-3}$	80-90%	2,5 – 25 ore

3. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO

L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** (a_g compresa tra 0,15 e 0,25 g) della classificazione definita dall'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dall'OPCM 3519 del 28.04.2006. Con le susseguenti N.T.C. 2008 la pericolosità non viene più definita per distretto amministrativo/comunale ma per sito, ovvero, facendo riferimento ad una maglia nazionale costituita da quadrati di 5 km di lato in cui ricade il sito di progetto.

Secondo le attuali N.T.C. 08, per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

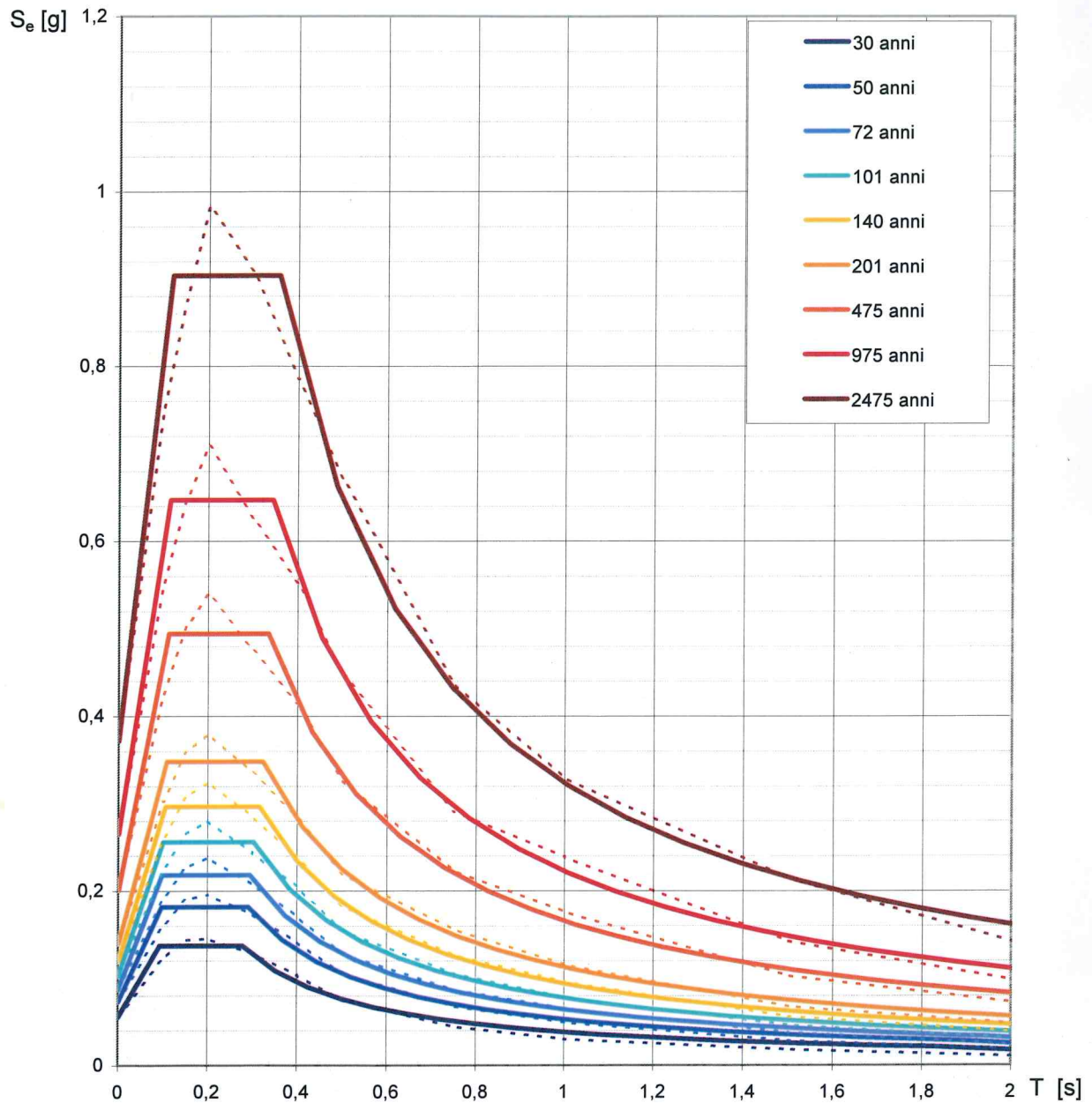
Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3, e alla Tab. 3.2.II delle N.T.C. 2008. Considerato il manufatto di modesta rilevanza, nonchè ricadente in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, la caratterizzazione del sito è basata sull'esperienza e sulle conoscenze già disponibili come da paragrafo 6.2.2 cap. 6 N.T.C. 2008 – D.M. 14.01.2008

Nella zona di studio sono presenti litologie sabbiose limo-argillose e ghiaie, che possono essere annoverate alla categoria di suolo **E**, ovvero “*depositi di terreni a grana grossa o a grana fina mediamente addensati con spessori non superiori a 20 m.*”

Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)		
Nomenclatura	Definizione	Valore/tipo
	<i>Categoria di suolo</i>	<i>E</i>
V_{S30}	<i>Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità</i>	<i>>800 m/s</i>
---	<i>Categoria topografica</i>	<i>T1</i>
---	<i>Classe d'uso della costruzione</i>	<i>I</i>
C_U	<i>Coefficiente d'uso</i>	<i>0.7</i>
V_N	<i>Vita nominale della costruzione</i>	<i>50 anni</i>
V_R	<i>Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U$</i>	<i>35 anni</i>
---	<i>Zona sismica</i>	<i>2</i>
---	<i>Pericolosità sismica</i>	<i>Media</i>

E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.

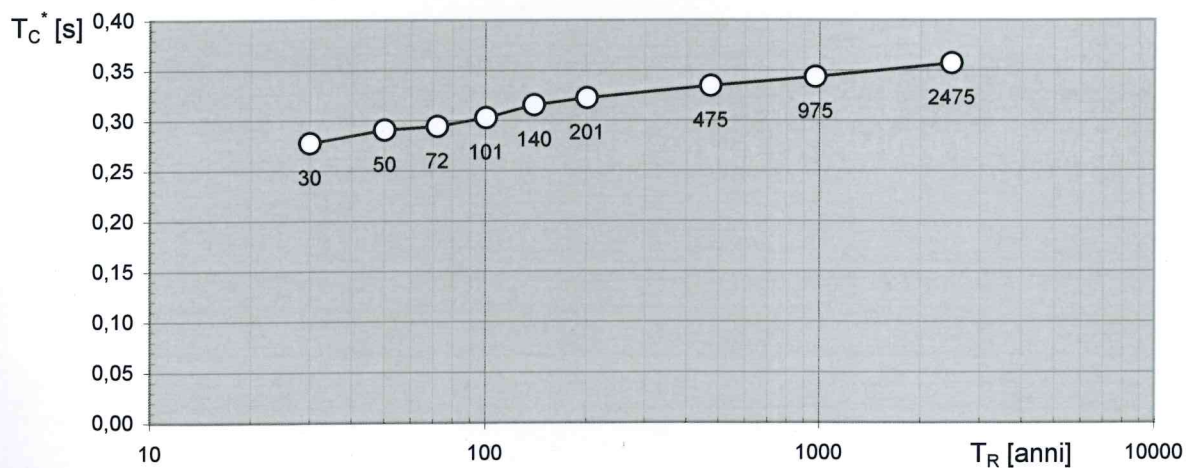
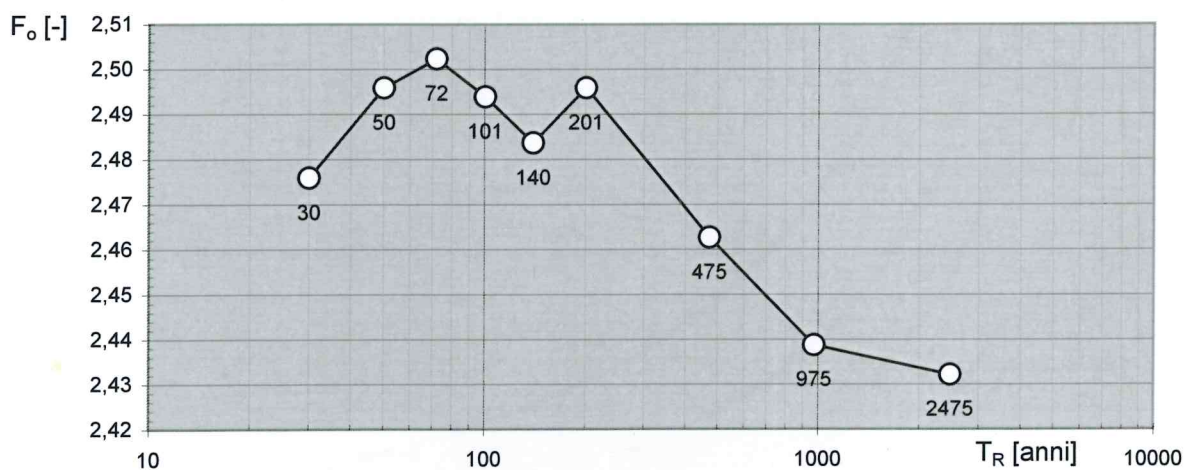
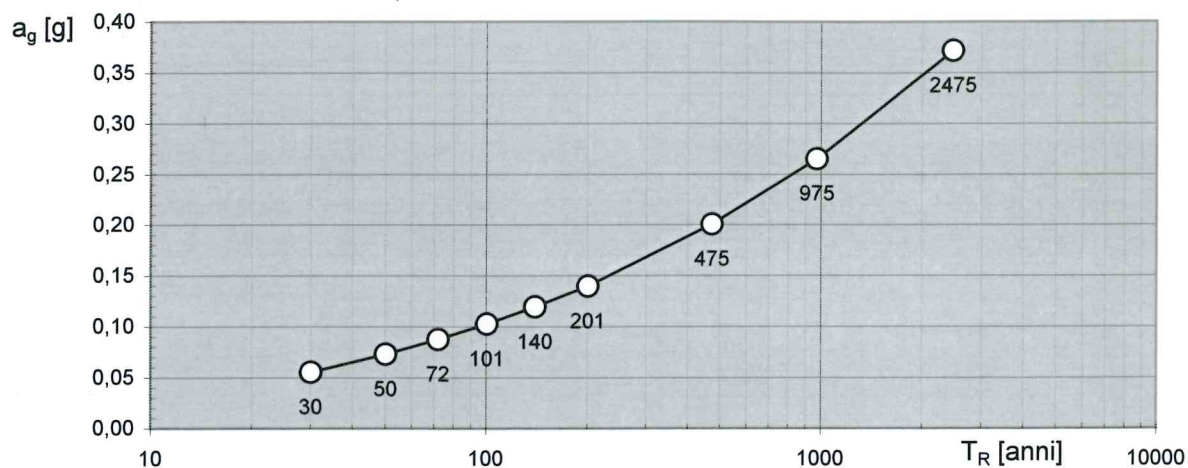
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

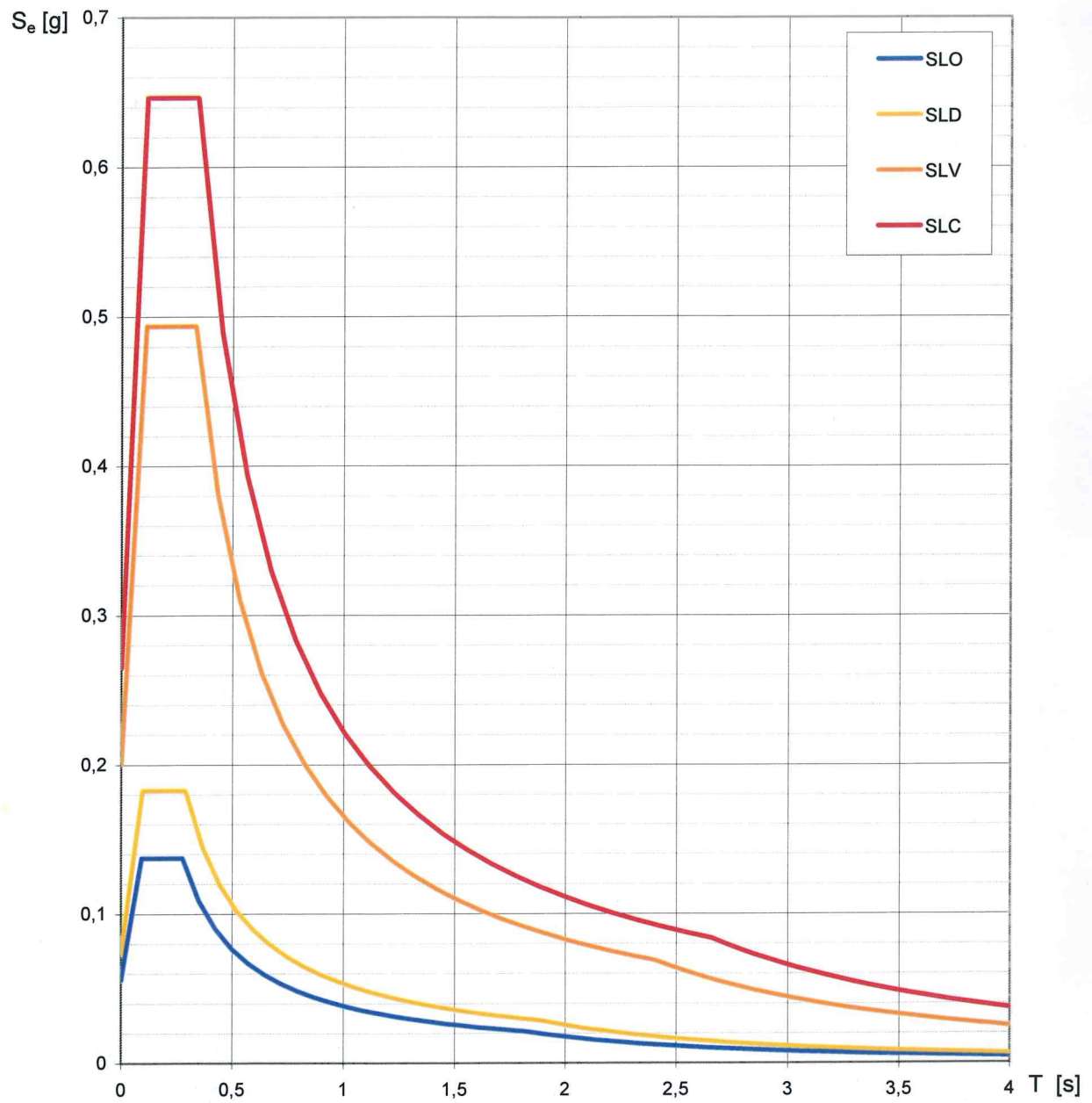
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

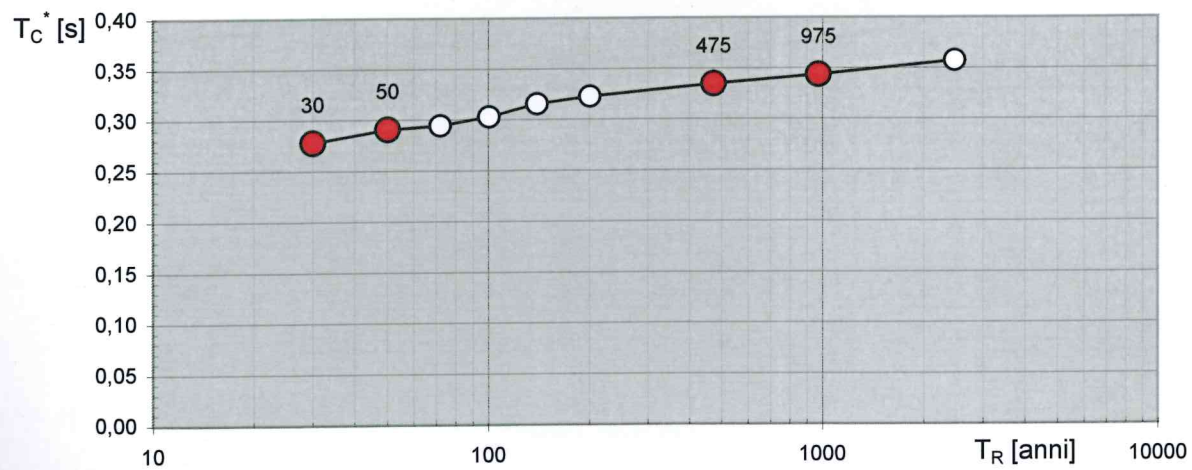
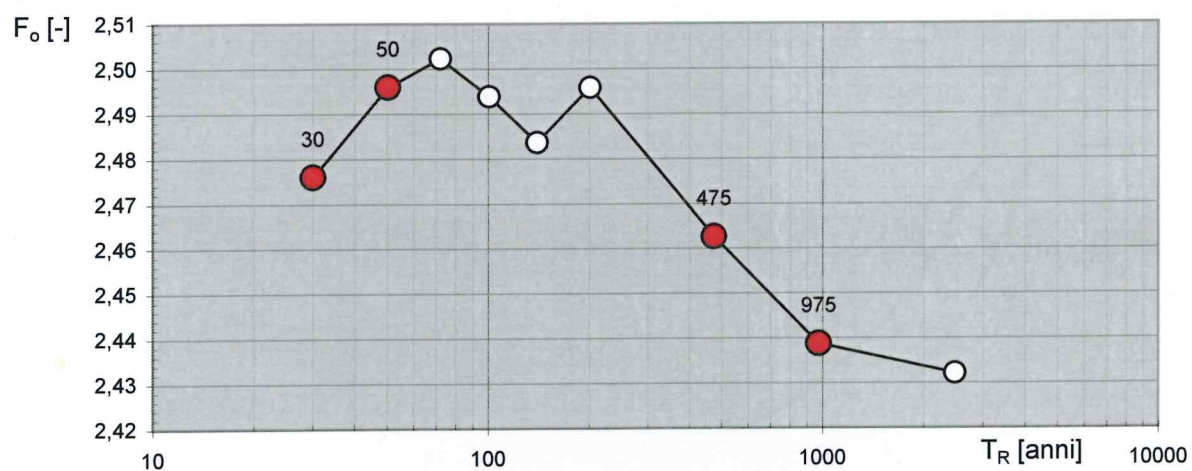
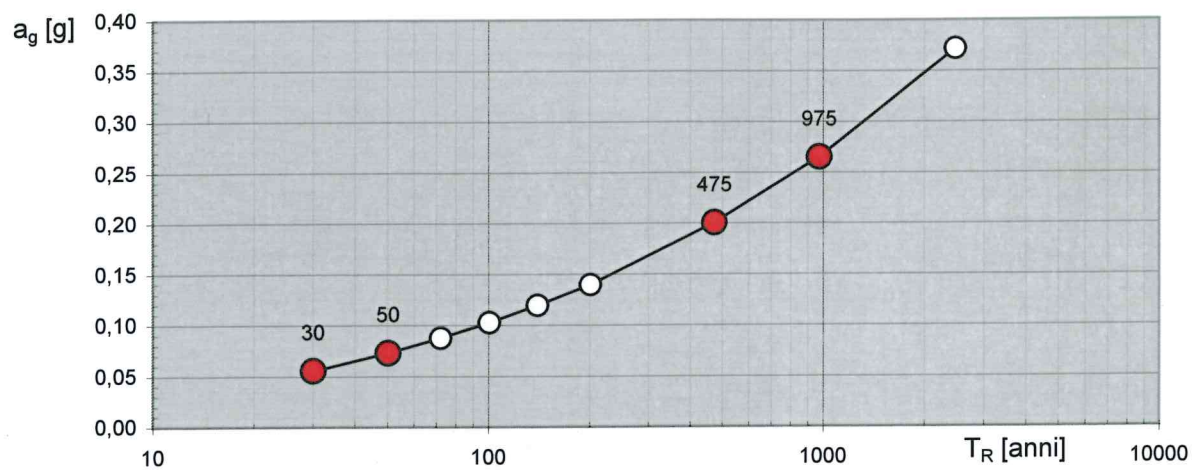
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



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	0,055	2,476	0,277
50	0,073	2,496	0,290
72	0,087	2,502	0,294
101	0,103	2,494	0,303
140	0,119	2,484	0,315
201	0,139	2,496	0,322
475	0,200	2,463	0,334
975	0,265	2,439	0,343
2475	0,371	2,432	0,357





Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,055	2,476	0,278
SLD	50	0,073	2,496	0,290
SLV	475	0,200	2,463	0,334
SLC	975	0,265	2,439	0,343

5. CARATTERI GEOTECNICI

Le ricerche e i dati raccolti dai rilevamenti, hanno portato alla definizione dei caratteri geotecnici preliminari del sito di intervento.

- 1° orizzonte geotecnico (spessore medio lungo il tracciato: da 5 m a sud fino a 10,00 m a nord)
- 2° orizzonte geotecnico (potenza media indicativa: 4,00 m)

1° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il primo orizzonte che si incontra, partendo dal piano campagna, è quello costituito da detriti alluvionali di forma prevalentemente sub-angolare (grado di arrotondamento $0,15 \div 0,25$), di varie dimensioni, inglobati in una matrice sabbiosa limo-argillosa, sciolti o litificati in brecce con strati di concrezioni calcaree. Sotto l'aspetto geotecnico non è da considerarsi di buona qualità per base di fondazione come si evince dai seguenti parametri associati :

γ	2,1 t/m ³	20,59 KN/m ³	0,0021 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	1,5 t/m ²	14,71 KN/m ²	0,15 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	21°÷22°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	30÷50 t/m ²	300÷500 KN/ m ²	3÷5 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica
K	300 t/m ³	2942 KN/m ³	0,3 Kg/cm ³	Coefficiente di Winkler

2° ORIZZONTE GEOTECNICO

Questo orizzonte è composto da brecce ad elementi prevalentemente calcarei sub-arrotondati e ben cementati in una matrice limosa sabbiosa rossastra di origine residuale. L'analisi dei dati rilevati conduce ai seguenti parametri geotecnici:

γ	2,3 t/m ³	22,55 KN/m ³	0,0023 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	2,5 t/m ²	24,51 KN/m ²	0,25 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	28°÷30°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	500 t/m ²	4903 KN/ m ²	50 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica

6. CALCOLI GEOTECNICI

Viene determinata la pressione litostatica alla profondità di posa della condotta idrica, per meglio valutare i potenziali cedimenti all'instaurarsi dei nuovi equilibri statici.

Profondità media dello scavo (m)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Livello della falda dal p.c. (m)	Pressione neutra (kN/m ²)	Tensione efficace (kN/m ²)	Tensione totale (kN/m ²)
<i>Detriti alluvionali</i> 1,5	20,59	---	0	30,88	30,88

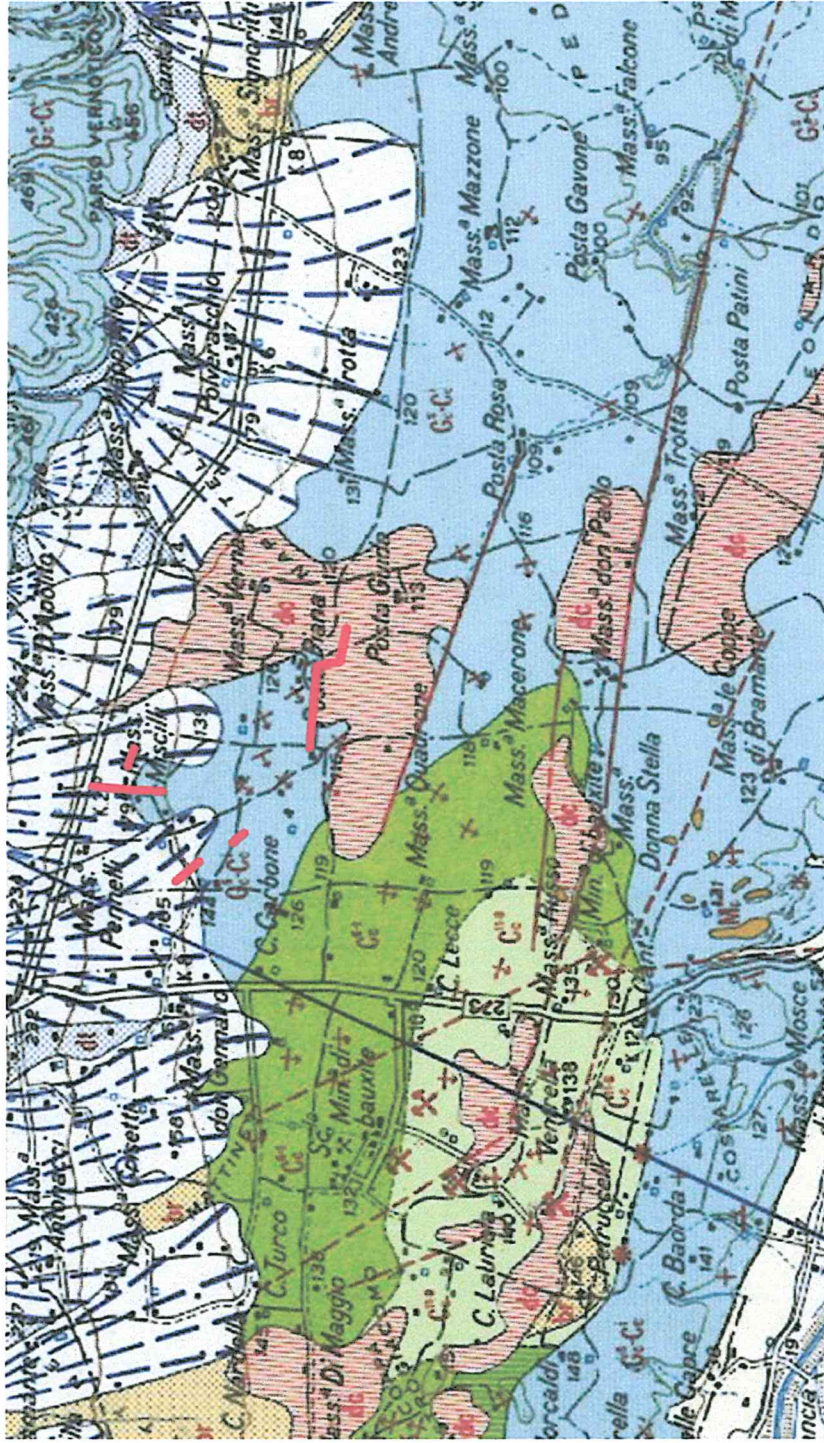
7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Il presente lavoro sul tracciato denominato “Estendimento 5”, ricadente nel comune di San Giovanni Rotondo ha portato alle seguenti considerazioni e conclusioni.

1. riscontrare l'inesistenza di cedimenti conseguenti all'instaurarsi di sovrappressioni neutre in quanto non è ipotizzabile la presenza della falda freatica in prossimità dei volumi significativi del piano di posa dell'opera.
2. definire le caratteristiche geo-meccaniche della litologia su cui sarà eseguito lo scavo e valutare la compatibilità dello stesso con il modello geotecnico elaborato;
3. constatare la possibile presenza di una fascia tettonizzata a nord dell'area di intervento che invita ad una sottostima di alcuni parametri geotecnici per ragioni precauzionali e per un maggior margine di sicurezza;
4. verificare l'assenza di effetti negativi del manufatto sulla stabilità geomorfologica dell'area interessata dal progetto nonché l'insussistenza di condizioni di instabilità geomorfologiche, visibili, al contorno.
5. l'assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (*geositi*) da salvaguardare.

CARTA GEOLOGICA

ESTENDIMENTI 6-7-8-9-10



-F.S.-

LEGENDA



Alluvioni recenti e attuali (0); conoidi di deiezione. Detriti di felds idr.



Depositi colluviali ed eluviali (1) "terre rosse", residui da calcari.



Alluvioni terrazzate recenti, poco superiori agli elvi attuali, di ciottoli, sabbie e subordinalemente argille sabbiose. Talora con crostoni calcarei evaporitici.



Calcarei sabbiosi, teneri, giallastri, sfrolifici, fossiliferi, ("fujo calcareo", "pietra leccese"). Zona di Associazione o *Lithothamnium*, Briozoi, *Elphidium*.



CALCARI DI MASSERIA QUADRONI - Calcarei micelici colore avana, in grossi banchi, talora pseudotili (C⁴). Eteropoli con una calcarenite grigia e marrone nel strato. Feccia (C⁴).

Zona di Associazione e *Cuneolina parvula* per la MURON.



CALCARI DI MONTE S. ANGELO - Calcarei organogeni biancastri in banchi e strati con Rudiste e Coralli; subord. calcinellati. Zona di Associazione o *Obololite* Gruppo 4), *conulus-dicoides* e *O. emana* LA-MARE, raramente alcune *Tenelle* e *Rotalipora*. APTIANO-CENOMANIANO.



CALCARI OOLITICI DI COPPA GUARDIOLA - Calcarei oolitici e pseudotili, alcuni derivati e bioclastici, e grana fine, in strati di spessore variabile da 10 cm. a 1 metro. Zona di Associazione o *Trachylla* e *Pseudocyclammina* e Zona di Associazione o *Bud-* nella irregolarità RADICIC e *Cuneolina compansarii* SANTONI e CRESCENTI. M.L.M.-APTIANO.



CALCARI DI CASA LAURIOVA - Calcarei omogenei bianchi e avana, in strati sottili con rare intercalazioni di marne giallastre. Alla base una breccia poligenica, spesso pochi metri, segna la transizione luroniana su C⁶. Zona di Associazione o Ostroeci e Coracea. SENONIANO.

+

Strati orizzontali.

+

Strati suborizzontali.

+

Strati inclinati da 10° a 45°.



Faglia.



Faglia presunta.



Terrazzo morfologico.



ESTENDIMENTI

ESTENDIMENTO 6

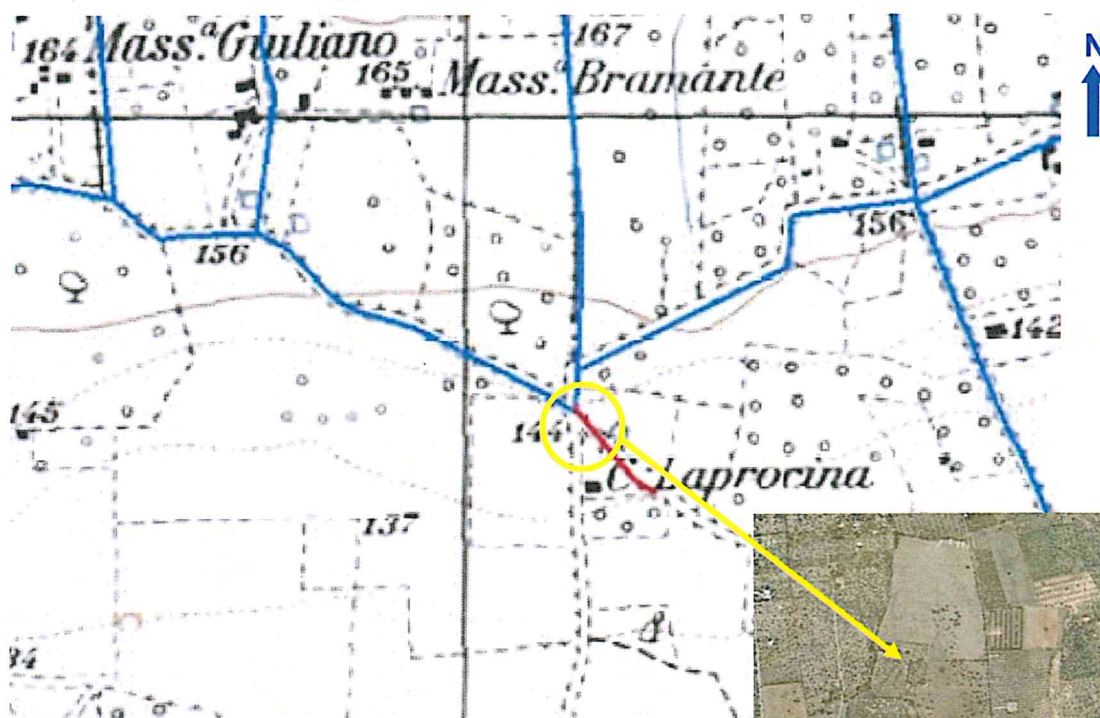
Comune: *San Giovanni Rotondo*


Località: *“C. Laprocina”*

SCHEMA TOPOGRAFICA

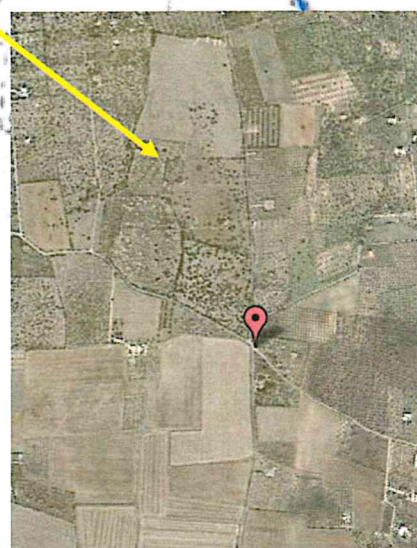
ESTENDIMENTO 6

<i>Comuni</i>	San Giovanni Rotondo (FG)
<i>Località</i>	"C. Laprocina"
<i>Coordinate sito di progetto</i>	WGS84: 41.651655 - 15.745629
<i>Supporto cartografico</i>	identificazione: F164 INO I.G.M.
	denominazione: I.G.M. "San Leonardo"
	scala: 1:25.000
<i>Quota s.l.m.</i>	Max: 144 m - min: 135 m
<i>Informazioni sulla rete viaria</i>	SS273 direzione N-S a ovest del sito SP 58 direzione O-E a nord del sito
<i>Presenza di attività antropiche</i>	Area agricola



 = ubicazione coordinate sito di progetto

 = ubicazione puntuale coordinate WGS84



1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il settore in esame, denominato “Estendimento 6”, si colloca sulla parte terminale della conoide alluvionale proveniente dalle valli poste a nord. Il piano campagna lungo il settore si presenta con una debole pendenza di circa 2° verso sud-sudest. I detriti della conoide di deiezione, attiva, sono formati prevalentemente da sabbie limose a volte debolmente argillose e ghiaie. Si incontrano a volte brecce monogeniche, più o meno litificate, poco selezionate con ciottoli sub-angolari (grado di arrotondamento $0,15 \div 0,25$) grossolani e minuti e con una maggiore maturità tessiturale nella parte più superficiale.

Al di sotto di questa copertura si possono incontrare con discontinuità orizzontale le brecce, originatesi dall'erosione marina, ben litificate ad elementi calcarei, con spigoli arrotondati (grado di arrotondamento $0,40 \div 0,60$).

Il substrato roccioso è costituito da calcari oolitici e pseudoolitici, detritici e micritici, di colore biancastro e strutturalmente disposti in strati di spessore variabile da 0,1 m a 1 m, immergenti verso sud-ovest, con intercalazioni di terre rosse residuali. Questa formazione è databile al Titonico-Aptiano.

La falda freatica non è presente se non a grandi profondità (oltre i 150 m) e con carattere salmastro per via dell'intrusione di acqua marina.

In prossimità del sito è presente un solo pozzo, ufficialmente censito, dove la falda è stata rinvenuta a - 160 m s.l.m..

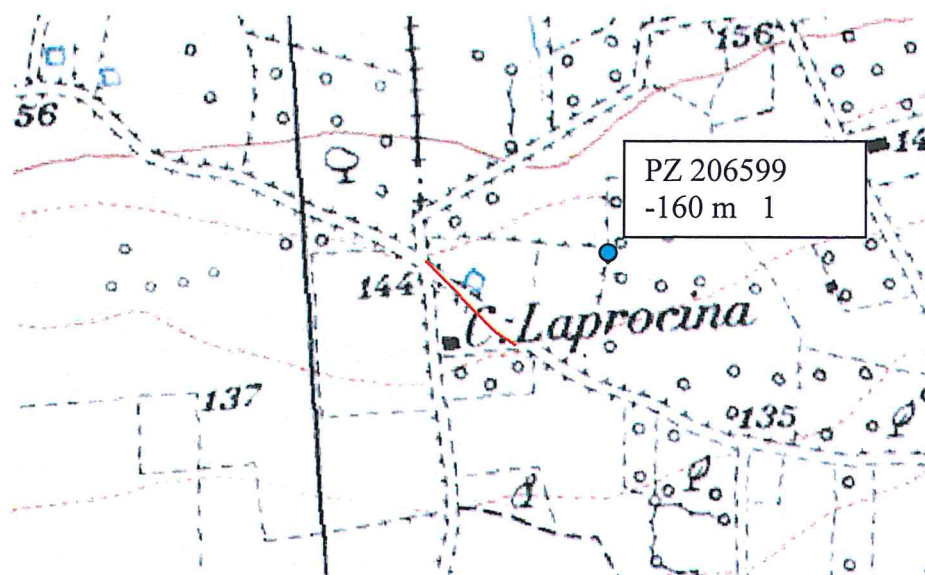


Fig. 39 – Pozzo regolarmente registrato.

4. RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TECNICO

Per la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni di terra rappresentativi, prelevati in situ, si è fatto uso dei riferimenti della tabella seguente.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cmq)
Terreno	S1	molto tenero	facile rottura	< 10
	S2	tenero	si rompe con le dita a forte pressione	> 10
	S3	compatto	si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone	> 20
	S4	duro	non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone	> 40
	S5	molto duro	Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico	> 70

(P. Colosimo et al. – 1982)

Per meglio specificare l'origine ed i caratteri litologici, strutturali e poi geotecnici delle brecce dei depositi alluvionali rilevati si è eseguita, quando possibile, la classificazione secondo l'identificazione visiva e misurata delle caratteristiche di forma, riassunte nella tabella seguente.

DEFINIZIONE degli elementi litologici	Grado di arrotondamento	Descrizione
Angolare	0,0÷0,15	Nessun smussamento evidente, mantiene il perimetro per linee spezzate
Sub-angolare	0,15÷0,25	Mantiene la forma originaria con evidenti tratti di arrotondamento
sub-arrotondata	0,25÷0,40	Evidente smussamento delle parti angolose con riduzione delle superfici originarie
Arrotondata	0,40÷0,60	Arrotondamento evidente con rimozione delle superfici originarie, mantenimento di qualche superficie piana
Ben arrotondata	0,60÷1,00	Superficie interamente definita da superfici curve ben arrotondate



Fig. 40 - Ortofoto del tracciato denominato "Estendimento 6"



Fig. 41 – Foto del sito

3. MODELLO GEOLOGICO

Dai dati acquisiti sono state rilevate tre litologie, ovvero, sabbie limo-argillose e ghiaie con brecce sub-angolari su brecce sub-arrotondate che coprono in modo disomogeneo i calcari oolitici.

Mediante le informazioni si possono stimare, approssimativamente, i limiti di interfaccia tra i depositi e definire i tre orizzonti stratigrafici.

Il **primo orizzonte** (spessore indicativo lungo il tracciato, da nord verso sud: da 8,00 m a 7,00 m) è formato da detriti alluvionali di conoide, di varie dimensioni sciolti o compattati in brecce,

inglobate in una matrice sabbiosa limo-argillosa spesso indurita da concrezioni calcaree in strati più o meno sottili.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Alluvioni recenti – Conoide di deiezione"</i>
colore	<i>marrone-rossiccio-giallastre</i>
litologia	<i>brecce — terre rosse - sabbie argillose</i>
età	<i>Olocene (0,011 m.a.)</i>
potenza	<i>2-20 m</i>

Il **secondo orizzonte** (spessore medio indicativo: 5,00 m) è composto da brecce ad elementi prevalentemente calcarei sub-arrotondati e ben cementati in una matrice limosa sabbiosa rossastra di origine residuale. Lo strato è databile probabilmente al Pleistocene (0,20 -0,30 m.a.).

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Brecce ad elementi calcarei"</i>
colore	<i>ciottoli biancastri in matrice rossastra</i>
litologia	<i>Brecce calcaree</i>
età	<i>Pleistocene (0,25 m.a.)</i>
potenza	<i>5-15 m</i>

Il **terzo orizzonte** (spessore medio indicativo: 400,00 m) è composto da calcari oolitici e pseudoolitici, a volte detritici e micritici stratificati in strati di spessore variabile da 10 a 100 cm. Sono spesso fratturati e possono contenere lenti o sacche di terre limo-argillose, rosse, residuali. Questa litologia contiene i caratteri della facies della paleo-scogliera del promontorio garganico.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari di Coppa Guardiola"</i>
colore	<i>biancastri</i>
litologia	<i>calcari micritici oolitici e pseudoolitici</i>
età	<i>Titonico-Aptiano (120 m.a.)</i>
potenza indicativa	<i>fino a 500 m</i>
fossili	<i>Trocoline e Pseudocyclammine</i>

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE				
LITOLOGIA	TIPO DI PERMEABILITA'	PERMEABILITA' (cm/s)	COEFFICIENTE DI INFILTRAZIONE	TEMPO DI PERCORRENZA (30 cm)
calcari	<i>per frattura e fessurazione</i>	$1 \times 10^{-2} - 10^{-3}$	80-90%	2,5 – 25 ore

5. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO

L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** (a_g compresa tra 0,15 e 0,25 g) della classificazione definita dall'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dall'OPCM 3519 del 28.04.2006. Con le susseguenti N.T.C. 2008 la pericolosità non viene più definita per distretto amministrativo/comunale ma per sito, ovvero, facendo riferimento ad una maglia nazionale costituita da quadrati di 5 km di lato in cui ricade il sito di progetto.

Secondo le attuali N.T.C. 08, per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3, e alla Tab. 3.2.II delle N.T.C. 2008. Considerato il manufatto di modesta rilevanza, nonché ricadente in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, la caratterizzazione del sito è basata sull'esperienza e sulle conoscenze già disponibili come da paragrafo 6.2.2 cap. 6 N.T.C. 2008 – D.M. 14.01.2008

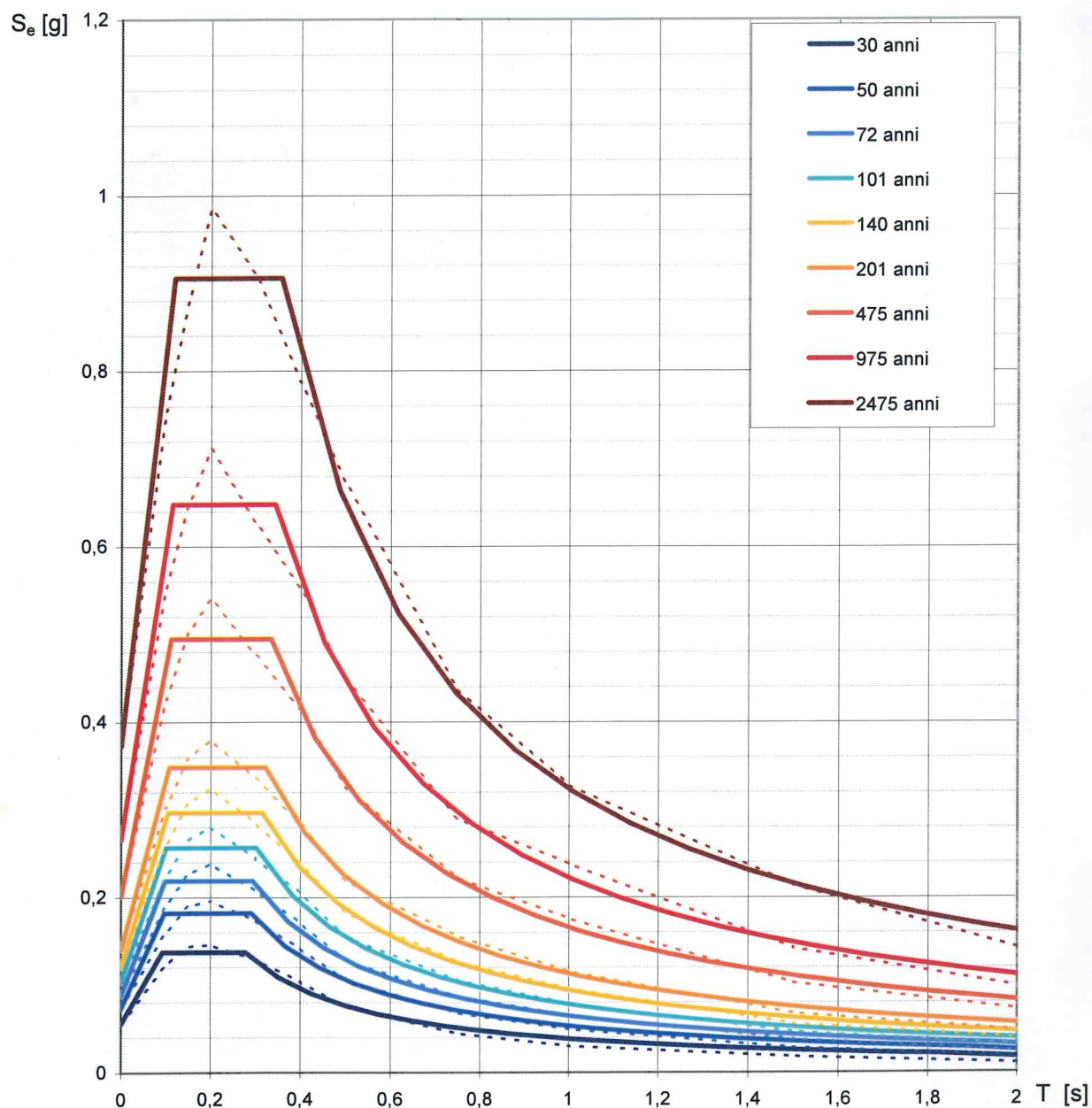
Nella zona di studio sono presenti litologie sabbiose limo-argillose e ghiaie, che possono essere annoverate alla categoria di **suolo E**, ovvero “*depositi di terreni a grana grossa o a grana fina mediamente addensati con spessori non superiori a 20 m.*”

Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)

Nomenclatura	Definizione	Valore/tipo
	<i>Categoria di suolo</i>	<i>E</i>
V_{S30}	<i>Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità</i>	<i>>800 m/s</i>
---	<i>Categoria topografica</i>	<i>T1</i>
---	<i>Classe d'uso della costruzione</i>	<i>I</i>
C_u	<i>Coefficiente d'uso</i>	<i>0.7</i>
V_N	<i>Vita nominale della costruzione</i>	<i>50 anni</i>
V_R	<i>Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_u$</i>	<i>35 anni</i>
---	<i>Zona sismica</i>	<i>2</i>
---	<i>Pericolosità sismica</i>	<i>Media</i>

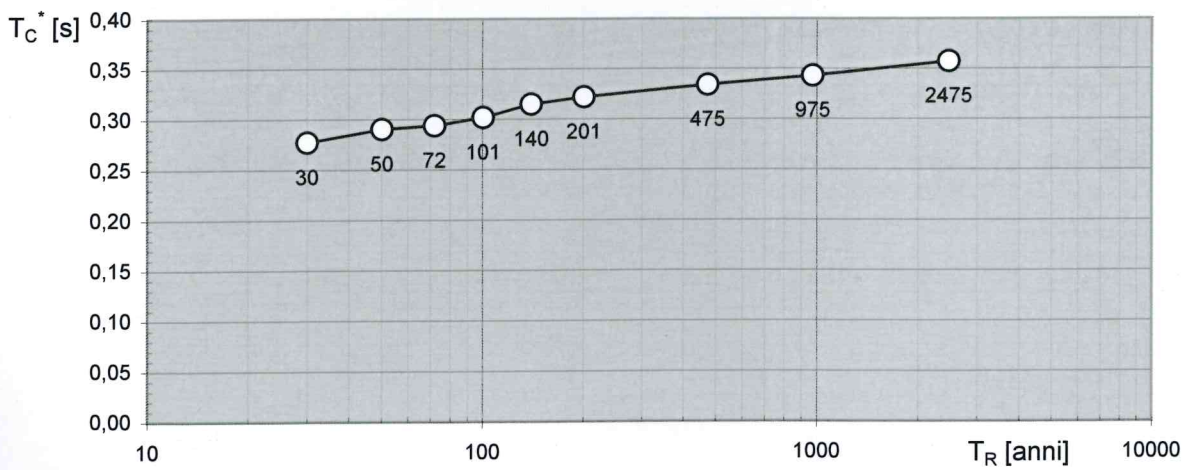
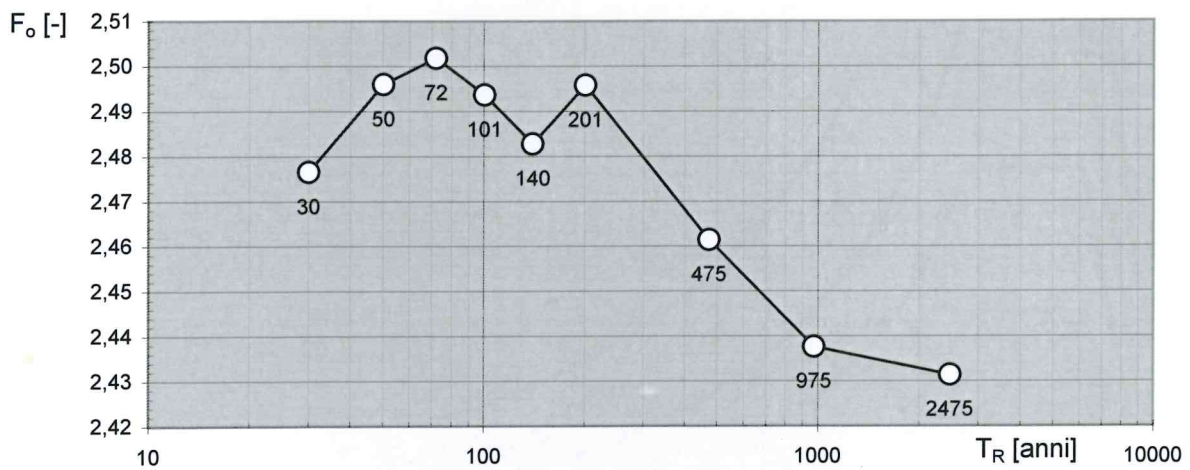
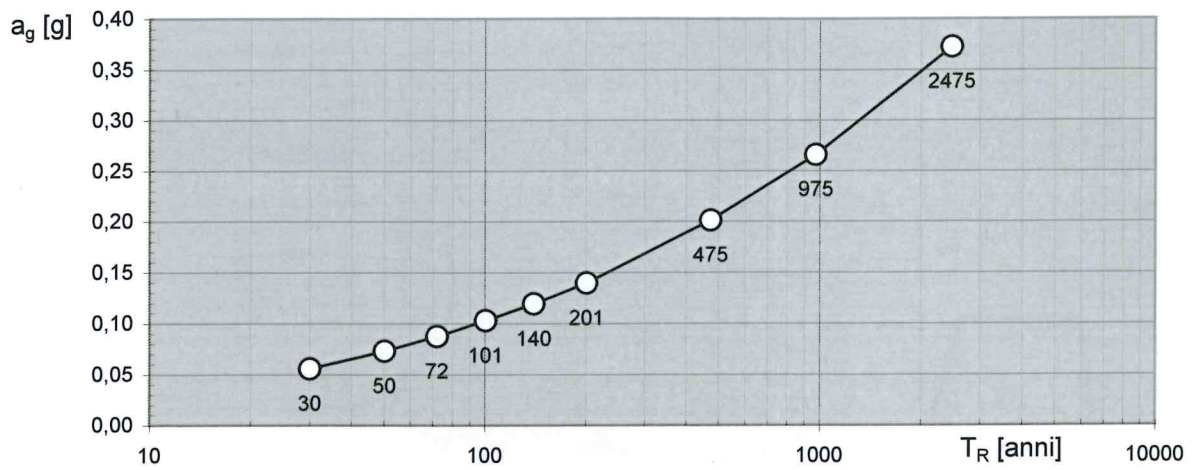
E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.

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



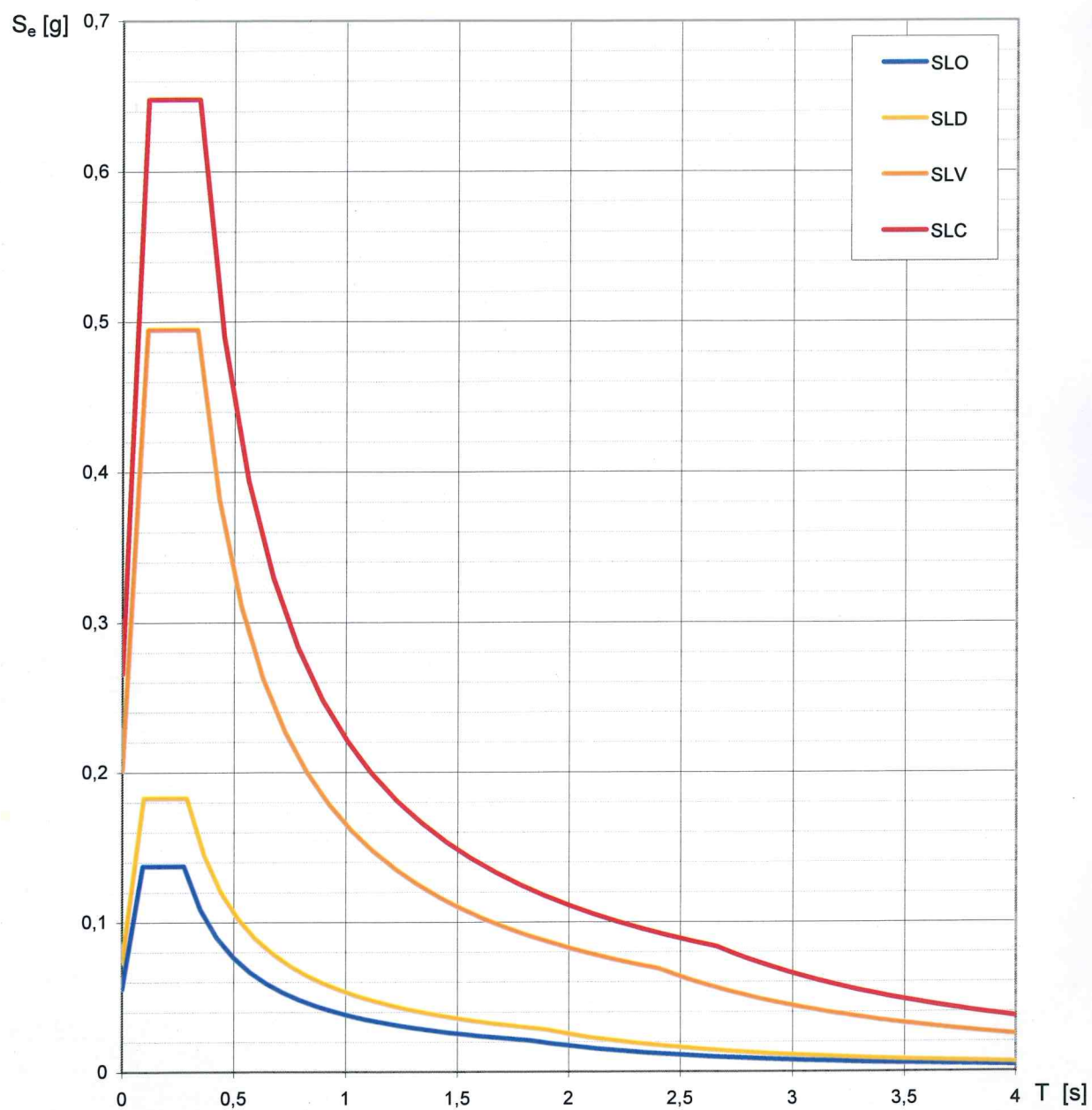
NOTA:

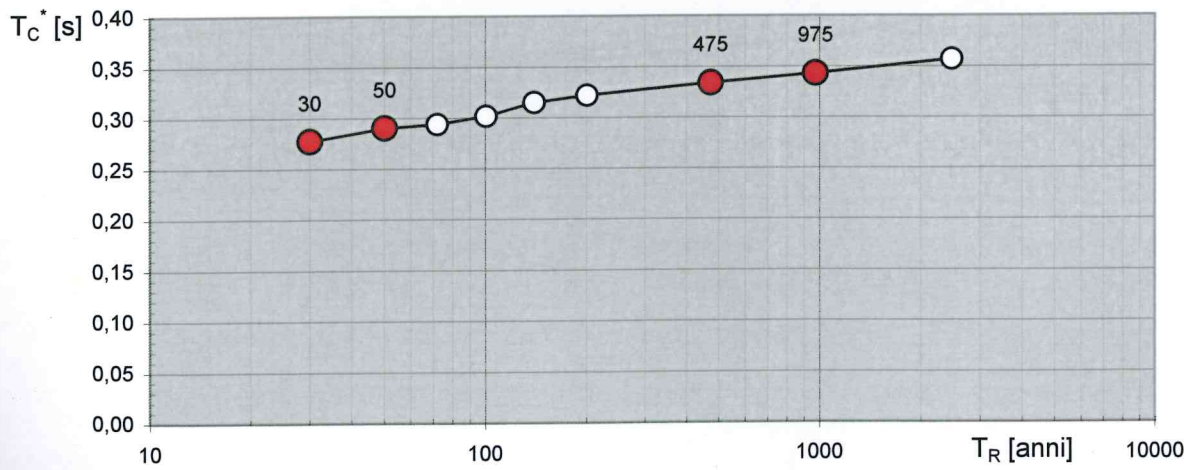
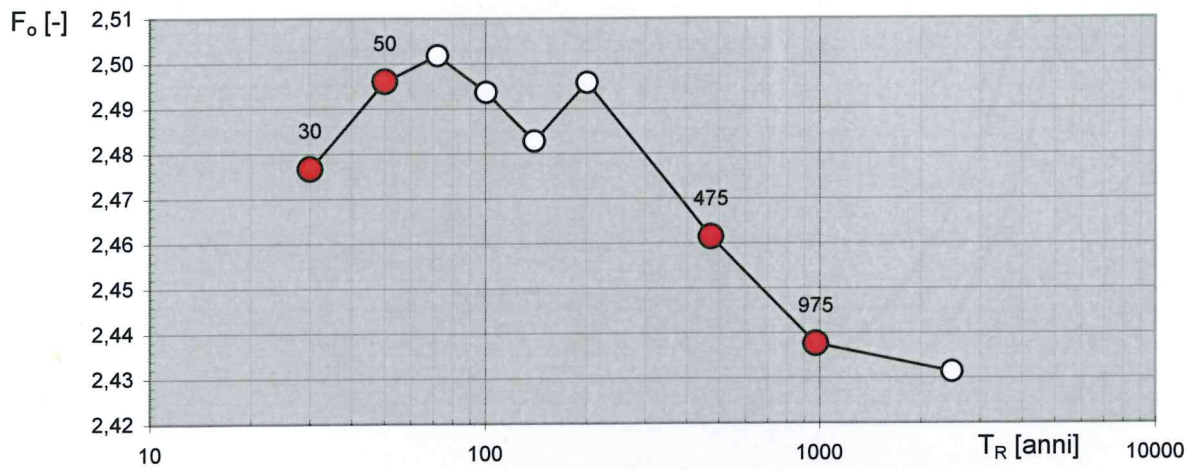
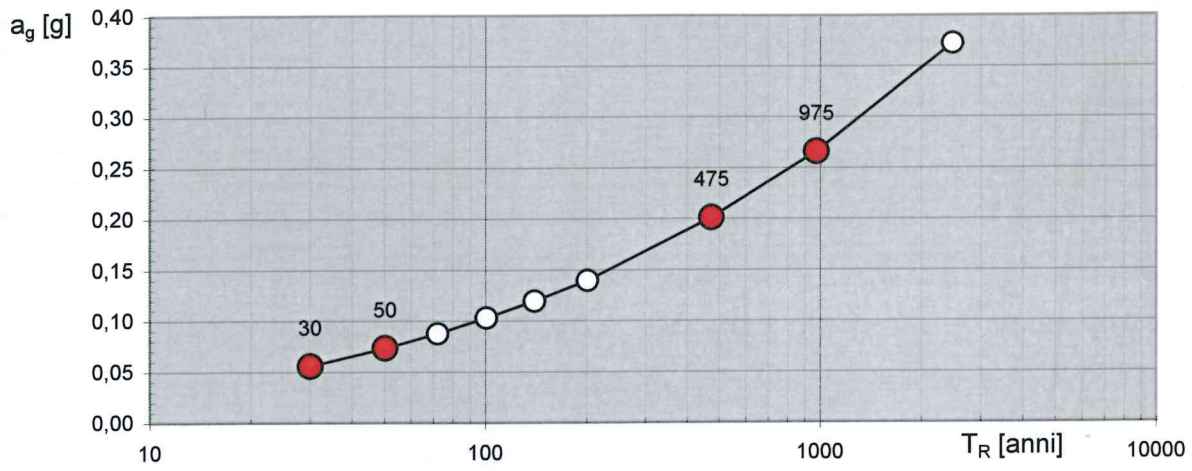
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.



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

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,055	2,477	0,277
50	0,073	2,496	0,290
72	0,087	2,502	0,294
101	0,103	2,494	0,301
140	0,119	2,483	0,315
201	0,140	2,496	0,322
475	0,201	2,461	0,334
975	0,266	2,438	0,343
2475	0,372	2,431	0,357





Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,056	2,477	0,277
SLD	50	0,073	2,496	0,290
SLV	475	0,201	2,461	0,334
SLC	975	0,266	2,438	0,343

5. CARATTERI GEOTECNICI

Le ricerche e i dati raccolti dai rilevamenti, hanno portato alla definizione dei caratteri geotecnici preliminari del sito di intervento.

- 1° orizzonte geotecnico (spessore medio lungo il tracciato: da 7 m a sud fino a 8,00 m a nord)
- 2° orizzonte geotecnico (potenza media indicativa: 5,00 m)

1° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il primo orizzonte che si incontra, partendo dal piano campagna, è quello costituito da detriti alluvionali di forma prevalentemente sub-angolare (grado di arrotondamento $0,15 \div 0,25$), di varie dimensioni, inglobati in una matrice sabbiosa limo-argillosa, sciolti o litificati in brecce con strati di concrezioni calcaree. Sotto l'aspetto geotecnico è da considerarsi di scadente qualità per base di fondazione come si evince dai seguenti parametri associati :

γ	2,1 t/m ³	20,59 KN/m ³	0,0021 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	1,5 t/m ²	14,71 KN/m ²	0,15 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	21°÷22°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	30÷50 t/m ²	300÷500 KN/ m ²	3÷5 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica
K	300 t/m ³	2942 KN/m ³	0,3 Kg/cm ³	Coefficiente di Winkler

2° ORIZZONTE GEOTECNICO

Questo orizzonte è composto da brecce ad elementi prevalentemente calcarei sub-arrotondati e ben cementati in una matrice limosa sabbiosa rossastra di origine residuale. L'analisi dei dati rilevati conduce ai seguenti parametri geotecnici:

γ	2,3 t/m ³	22,55 KN/m ³	0,0023 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	2,5 t/m ²	24,51 KN/m ²	0,25 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	28°÷30°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	500 t/m ²	4903 KN/ m ²	50 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica

6. CALCOLI GEOTECNICI

Viene determinata la pressione litostatica alla profondità di posa della condotta idrica, per meglio valutare i potenziali cedimenti all'instaurarsi dei nuovi equilibri statici.

Profondità media dello scavo (m)	Peso unità di volume (kN/m^3)	Livello della falda dal p.c. (m)	Pressione neutra (kN/m^2)	Tensione efficace (kN/m^2)	Tensione totale (kN/m^2)
<i>Detriti alluvionali</i> 1,5	20,59	---	0	30,88	30,88

7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Il presente lavoro sul tracciato denominato "Estendimento 5", ricadente nel comune di San Giovanni Rotondo ha portato alle seguenti considerazioni e conclusioni.

1. riscontrare l'inesistenza della falda freatica in prossimità dei volumi significativi del piano di posa dell'opera.
2. definire le caratteristiche geo-meccaniche della litologia su cui sarà eseguito lo scavo e valutare la compatibilità dello stesso con il modello geotecnico elaborato;
3. constatare la presenza di una probabile fascia tettonizzata a nord dell'area di intervento che invita ad una sottostima di alcuni parametri geotecnici per ragioni precauzionali e per un maggior margine di sicurezza;
4. verificare l'assenza di effetti negativi del manufatto sulla stabilità geomorfologica dell'area interessata dal progetto nonché l'insussistenza di condizioni di instabilità geomorfologiche, visibili, al contorno.
5. l'assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (*geositi*) da salvaguardare.

ESTENDIMENTO 7

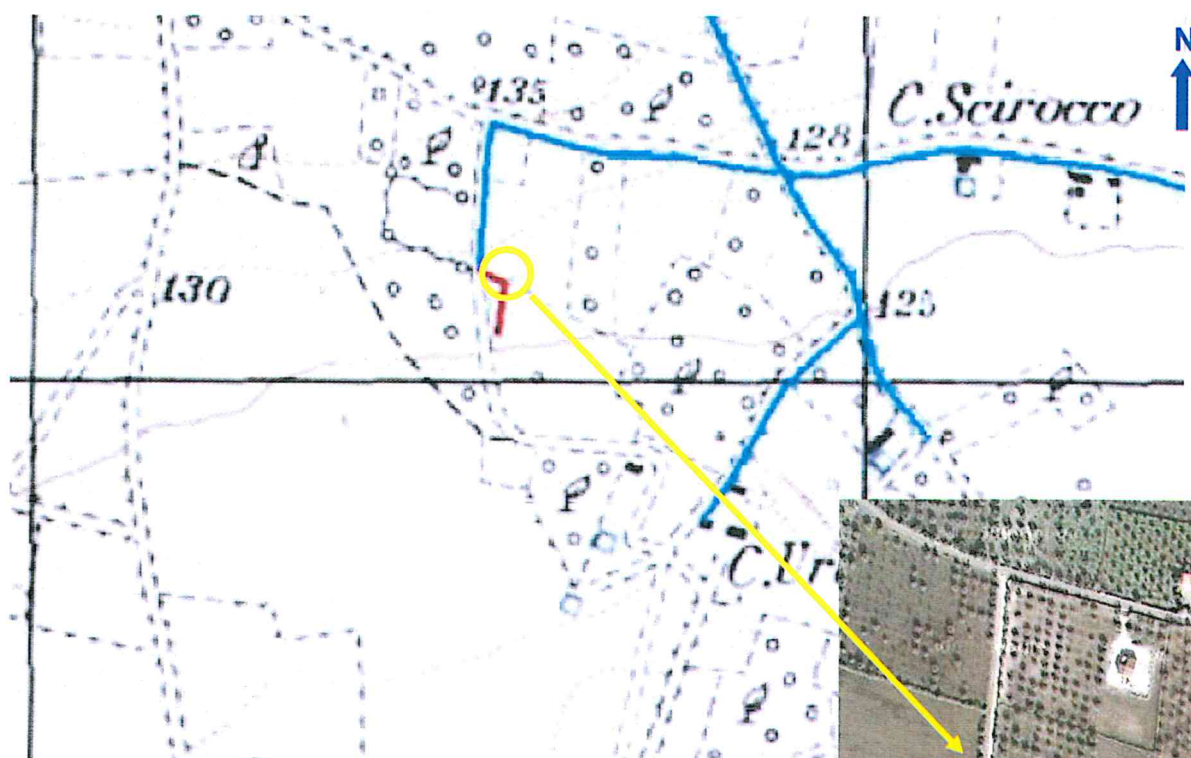
Comune: *San Giovanni Rotondo*

Località: *ad Ovest di "C. Scirocco"*

SCHEDA TOPOGRAFICA

ESTENDIMENTO 7

<i>Comuni</i>	San Giovanni Rotondo (FG)
<i>Località</i>	ad Ovest di "C. Scirocco"
<i>Coordinate sito di progetto</i>	WGS84: 41.647586 - 15.750371
<i>Supporto cartografico</i>	identificazione: F164 INO I.G.M.
	denominazione: I.G.M. "San Leonardo"
	scala: 1:25.000
<i>Quota s.l.m.</i>	Max: 130 m - min: 125 m
<i>Informazioni sulla rete viaria</i>	SS273 direzione N-S ad ovest del sito
<i>Presenza di attività antropiche</i>	Area agricola



 = ubicazione coordinate sito di progetto

 = ubicazione puntuale coordinate WGS84



1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il sito su cui sarà realizzato il progetto si trova sul pianoro terrazzato mesozoico. Questa fascia si presenta ricoperta da un sottile strato di depositi alluvionali provenienti dalla parte terminale delle conoidi ubicate più a nord. Il sito è sub-orizzontale, per meglio dire, con una lieve pendenza verso sud-ovest. Il settore di condotta idrica si svilupperà entro una quota compresa tra 125 e 130 m

La litologia affiorante nell'area è costituita da coperture poco consistenti di depositi continentali pleistocenici-olocenici costituiti da residui colluviali ed in minor parte eluviali, composti da terre brune, poste di solito nella parte più superficiale, e detriti alluvionali che sono spesso sovrapposti su degli strati, di spessore decimetrico, di concrezioni calcaree e brecce; per queste coperture si stimano spessori esigui che a volte possono essere attraversati da affioramenti calcarei facenti parte dell'orizzonte sottostante.

Sotto i depositi clastico-terrigeni continuano i calcari della *formazione di Coppa Guardiola* ascrivibili al Cretaceo inferiore.

I calcari sono detritici e micritici, si presentano di colore biancastro con tessitura oolitica e pseudoolitica e di frequente contengono lenti e/o sacche di terre rosse residuali.

Anche qui i calcari possono essere disturbati dall'attività tettonica e carsica e si possono, pertanto, rinvenire fratturati e cariati dalla carsificazione epigea ed ipogea. La giacitura degli strati è sub-orizzontale o leggermente immergente verso SE con una inclinazione compresa nei 10°.

Nell'area non si riscontrano falde freatiche se non a grande profondità e con intrusione di acqua marina.

Non sono stati rinvenuti pozzi regolarmente censiti nei dintorni del sito.

2. RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO

Con il criterio speditivo di seguito illustrato si esegue la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni rappresentativi, di terra prelevati in situ lungo il tracciato di scavo.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cm ²)
Terreno	S1	molto tenero	facile rottura	< 10
	S2	tenero	si rompe con le dita a forte pressione	> 10
	S3	compatto	si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone	> 20
	S4	duro	non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone	> 40
	S5	molto duro	Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico	> 70

(P. Colosimo et al. – 1982)

Si esegue la determinazione della *compressione uniassiale* anche dei campioni di roccia (brecce) rappresentativi, seguendo i suggerimenti di seguito illustrati in tabella.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (MPa)
Roccia	E	molto tenera	si sbriciola con la punta affilata di un martello e può essere staccata con un coltello	5-25
	D	tenera	può essere staccata con fatica con un coltello	25-50
	C	dura	non può essere staccata con un coltello, i campioni possono spaccarsi in mano con un colpo di martello	50-100
	B	molto dura	i campioni possono essere rotti in mano con più colpi di martello	100-200
	A	durissima	occorrono molte martellate per staccare un campione	> 200

(P. Colosimo et al. – 1982)



Fig. 42 - Settore denominato "Estendimento 7".



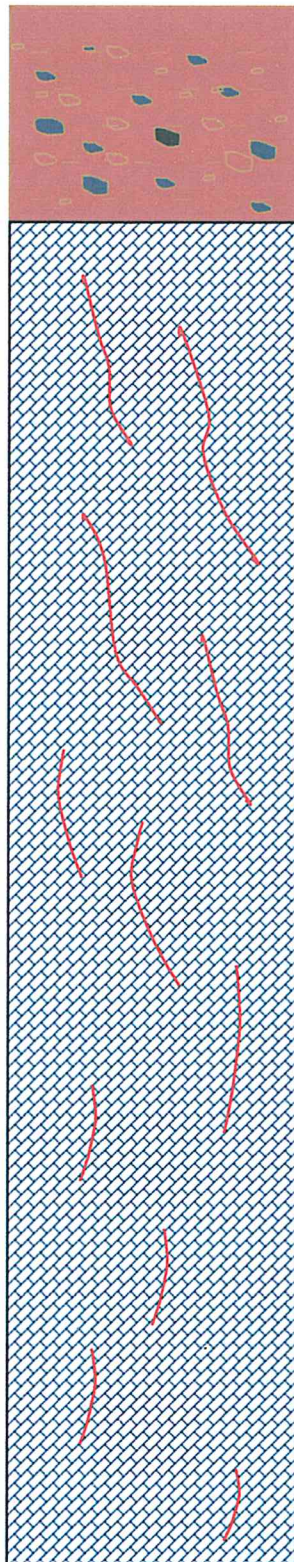
Fig. 43 - Foto settore 7.

3. MODELLO GEOLOGICO

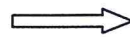
Dalle indagini si possono ricostruire due orizzonti stratigrafici di seguito dettagliati nelle litologie e nei rapporti stratigrafici.

Il **primo orizzonte** (spessore stimato lungo il tracciato: $0,50 \div 1,50$ m) è formato da una matrice terrigena poco compatta, più scura nella parte sommitale per via di una maggiore componente organica, costituita da sabbia-limosa debolmente argillosa proveniente in gran parte dalle conoidi

COLONNA STRATIGRAFICA SCHEMATICA
(ESTENDIMENTO 7)
scala 1: 5000



sabbia-limosa debolmente
argillosa con clasti calcarei



calcarei micritici
carsificati e fratturati

settentrionali e in minor parte dall'alterazione in loco. Questo orizzonte contiene anche brecce e concrezioni calcaree stratificate.

LITOLOGIA	
formazione	<i>Terre brune - Depositi alluvionali</i>
colore	<i>marrone chiaro - bruno</i>
litologia	<i>Sabbia-limosa debolmente argillosa con clasti calcarei e brecce</i>
eta'	<i>Pleistocene-Olocene</i>
spessore	<i>0,50-2,00 m</i>

Il **secondo orizzonte** (spessore medio indicativo: 500,00 m) è composto da calcari detritici e micritici biancastri nelle parti più integre più rosei nelle parti carsificate e fratturate. La tessitura è oolitica e pseudoolitica, si mostrano stratificati in strati di spessore variabile compresa tra 0,1 e 1 m. Come le altre litologie carbonatiche, incontrate nel presente studio, possono contenere lenti o sacche di terre limo-argillose rosse residuali e/o brecce.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari oolitici di Coppa Guardiola"</i>
colore	<i>biancastri</i>
litologia	<i>calcari detritici micritici oolitici e pseudoolitici</i>
eta'	<i>Titonico-Aptiano (120 m.a.)</i>
potenza indicativa	<i>fino a 500 m</i>
fossili	<i>Trocoline e Pseudocyclammene</i>

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE				
LITOLOGIA	TIPO DI PERMEABILITA'	PERMEABILITA' (cm/s)	COEFFICIENTE DI INFILTRAZIONE	TEMPO DI PERCORRENZA (30 cm)
calcari	<i>per frattura e fessurazione</i>	$1 \times 10^{-2} - 10^{-3}$	80-90%	2,5 – 25 ore

4. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO;

L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** della nuova classificazione definita dall'ordinanza n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dal D.M. 14.01.2008.

Per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3 e paragrafo 6.2.2 capitolo 6

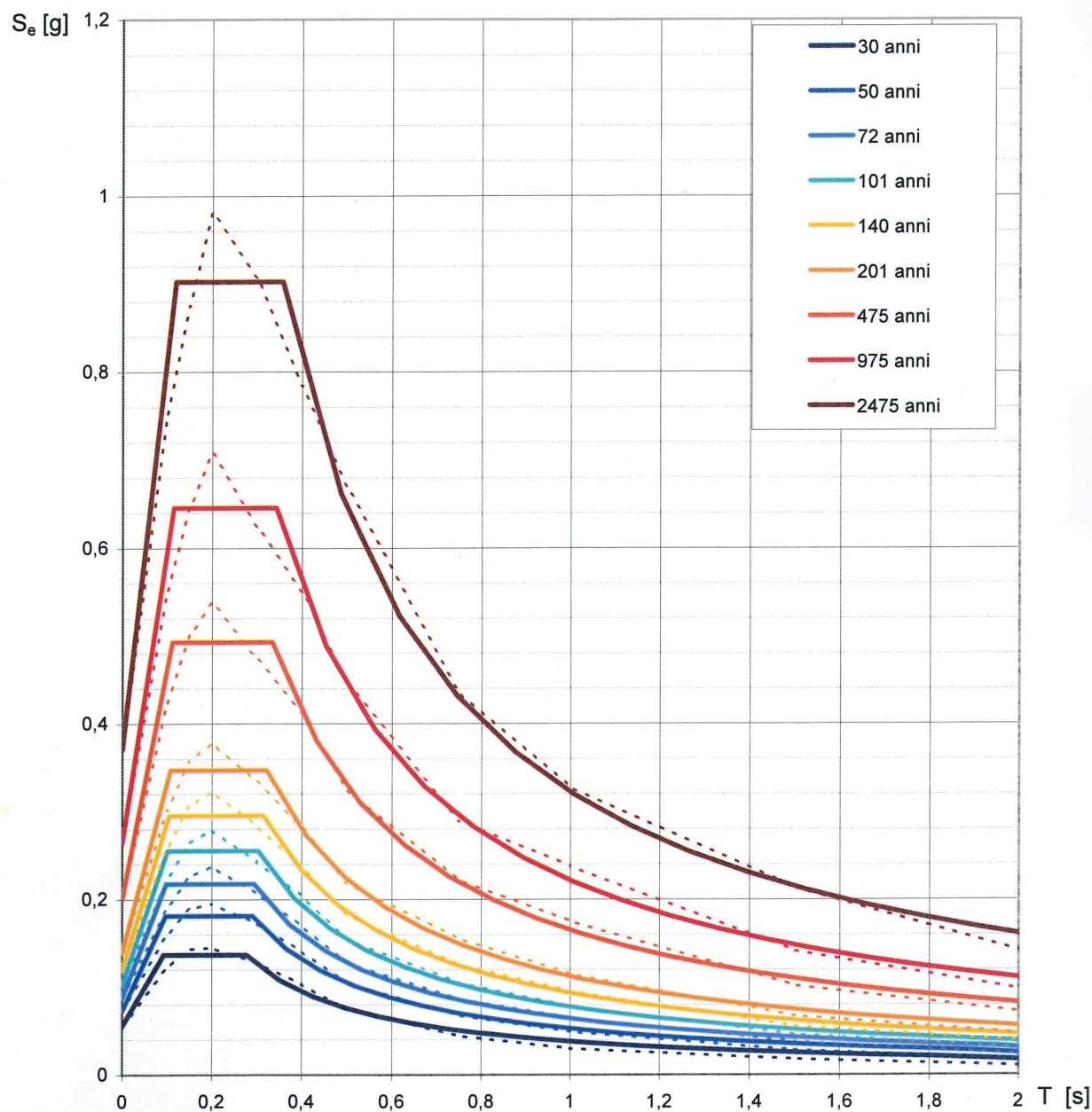
delle N.T.C. 2008 e considerata lo scavo di modesta rilevanza, che ricade in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, la caratterizzazione del sito è basata sull'esperienza e sulle conoscenze già disponibili come da § 6.2.2 cap. 6 N.T.C. 2008 – D.M. 14.01.2008. Nella zona di studio sono presenti litologie calcaree variamente e intensamente fratturate e carsificate, che possono essere annoverate alla categoria di **suolo A**, con $V_{S30} > 800$ m/s, che comprende “*ammassi rocciosi affioranti o con strato di alterazione superficiale non superiore a 3 m.*”

Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)

Nomenclatura	Definizione	Valore/tipo
	<i>Categoria di suolo</i>	<i>A</i>
V_{S30}	<i>Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità</i>	<i>>800 m/s</i>
---	<i>Categoria topografica</i>	<i>T1</i>
---	<i>Classe d'uso della costruzione</i>	<i>II</i>
C_U	<i>Coefficiente d'uso</i>	<i>0.7</i>
V_N	<i>Vita nominale della costruzione</i>	<i>50 anni</i>
V_R	<i>Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U$</i>	<i>35 anni</i>
---	<i>Zona sismica</i>	<i>2</i>
---	<i>Pericolosità sismica</i>	<i>Media</i>

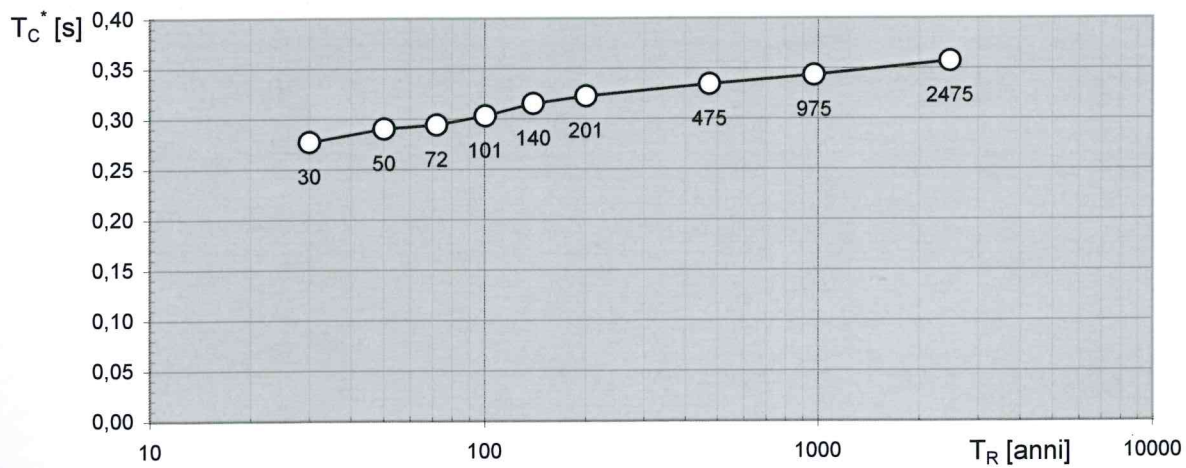
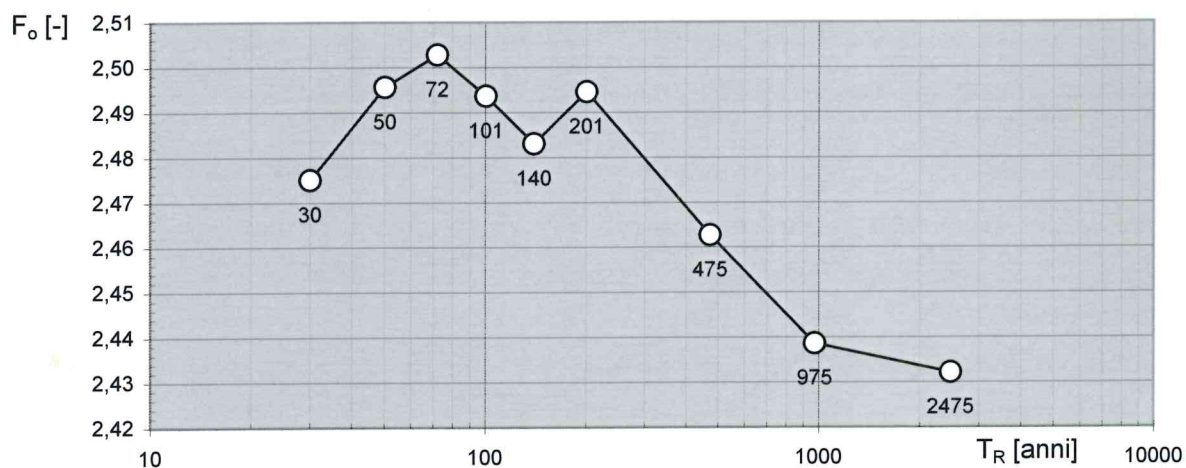
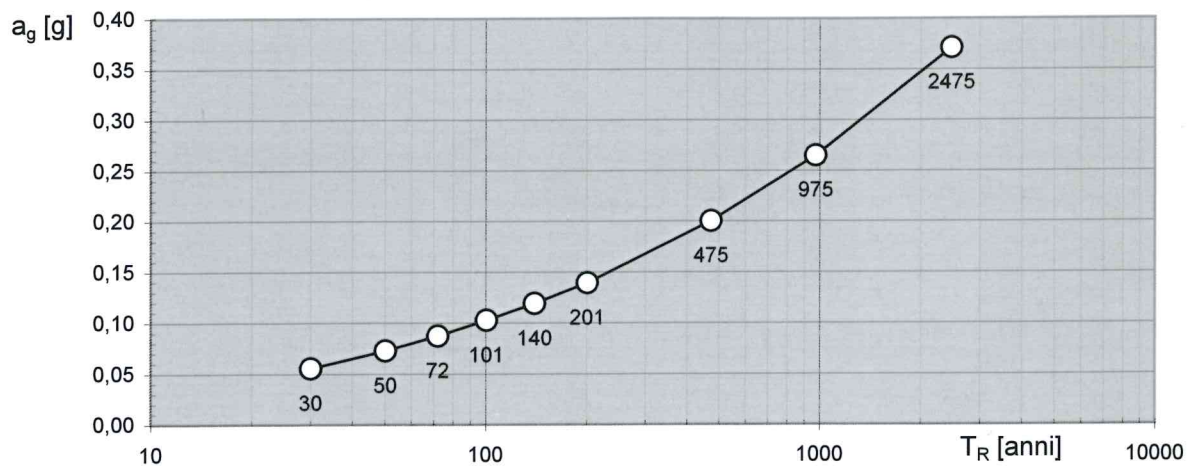
E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.

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



NOTA:

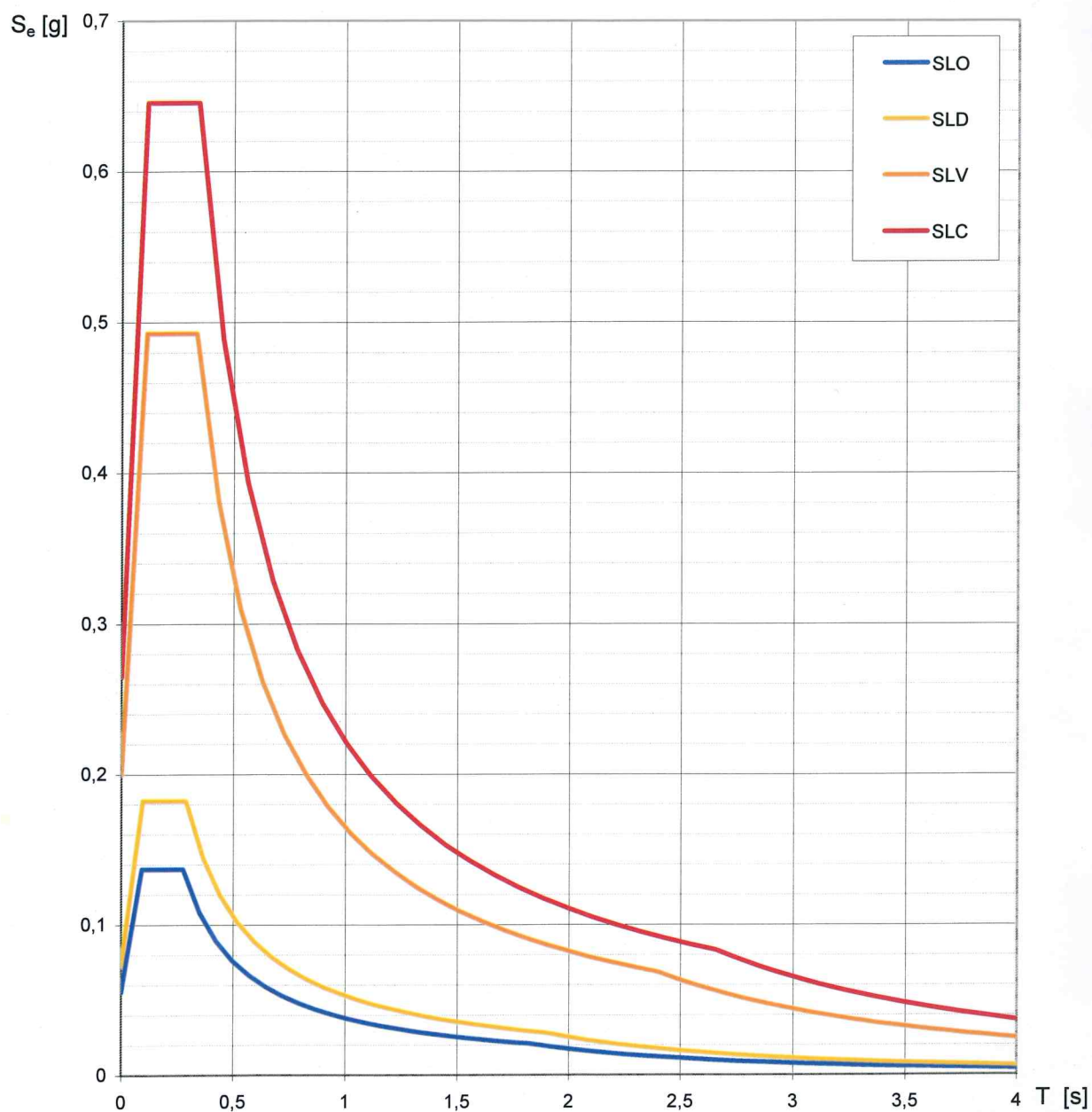
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.



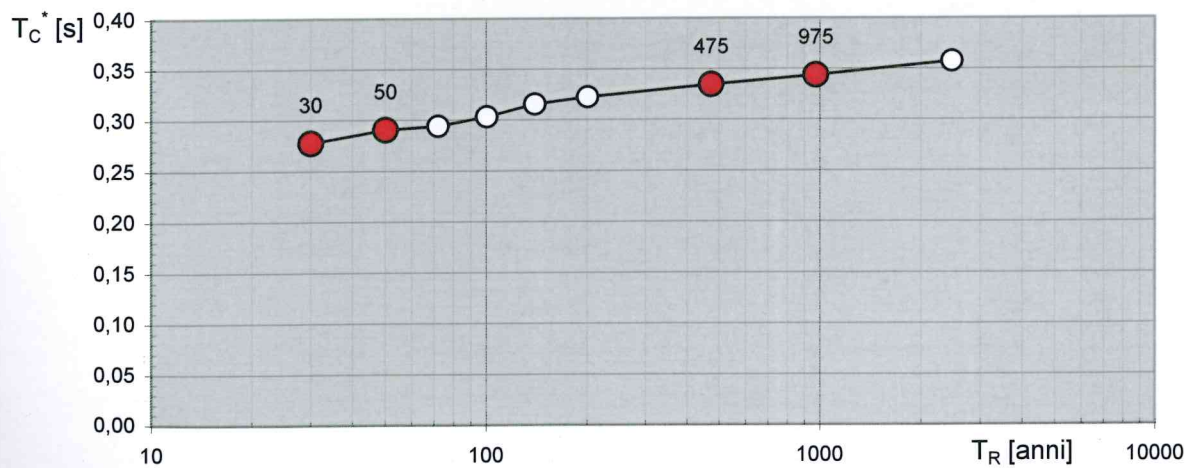
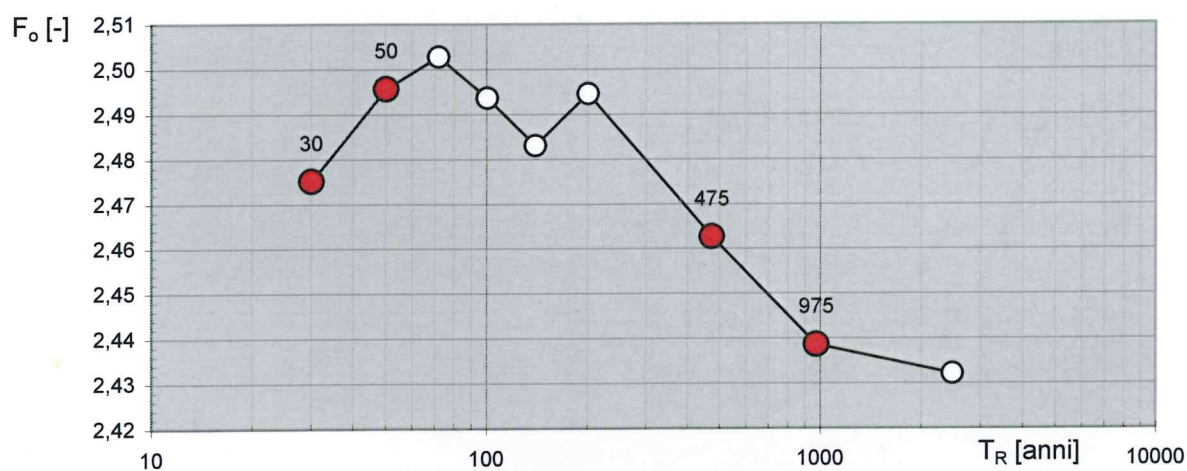
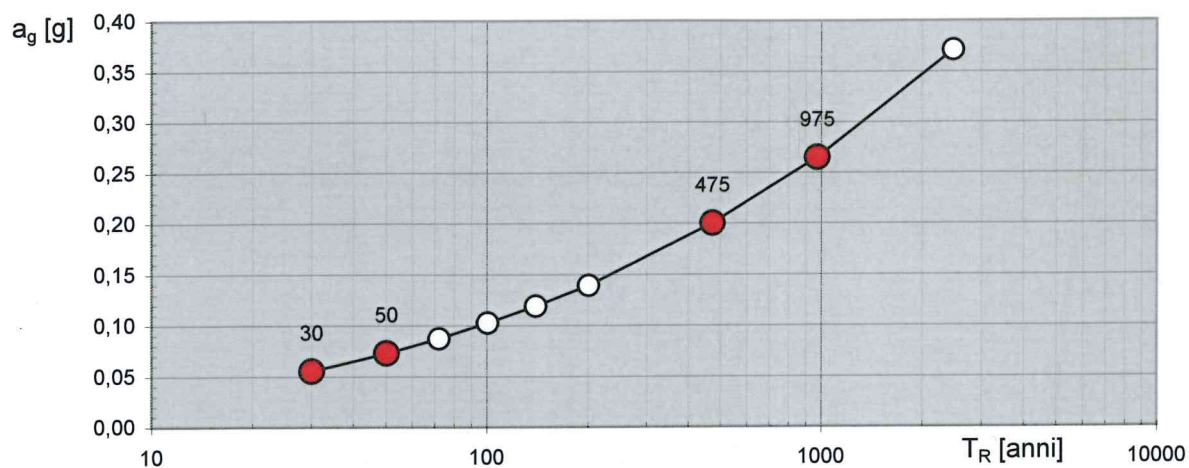
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,055	2,475	0,277
50	0,073	2,496	0,290
72	0,087	2,503	0,294
101	0,102	2,494	0,303
140	0,119	2,483	0,315
201	0,139	2,495	0,322
475	0,200	2,463	0,334
975	0,265	2,439	0,343
2475	0,371	2,432	0,357

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



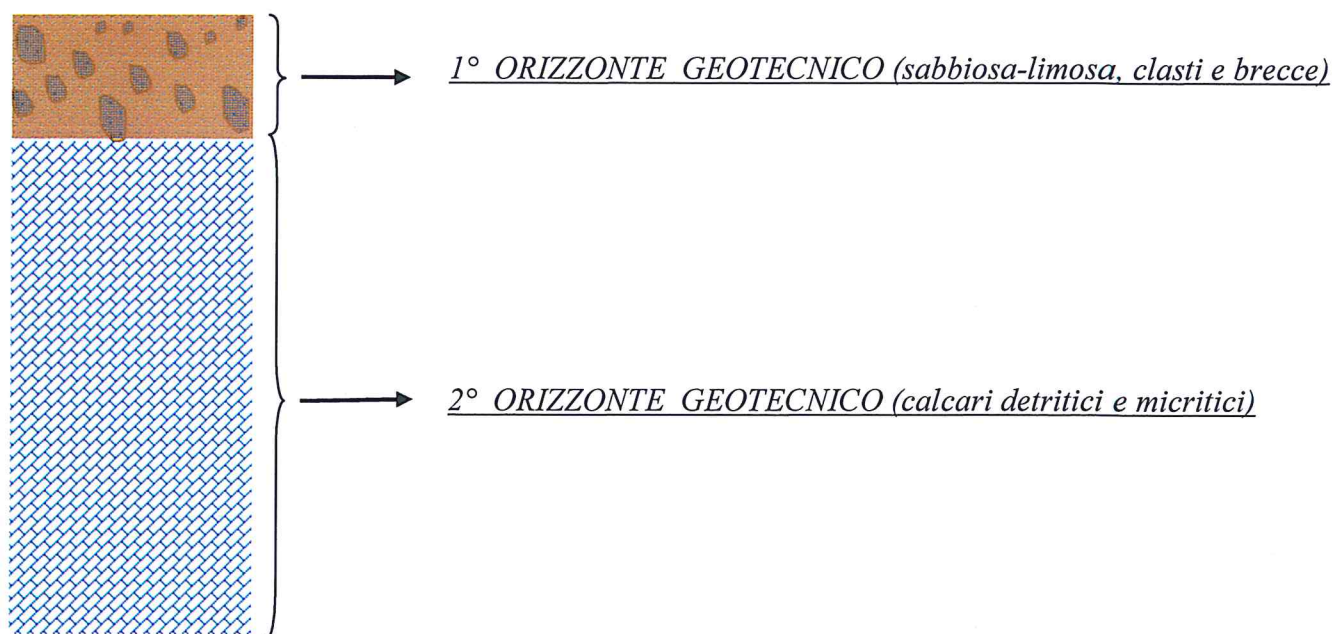
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,055	2,475	0,277
SLD	50	0,073	2,496	0,290
SLV	475	0,200	2,463	0,334
SLC	975	0,265	2,439	0,343

5. CARATTERI GEOTECNICI

I rilevamenti effettuati e i dati raccolti hanno portato alla definizione di alcuni caratteri geotecnici, del sito di intervento, così schematizzato e caratterizzato in un modello geotecnico:

- 1° orizzonte geotecnico (*profondità media indicativa: p.c. ÷ 1,00 m*)
- 2° orizzonte geotecnico (*profondità indicativa: da - 1,00 a -400 m*)



1° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il primo orizzonte geotecnico che si incontra, partendo dal piano campagna, è quello costituito da pietrisco e clasti di natura calcarea scomposti in una matrice terrigena, di sabbia-limosa, scarsamente compatta, brecce e concrezioni calcaree. Questo tipo di terreno è in gran parte alloctono. Sotto l'aspetto geotecnico non è di buona qualità come si evince dalle seguenti caratteristiche tecniche:

γ	$1,8 \text{ t/m}^3$	$17,65 \text{ kN/m}^3$	$0,0018 \text{ kg/cm}^3$	<i>Peso unitario di volume stimato</i>
C_u	$0,5 \text{ t/m}^2$	5 kN/m^2	$0,05 \text{ kg/cm}^2$	<i>Coesione non drenata</i>
Φ	22°	=====	=====	<i>Angolo di attrito interno</i>
E_d	18500 t/m^2	181425 kN/m^2	1850 kg/cm^2	<i>Modulo di compressibilità</i>
ν	$0,30$			<i>modulo di Poisson</i>

2° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il secondo orizzonte è costituito da calcari oolitici e pseudoolitici, detritici e micritici a tratti carsificati e fratturati a volte più omogenei e di colore chiaro. Considerata la possibile presenza di lenti e/o sacche di terre rosse o brecce, nel complesso il substrato calcareo lo si può considerare “discreto” dal punto di vista geomeccanico.

Non è ipotizzabile la presenza della falda se non a grande profondità (falda di base salmastra).

γ	2,7 t/m ³	26,47 kN/m ³	0,0027 kg/cm ³	<i>Peso unitario di volume stimato</i>
Cu	50 t/m ²	200 kN/m ²	5 kg/cm ²	<i>Coesione non drenata</i>
Φ	30°	=====	=====	<i>Angolo di attrito interno</i>
Ed	155000 t/m ²	1520054 kN/m ²	15500 kg/cm ²	<i>Modulo di compressibilità</i>
K	10000÷15000 t/m ³	100000÷150000 kN/m ³	10÷15 kg/cm ³	<i>Coefficiente di Winkler</i>
ν	0,45			<i>modulo di Poisson</i>

8. CALCOLI GEOTECNICI

Le pressioni litostatiche calcolate alla profondità, stimata, di posa della condotta idrica, sono di seguito riportate in tabella.

<i>Profondità media dello scavo (m)</i>	<i>Peso unità di volume (kN/m³)</i>	<i>Livello della falda dal p.c. (m)</i>	<i>Pressione neutra (kN/m²)</i>	<i>Tensione efficace (kN/m²)</i>	<i>Tensione totale (kN/m²)</i>
<i>Limo sabbioso con clasti calcarei 1,00</i>	17,65	---	0	17,65	17,65
<i>Calcari detritici micritici 0,50</i>	26,47			13,23	30,88

9. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Dall'analisi e le ispezioni eseguite lungo il settore denominato “*Estendimento 7*” si è giunti alle seguenti stime e conclusioni:

1. verificare l'assenza di effetti negativi del manufatto sulla stabilità geomorfologica superficiale dell'area interessata dal progetto nonché l'insussistenza di condizioni di instabilità geomorfologiche, visibili, al contorno.
2. riscontrare l'inesistenza della falda freatica in prossimità del piano di posa dell'opera.

3. considerata la superficialità dell'ammasso calcareo, si invita a segnalare, immediatamente, allo scrivente l'eventuale presenza di cavità riscontrate durante l'operazione di scavi per valutare la necessità di effettuare indagini geofisiche al fine di individuare l'entità delle cavità sotterranee che potrebbero essere causa pericolosi cedimenti.
4. l'assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (*geositi*) da salvaguardare;

ESTENDIMENTO 8

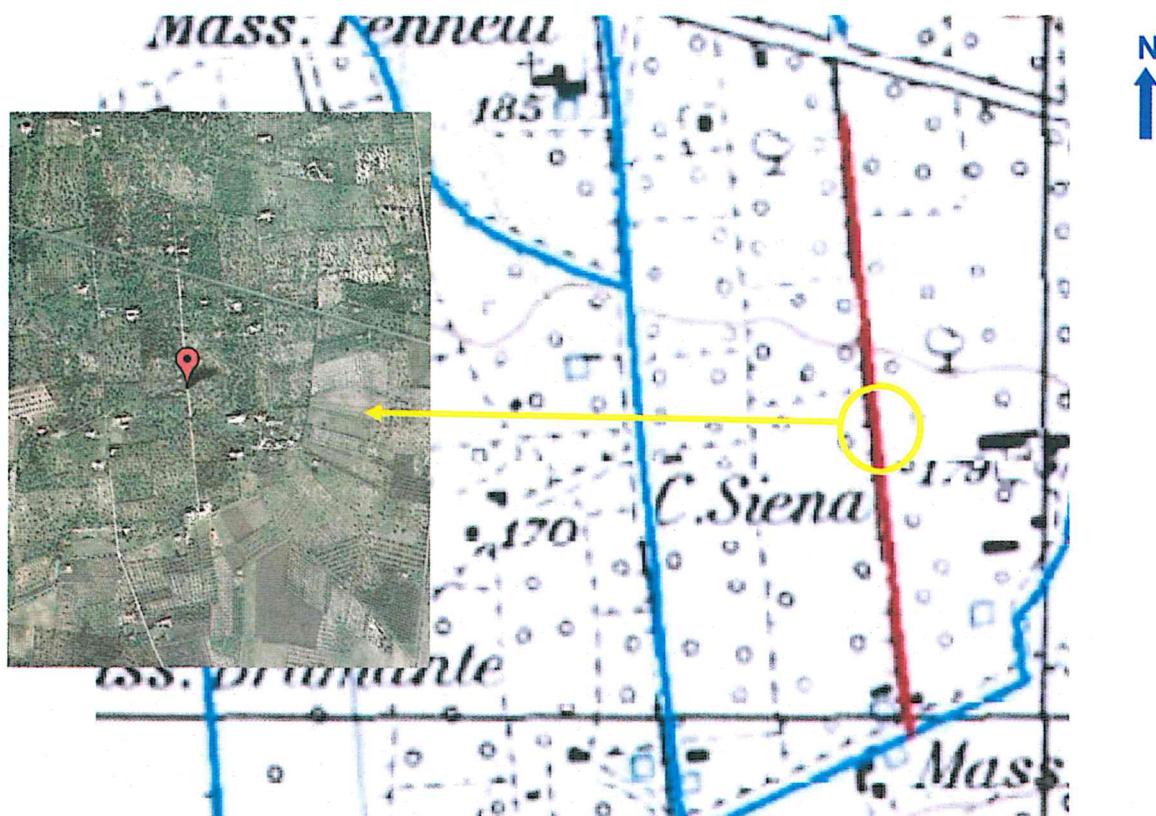
Comune: *San Giovanni Rotondo*


Località: *presso "C. Siena"*

SCHEDA TOPOGRAFICA

ESTENDIMENTO 8

<i>Comuni</i>	San Giovanni Rotondo (FG)
<i>Località</i>	presso "C. Siena"
<i>Coordinate sito di progetto</i>	WGS84: 41.658645 - 15.753536
<i>Supporto cartografico</i>	identificazione: F164 INO I.G.M.
	denominazione: I.G.M. "San Leonardo"
	scala: 1:25.000
<i>Quota s.l.m.</i>	Max: 185 m - min: 153 m
<i>Informazioni sulla rete viaria</i>	SP 58 direzione O-E a nord del sito
<i>Presenza di attività antropiche</i>	Area agricola



 = ubicazione coordinate sito di progetto

 = ubicazione puntuale coordinate WGS84

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il settore in esame, denominato “*Estendimento 8*”, si colloca sulla parte terminale della conoide alluvionale proveniente dalle valli poste a nord. Il piano campagna lungo il settore si presenta con una debole pendenza di circa 2° verso sud-sudest. I detriti della conoide di deiezione, attiva, sono formati prevalentemente da sabbie limose a volte debolmente argillose e ghiaie. Si incontrano a volte brecce monogeniche calcaree, più o meno litificate, poco selezionate con ciottoli sub-angolari grossolani e minuti e con una maggiore maturità tessiturale nella parte più superficiale.

Al di sotto di questa copertura si possono incontrare con discontinuità orizzontale le brecce, originatesi dall'erosione marina, ben litificate ad elementi calcarei, con spigoli maggiormente arrotondati.

Il substrato roccioso è costituito da calcari oolitici e pseudoolitici, detritici e micritici, di colore biancastro e strutturalmente disposti in strati di spessore variabile da 0,1 m a 1 m, immergenti verso sud-ovest, con intercalazioni di terre rosse residuali. Questa formazione è databile al Titonico-Aptiano.

La falda freatica non è presente se non a grandi profondità e con carattere salmastro per via dell'intrusione di acqua marina.

In prossimità del sito è presente un solo pozzo, ufficialmente censito, dove la falda è stata rinvenuta a - 200 m s.l.m..

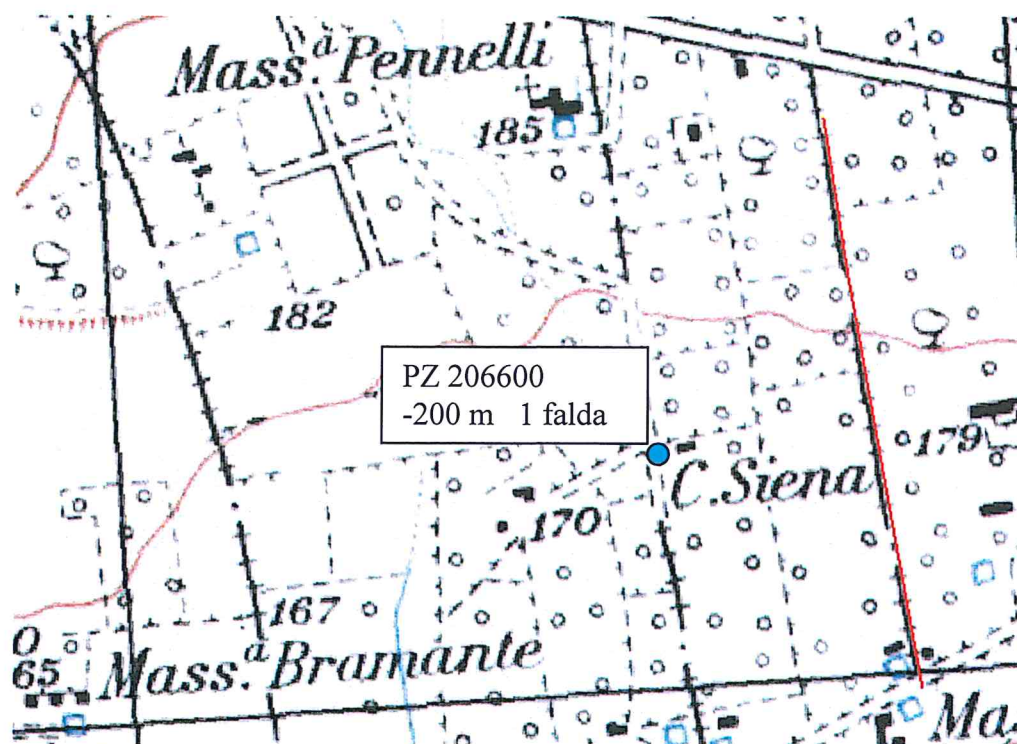


Fig. 44 – Stralcio topografico I.G.M. con ubicazione del pozzo rinvenuto.

2. RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TECNICO

Per la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni di terra rappresentativi, prelevati in situ, si è fatto uso dei riferimenti della tabella seguente.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cmq)
Terreno	S1	molto tenero	facile rottura	< 10
	S2	tenero	si rompe con le dita a forte pressione	> 10
	S3	compatto	si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone	> 20
	S4	duro	non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone	> 40
	S5	molto duro	Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico	> 70

(P. Colosimo et al. - 1982)

Per definire le brecce dei depositi alluvionali rilevati si è fatto riferimento alla tabella seguente.

DEFINIZIONE degli elementi litologici	Grado di arrotondamento	Descrizione
Angolare	0,0÷0,15	Nessun smussamento evidente, mantiene il perimetro per linee spezzate
Sub-angolare	0,15÷0,25	Mantiene la forma originaria con evidenti tratti di arrotondamento
sub-arrotondata	0,25÷0,40	Evidente smussamento delle parti angolose con riduzione delle superfici originarie
Arrotondata	0,40÷0,60	Arrotondamento evidente con rimozione delle superfici originarie, mantenimento di qualche superficie piana
Ben arrotondata	0,60÷1,00	Superficie interamente definita da superfici curve ben arrotondate

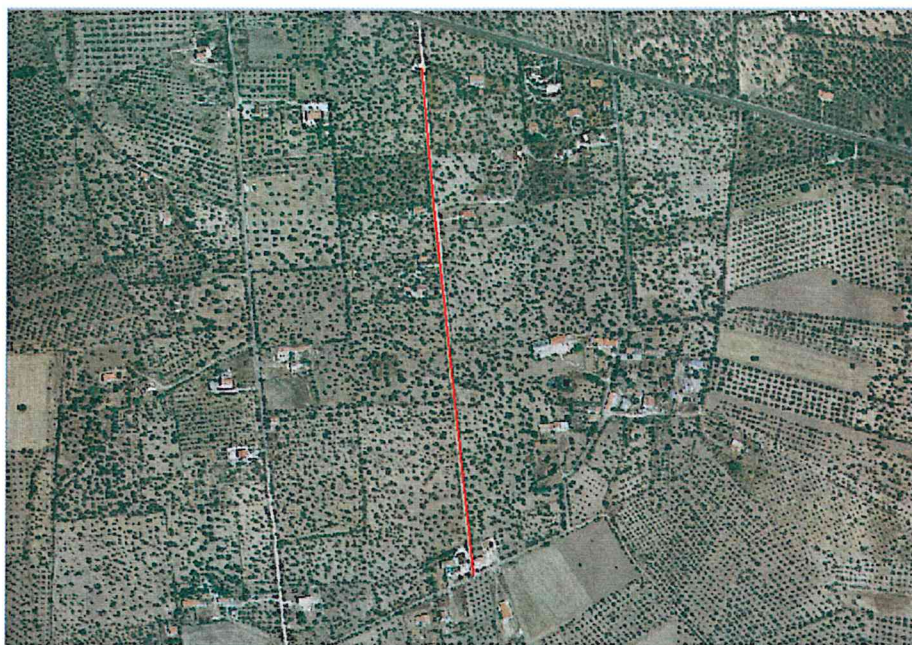


Fig. 45 - Ortofoto del tracciato denominato "Estendimento 8"



Fig. 46 – Foto del sito su cui sarà posizionato l'acquedotto.

3. MODELLO GEOLOGICO

Dai dati acquisiti sono state rilevate tre litologie, ovvero, sabbie limo-argillose e ghiaie con breccie sub-angolari su breccie sub-arrotondate che coprono in modo disomogeneo i calcari oolitici. Sono stimati di seguito i limiti di interfaccia tra i tre orizzonti stratigrafici.

Il **primo orizzonte** (spessore indicativo lungo il tracciato, da nord verso sud: da 5,00 m a 2,00 m) è formato da detriti alluvionali di conoide, di varie dimensioni sciolti o compattati in brecce, inglobate in una matrice sabbiosa limo-argillosa spesso indurita da concrezioni calcaree in strati più o meno sottili. Come le brecce su cui posano, questi spessori si assottigliano, da nord verso sud, lungo il settore e in alcuni punti possono dare spazio ad affioramenti dei calcari sottostanti.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Alluvioni recenti – Conoide di deiezione"</i>
colore	<i>marrone-rossiccio-giallastre</i>
litologia	<i>brecce — terre rosse - sabbie argillose</i>
eta'	<i>Olocene (0,011 m.a.)</i>
potenza	<i>2-20 m</i>

Il **secondo orizzonte** (spessore indicativo lungo il tracciato, da nord verso sud: da 2,00 m a 0,50 m) è composto da brecce ad elementi prevalentemente calcarei sub-arrotondati e ben cementati in una matrice limosa sabbiosa rossastra di origine residuale. Lo strato è databile probabilmente al Pleistocene (0,20 -0,30 m.a.).

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Brecce ad elementi calcarei"</i>
colore	<i>ciottoli biancastri in matrice rossastra</i>
litologia	<i>Brecce calcaree</i>
eta'	<i>Pleistocene (0,25 m.a.)</i>
potenza	<i>0,5-15 m</i>

Il **terzo orizzonte** (spessore medio indicativo: 400,00 m) è composto da calcari oolitici e pseudoolitici, a volte detritici e micritici stratificati in strati di spessore variabile da 10 a 100 cm. Sono spesso fratturati e possono contenere lenti o sacche di terre limo-argillose, rosse, residuali. Questa litologia contiene i caratteri della facies della paleo-scogliera del promontorio garganico.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari di Coppa Guardiola"</i>
colore	<i>biancastri</i>
litologia	<i>calcari micritici oolitici e pseudoolitici</i>
eta'	<i>Titonico-Aptiano (120 m.a.)</i>
potenza indicativa	<i>fino a 500 m</i>
fossili	<i>Trocoline e Pseudocyclammene</i>

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE				
LITOLOGIA	TIPO DI PERMEABILITA'	PERMEABILITA' (cm/s)	COEFFICIENTE DI INFILTRAZIONE	TEMPO DI PERCORRENZA (30 cm)
calcari	<i>per frattura e fessurazione</i>	$1 \times 10^{-2} - 10^{-3}$	80-90%	2,5 – 25 ore

6. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO

L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** (a_g compresa tra 0,15 e 0,25 g) della classificazione definita dall'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dall'OPCM 3519 del 28.04.2006.

Con le susseguenti N.T.C. 2008 la distribuzione areale della pericolosità viene definita facendo riferimento ad una maglia nazionale costituita da quadrati di 5 km di lato in cui ricade ogni sito di progetto.

Secondo le attuali N.T.C. 08, per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3, e alla Tab. 3.2.II delle N.T.C. 2008. Considerato il manufatto di modesta rilevanza, nonchè ricadente in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, la caratterizzazione del sito è basata sull'esperienza e sulle conoscenze già disponibili come da paragrafo 6.2.2 cap. 6 N.T.C. 2008 – D.M. 14.01.2008

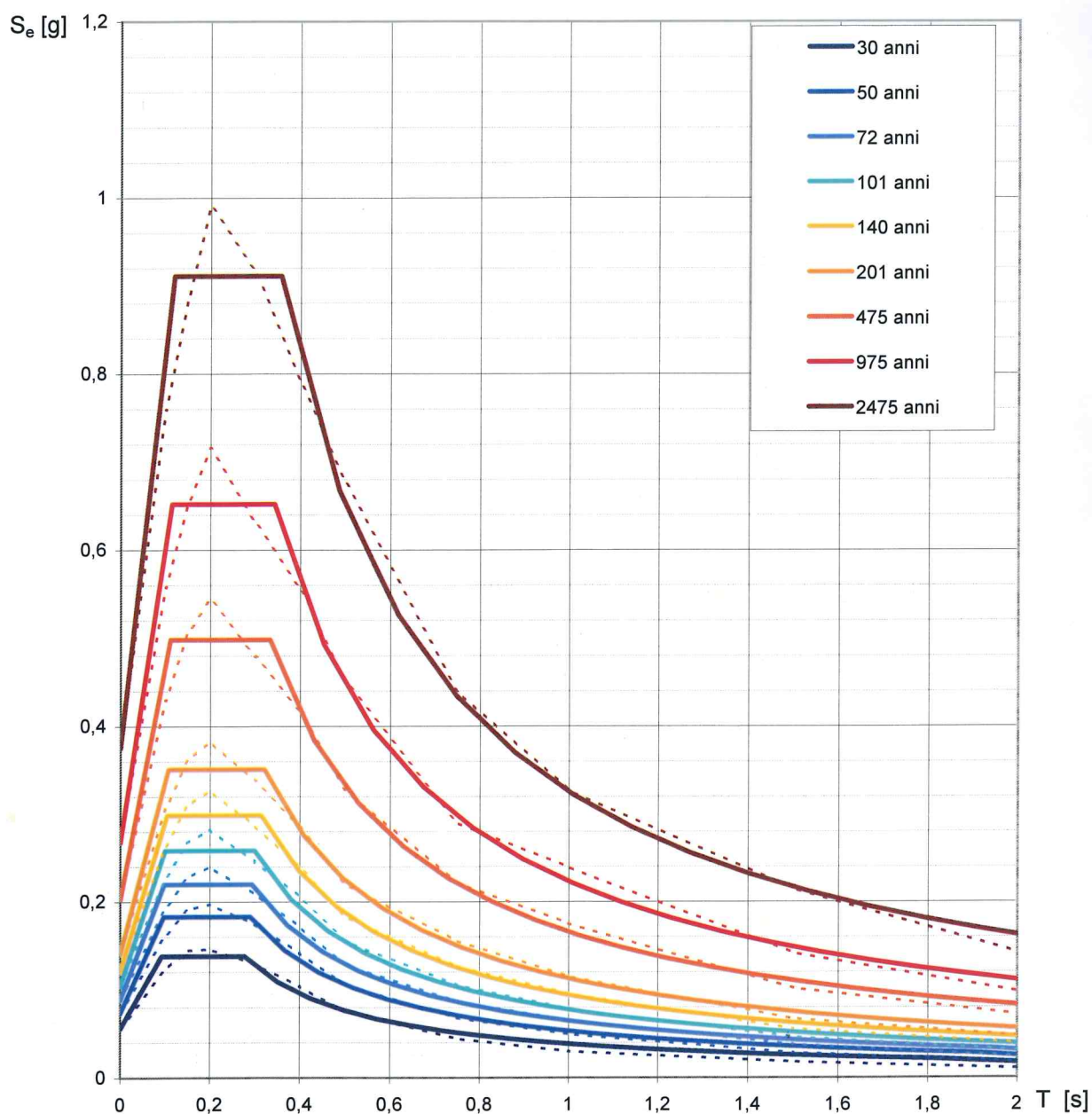
Nella zona di studio sono presenti litologie sabbiose limo-argillose e ghiaie, che possono essere annoverate alla categoria di **suolo E**, ovvero “*depositi di terreni a grana grossa o a grana fina mediamente addensati con spessori non superiori a 20 m.*”

Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)

Nomenclatura	Definizione	Valore/tipo
	<i>Categoria di suolo</i>	<i>E</i>
V_{S30}	<i>Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità</i>	<i>>800 m/s</i>
---	<i>Categoria topografica</i>	<i>T1</i>
---	<i>Classe d'uso della costruzione</i>	<i>I</i>
C_U	<i>Coefficiente d'uso</i>	<i>0.7</i>
V_N	<i>Vita nominale della costruzione</i>	<i>50 anni</i>
V_R	<i>Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U$</i>	<i>35 anni</i>
---	<i>Zona sismica</i>	<i>2</i>
---	<i>Pericolosità sismica</i>	<i>Media</i>

E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.

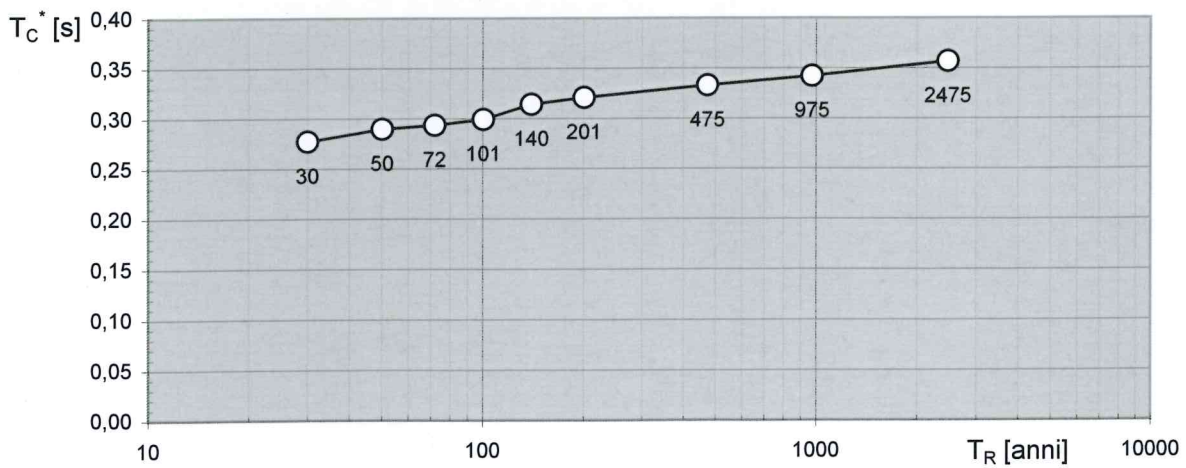
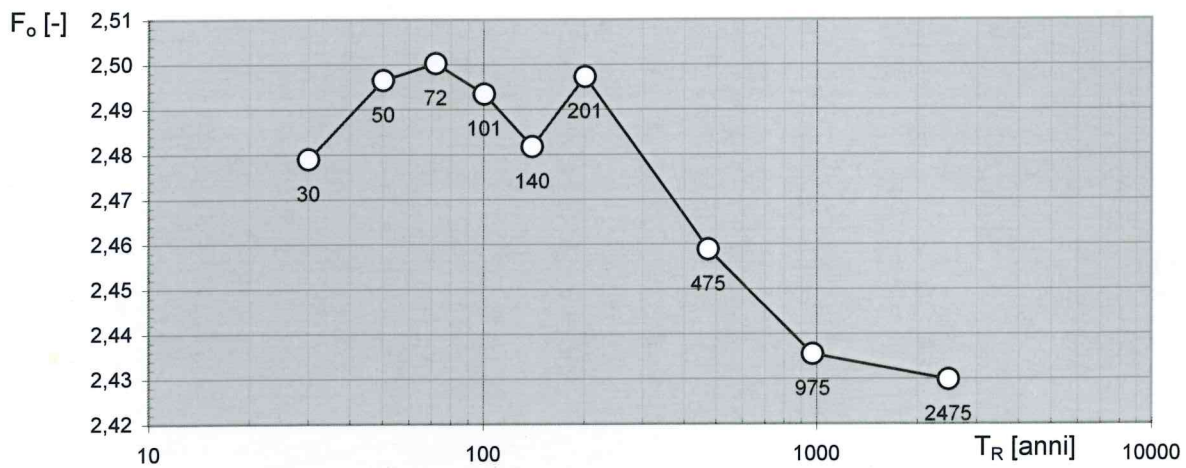
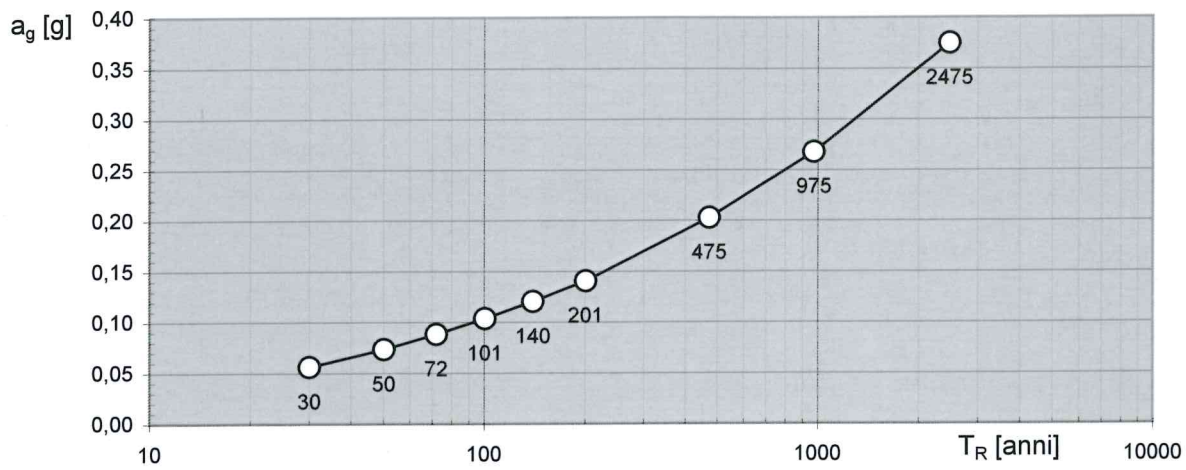
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

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

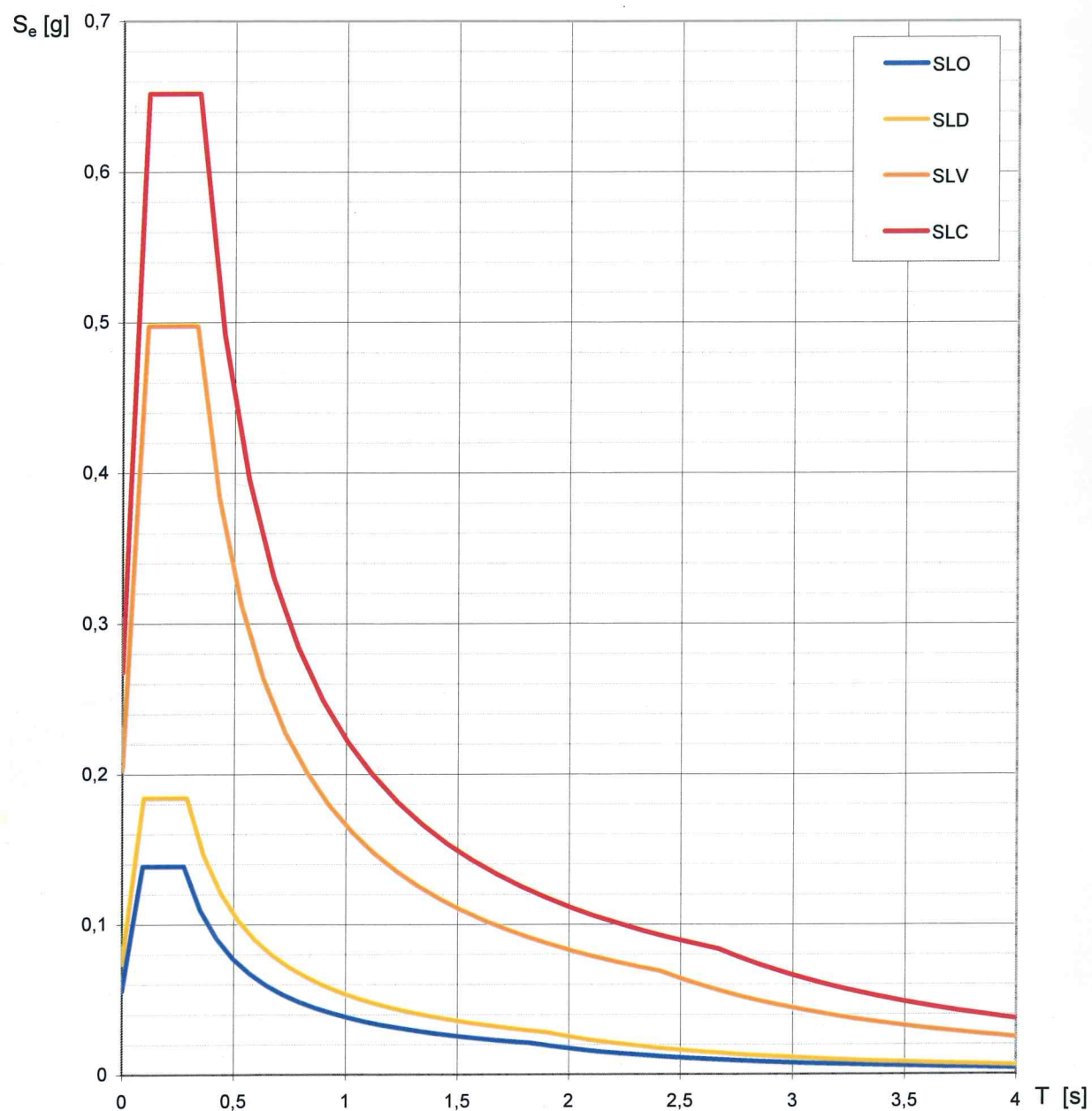
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



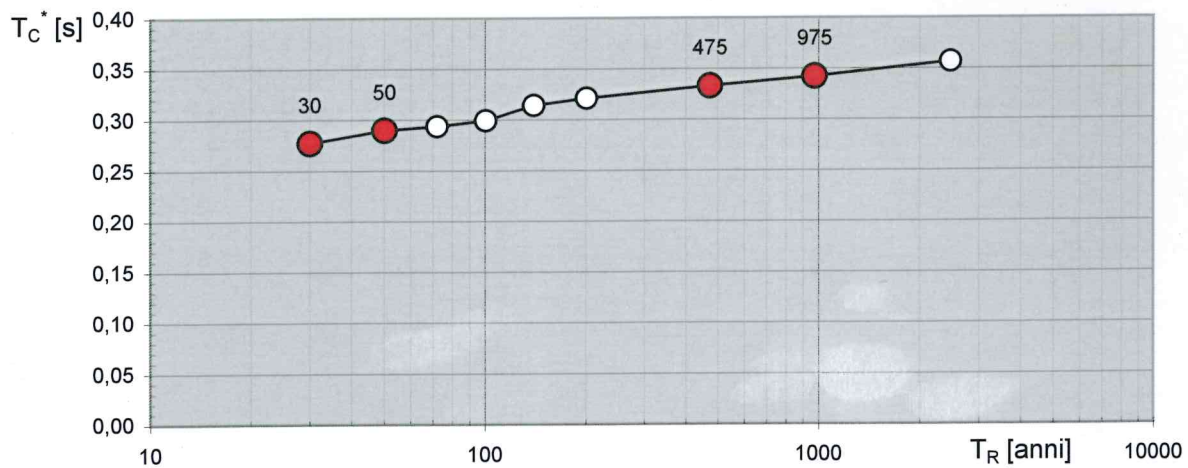
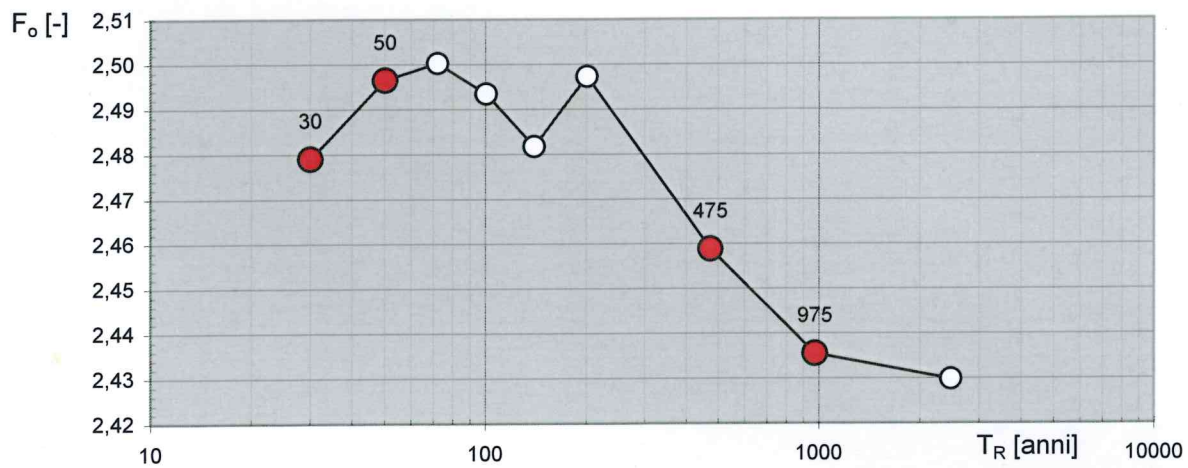
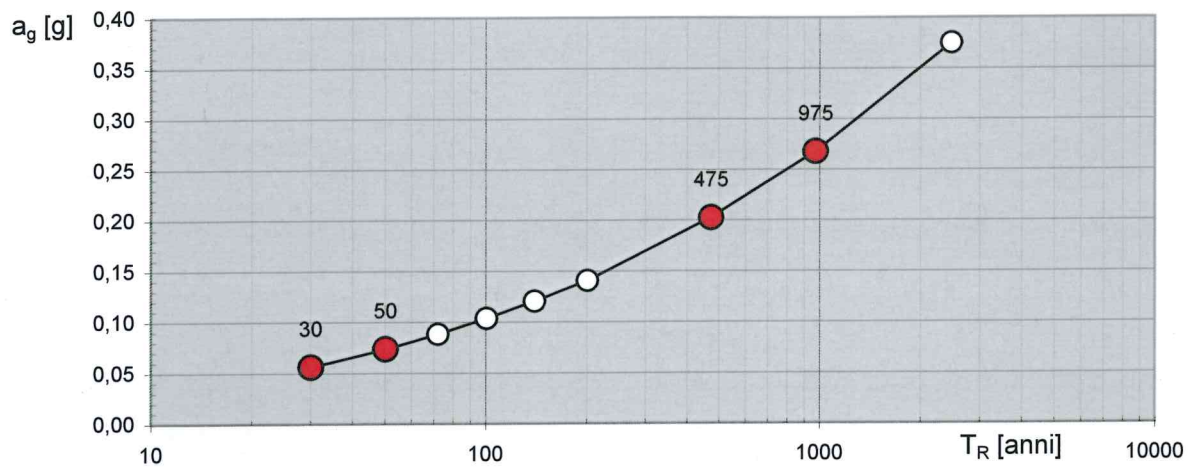
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,056	2,479	0,277
50	0,073	2,496	0,290
72	0,088	2,500	0,293
101	0,104	2,493	0,299
140	0,120	2,482	0,314
201	0,140	2,497	0,321
475	0,202	2,459	0,333
975	0,268	2,435	0,342
2475	0,375	2,430	0,357

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,056	2,479	0,277
SLD	50	0,074	2,496	0,290
SLV	475	0,202	2,459	0,333
SLC	975	0,268	2,435	0,342

5. CARATTERI GEOTECNICI

Le ricerche e i dati raccolti dai rilevamenti, hanno portato alla definizione dei caratteri geotecnici preliminari del sito di intervento.

- 1° orizzonte geotecnico (spessore medio lungo il tracciato: da 2,00 m a sud fino a 5,00 m a nord)
- 2° orizzonte geotecnico (potenza media indicativa: fino a 2,00 m)

1° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il primo orizzonte che si incontra, partendo dal piano campagna, è quello costituito da detriti alluvionali di forma prevalentemente sub-angolare (grado di arrotondamento $0,15 \div 0,25$), di varie dimensioni, inglobati in una matrice sabbiosa limo-argillosa, sciolti o litificati in brecce con strati di concrezioni calcaree. I parametri geotecnici associati sono i seguenti:

γ	2,1 t/m ³	20,59 KN/m ³	0,0021 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	1,5 t/m ²	14,71 KN/m ²	0,15 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	21°÷22°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	30÷50 t/m ²	300÷500 KN/ m ²	3÷5 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica
K	300 t/m ³	2942 KN/m ³	0,3 Kg/cm ³	Coefficiente di Winkler

2° ORIZZONTE GEOTECNICO

Questo orizzonte è composto da brecce ad elementi prevalentemente calcarei sub-arrotondati (grado di arrotondamento $0,25 \div 0,40$) e ben cementati in una matrice limosa sabbiosa rossastra di origine residuale. L'analisi dei dati rilevati conduce ai seguenti parametri geotecnici:

γ	2,3 t/m ³	22,55 KN/m ³	0,0023 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	2,5 t/m ²	24,51 KN/m ²	0,25 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	28°÷30°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	500 t/m ²	4903 KN/ m ²	50 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica

6. CALCOLI GEOTECNICI

Viene determinata la pressione litostatica alla profondità massima di posa della condotta idrica.

Profondità media dello scavo (m)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Livello della falda dal p.c. (m)	Pressione neutra (kN/m ²)	Tensione efficace (kN/m ²)	Tensione totale (kN/m ²)
<i>Detriti alluvionali</i> 1,5	20,59	---	0	30,88	30,88

7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Il rilevamento e lo studio sul tracciato denominato “Estendimento 8”, ricadente nel comune di San Giovanni Rotondo ha portato alle seguenti considerazioni e conclusioni.

1. assenza della falda freatica superficiale. Rinvenuta invece a profondità di circa – 200 m;
2. definire le caratteristiche geo-meccaniche della litologia su cui sarà eseguito lo scavo;
3. constatare la probabile presenza di una fascia tettonizzata a nord dell’area di intervento che invita ad una sottostima di alcuni parametri geotecnici per ragioni precauzionali e per un maggior margine di sicurezza;
4. verificare l’assenza di effetti negativi del manufatto sulla stabilità geomorfologica dell’area interessata dal progetto nonché l’insussistenza di condizioni di instabilità geomorfologiche, visibili, al contorno;
5. l’assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (*geositi*) da salvaguardare.

ESTENDIMENTO 9

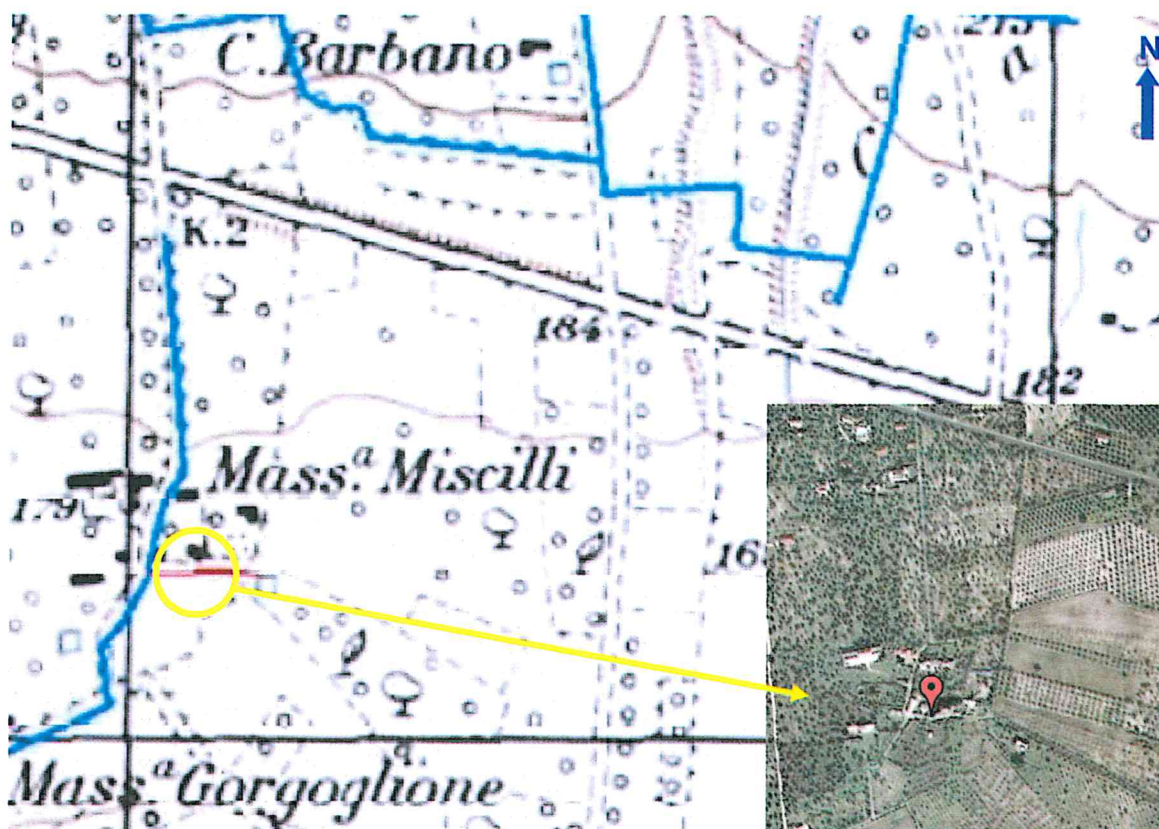
Comune: *San Giovanni Rotondo*


Località: *presso "Mass. Miscilli"*

SCHEDA TOPOGRAFICA

ESTENDIMENTO 9

Comuni	San Giovanni Rotondo (FG)
Località	presso "Mass. Miscilli"
Coordinate sito di progetto	WGS84: 41.657122 - 15.756433
Supporto cartografico	identificazione: F164 INO I.G.M.
	denominazione: I.G.M. "San Leonardo"
	scala: 1:25.000
Quota s.l.m.	170 m
Informazioni sulla rete viaria	SP 58 direzione O-E a nord del sito
Presenza di attività antropiche	Area agricola



 = ubicazione coordinate sito di progetto

 = ubicazione puntuale coordinate WGS84

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il settore di indagine, all'uopo denominato "*Estendimento 9*", si colloca sulla parte terminale di una conoide alluvionale proveniente dalle valli poste a nord. Il piano campagna lungo il settore si presenta all'incirca orizzontale.

I detriti della conoide di deiezione, attiva, sono formati prevalentemente da ghiaie sparse incluse in sabbie limose a volte debolmente argillose. Si incontrano a volte brecce monogeniche calcaree, più o meno litificate, poco selezionate con ciottoli sub-angolari grossolani e minuti e con una maggiore maturità tessiturale nella parte più superficiale.

Al di sotto di questa copertura si possono incontrare con discontinuità orizzontale le brecce, originatesi dall'erosione marina, ben litificate ad elementi calcarei, con spigoli maggiormente arrotondati.

Il substrato roccioso è costituito dai calcari appartenenti alla formazione di "*Coppa-Guardiola*" che hanno caratteri oolitici e pseudoolitici, detritici e micritici, di colore biancastro e strutturalmente disposti in strati di spessore variabile da 0,1 m a 1 m, immergenti verso sud-ovest, con intercalazioni di terre rosse residuali. Questa formazione è databile al Titonico-Aptiano.

La falda freatica non è presente se non a grandi profondità (oltre i 150 m) e con carattere salmastro per via dell'intrusione di acqua marina.

In prossimità del sito non sono presenti pozzi, ufficialmente censiti.

3. RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TECNICO

Per la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni di terra tipici, si è fatto uso dei riferimenti della tabella seguente.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cmq)
Terreno	S1	molto tenero	facile rottura	< 10
	S2	tenero	si rompe con le dita a forte pressione	> 10
	S3	compatto	si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone	> 20
	S4	duro	non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone	> 40
	S5	molto duro	Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico	> 70

(P. Colosimo et al. – 1982)

Per definire le brecce dei depositi alluvionali rilevati si è fatto riferimento alla tabella seguente.

DEFINIZIONE degli elementi litologici	Grado di arrotondamento	Descrizione
Angolare	0,0÷0,15	Nessun smussamento evidente, mantiene il perimetro per linee spezzate
Sub-angolare	0,15÷0,25	Mantiene la forma originaria con evidenti tratti di arrotondamento
sub-arrotondata	0,25÷0,40	Evidente smussamento delle parti angolose con riduzione delle superfici originarie
Arrotondata	0,40÷0,60	Arrotondamento evidente con rimozione delle superfici originarie, mantenimento di qualche superficie piana
Ben arrotondata	0,60÷1,00	Superficie interamente definita da superfici curve ben arrotondate



Fig. 47 - Ortofoto del tracciato denominato "Estendimento 9".



Fig. 48 – Foto parziale del sito di progetto.

3. MODELLO GEOLOGICO

Dai dati acquisiti sono state rilevate tre litologie, ovvero, sabbie limo-argillose e ghiaie con brecce sub-angolari su brecce sub-arrotondate che coprono in modo disomogeneo i calcari oolitici. Sono stimati di seguito i limiti di interfaccia tra i tre orizzonti stratigrafici.

Il **primo orizzonte** (spessore indicativo lungo il tracciato: 4,00 m) è formato da detriti alluvionali di conoide, di varie dimensioni sciolti o compattati in brecce, inglobate in una matrice sabbiosa limo-argillosa spesso indurita da concrezioni calcaree in strati più o meno sottili. Come le brecce su cui posano, questi spessori si assottigliano, da nord verso sud, lungo il settore e in alcuni punti possono dare spazio ad affioramenti dei calcari sottostanti.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Alluvioni recenti – Conoide di deiezione"</i>
colore	<i>marrone-rossiccio-giallastre</i>
litologia	<i>brecce — terre rosse - sabbie argillose</i>
eta'	<i>Olocene (0,011 m.a.)</i>
potenza	<i>2-20 m</i>

Il **secondo orizzonte** (spessore indicativo lungo il tracciato: circa 1,50 m) è composto da brecce ad elementi prevalentemente calcarei sub-arrotondati e ben cementati in una matrice limosa sabbiosa rossastra di origine residuale. Lo strato è databile probabilmente al Pleistocene (0,20 -0,30 m.a.).

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Brecce ad elementi calcarei"</i>
colore	<i>ciottoli biancastri in matrice rossastra</i>
litologia	<i>Brecce calcaree</i>
eta'	<i>Pleistocene (0,25 m.a.)</i>
potenza	<i>0,5-15 m</i>

Il **terzo orizzonte** (spessore medio indicativo: 400,00 m) è composto da calcari oolitici e pseudoolitici, a volte detritici e micritici stratificati in strati di spessore variabile da 10 a 100 cm. Sono spesso fratturati e possono contenere lenti o sacche di terre limo-argillose, rosse, residuali. Questa litologia contiene i caratteri della facies della paleo-scogliera del promontorio garganico.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari di Coppa Guardiola"</i>
colore	<i>biancastri</i>
litologia	<i>calcari micritici oolitici e pseudoolitici</i>
eta'	<i>Titonico-Aptiano (120 m.a.)</i>
potenza indicativa	<i>fino a 500 m</i>
fossili	<i>Trocoline e Pseudocyclammene</i>

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE				
LITOLOGIA	TIPO DI PERMEABILITA'	PERMEABILITA' (cm/s)	COEFFICIENTE DI INFILTRAZIONE	TEMPO DI PERCORRENZA (30 cm)
calcari	<i>per frattura e fessurazione</i>	$1 \times 10^{-2} - 10^{-3}$	80-90%	2,5 – 25 ore

7. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO

L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** (a_g compresa tra 0,15 e 0,25 g) della classificazione definita dall'OPCM n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dall'OPCM 3519 del 28.04.2006.

Secondo le attuali N.T.C. 08, per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.

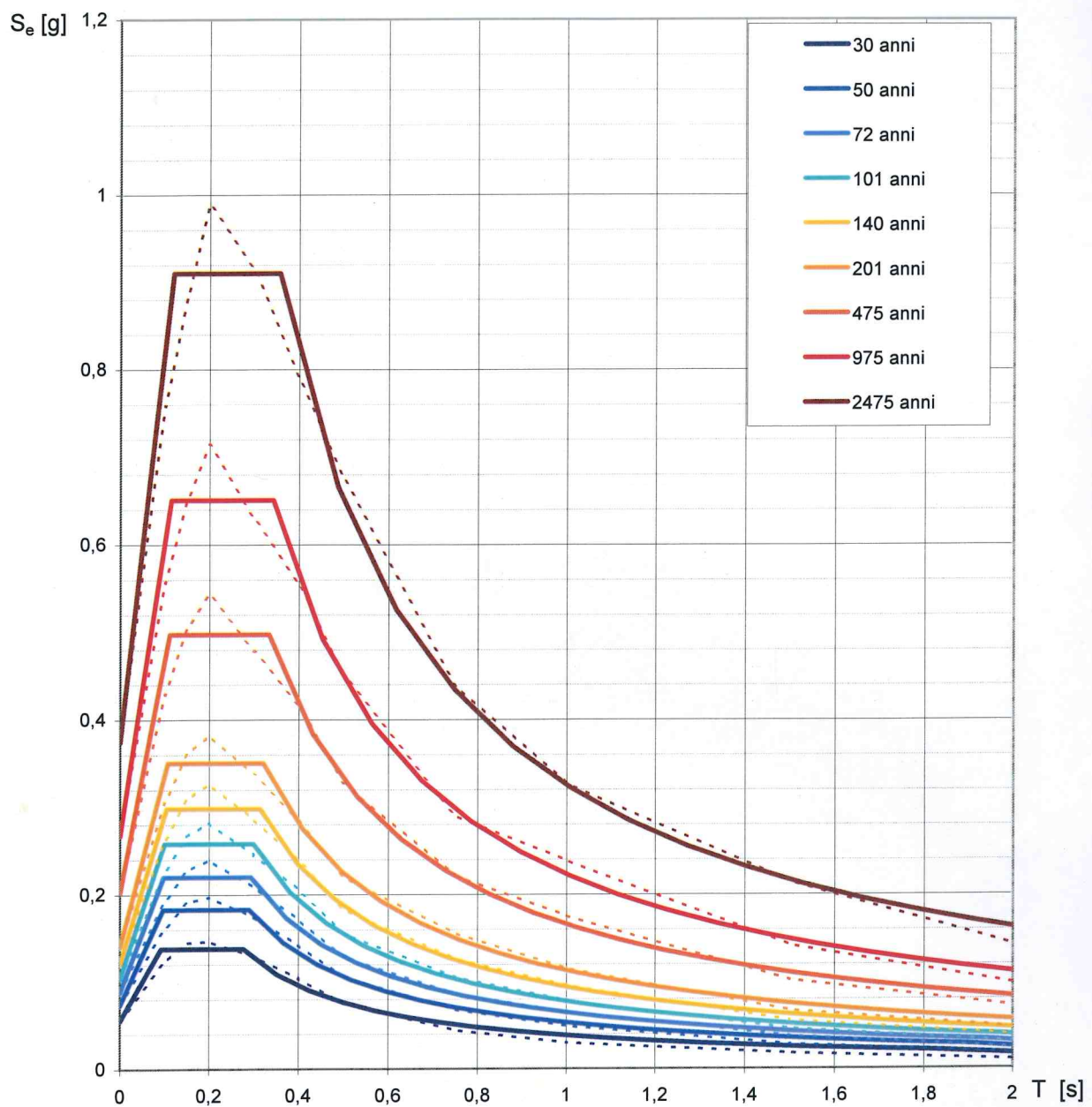
Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3, e alla Tab. 3.2.II delle N.T.C. 2008. Considerato il manufatto di modesta rilevanza, nonchè ricadente in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, la caratterizzazione del sito è basata sull'esperienza e sulle conoscenze già disponibili come da paragrafo 6.2.2 cap. 6 N.T.C. 2008 – D.M. 14.01.2008

Nella zona di studio sono presenti litologie sabbiose limo-argillose e ghiaie, che possono essere annoverate alla categoria di **suolo E**, ovvero “*depositi di terreni a grana grossa o a grana fina mediamente addensati con spessori non superiori a 20 m.*”

Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)

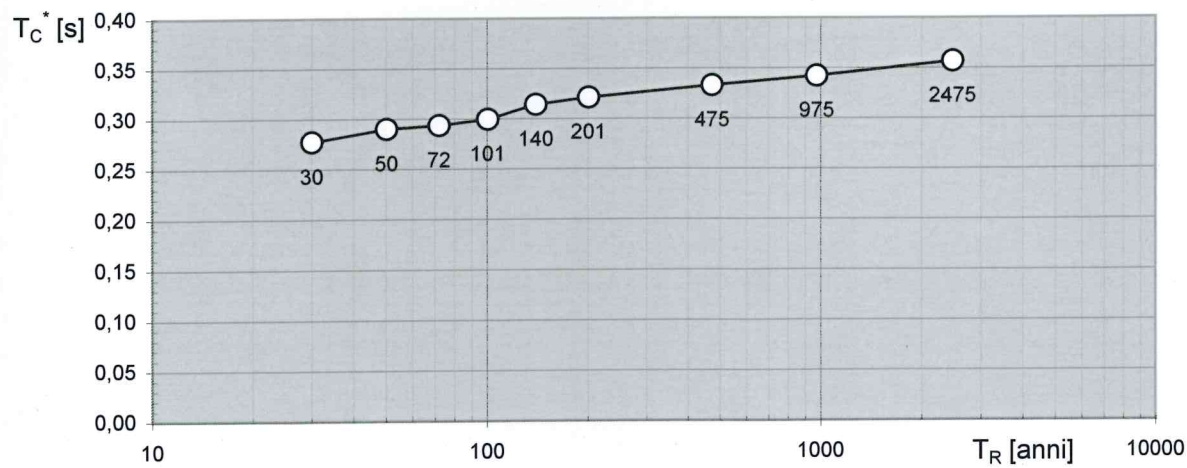
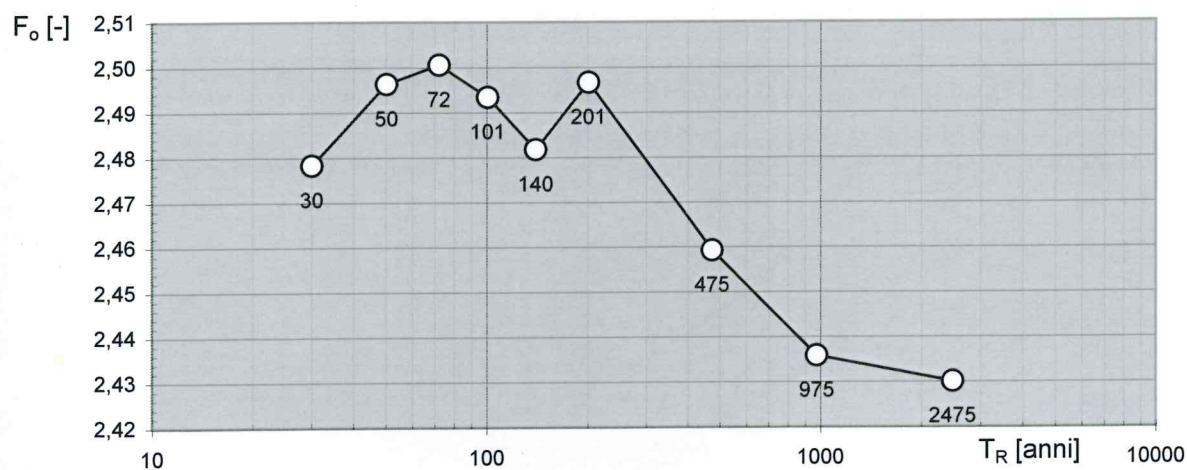
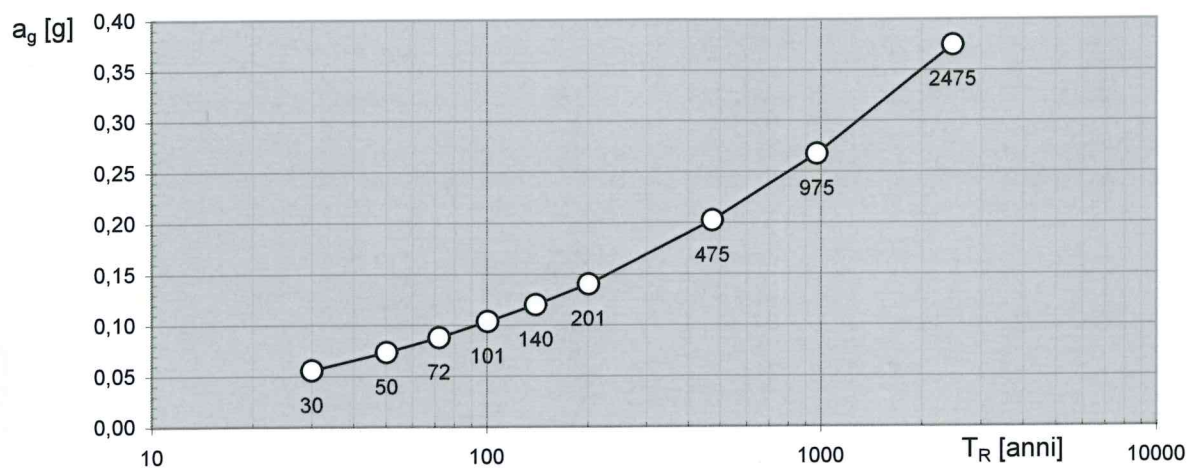
Nomenclatura	Definizione	Valore/tipo
	<i>Categoria di suolo</i>	<i>E</i>
V_{S30}	<i>Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità</i>	<i>>800 m/s</i>
---	<i>Categoria topografica</i>	<i>T1</i>
---	<i>Classe d'uso della costruzione</i>	<i>I</i>
C_U	<i>Coefficiente d'uso</i>	<i>0.7</i>
V_N	<i>Vita nominale della costruzione</i>	<i>50 anni</i>
V_R	<i>Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U$</i>	<i>35 anni</i>
---	<i>Zona sismica</i>	<i>2</i>
---	<i>Pericolosità sismica</i>	<i>Media</i>

E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.



NOTA:

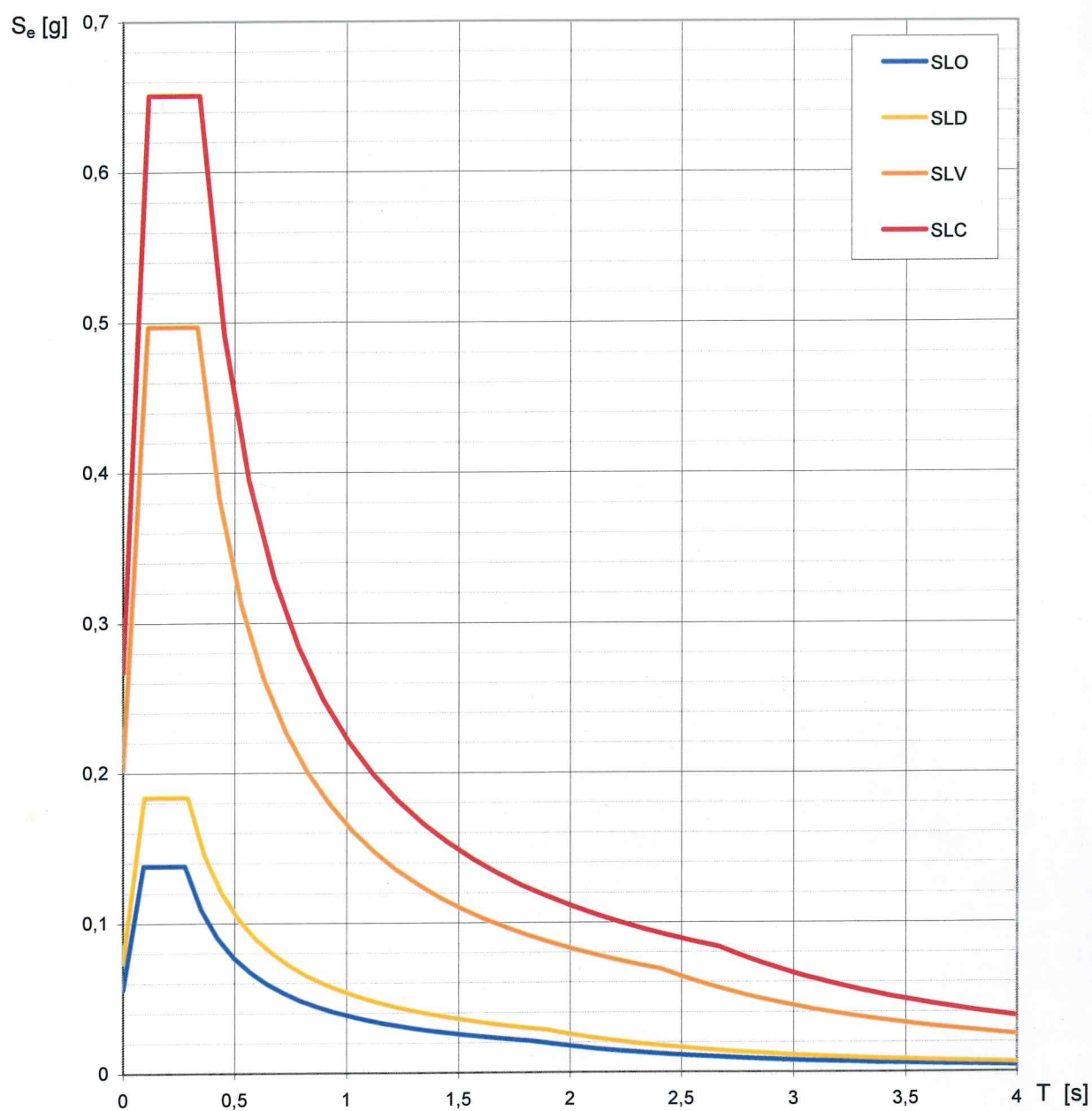
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



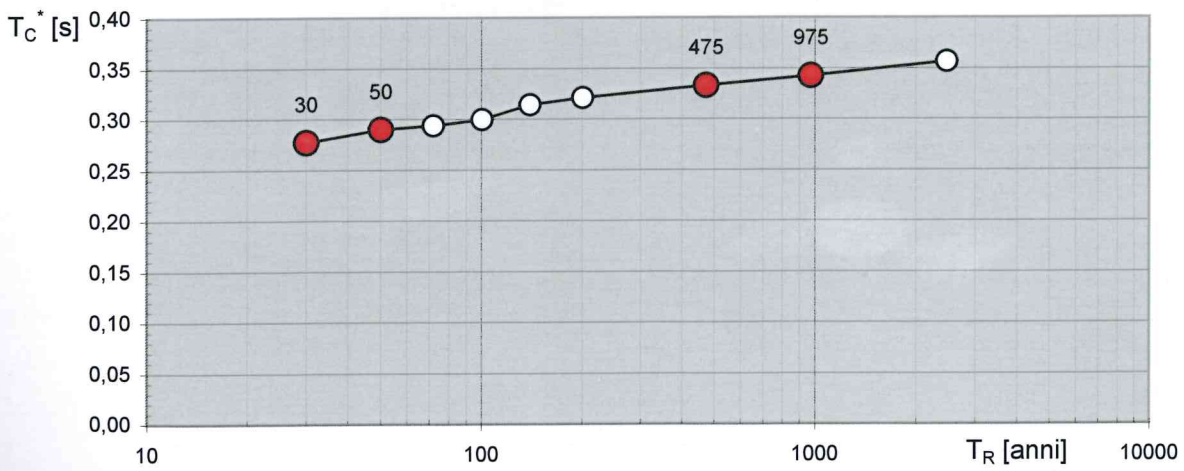
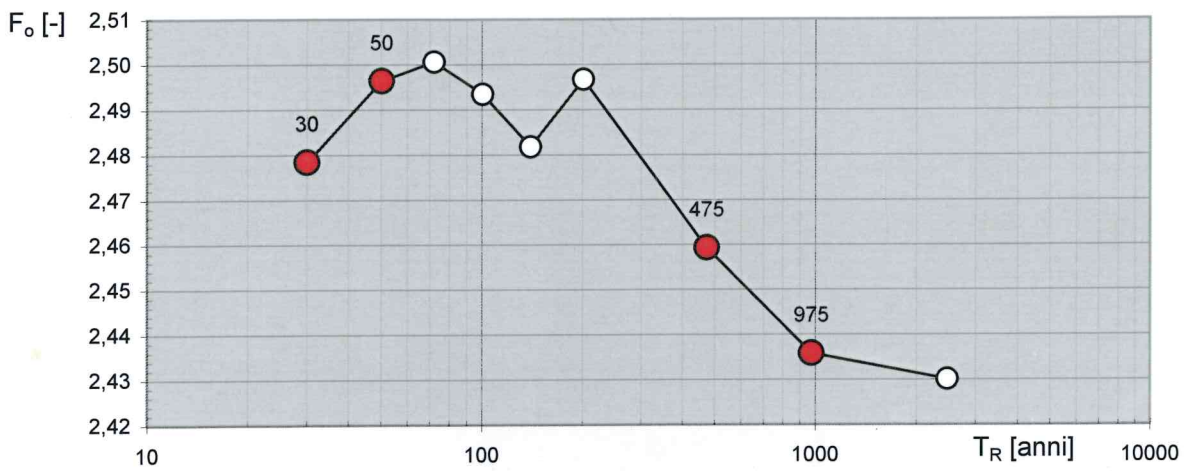
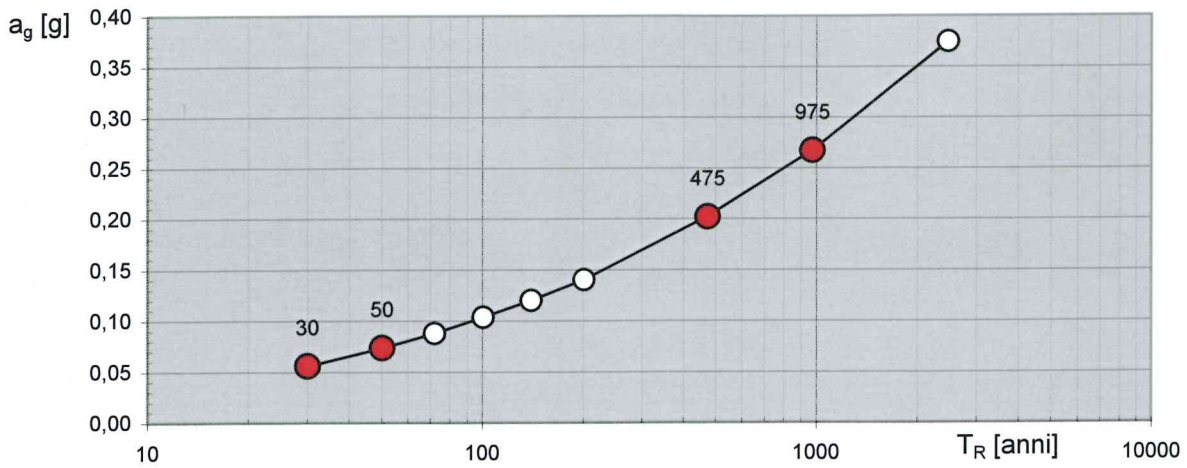
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,056	2,478	0,277
50	0,073	2,496	0,290
72	0,088	2,501	0,293
101	0,103	2,493	0,299
140	0,120	2,482	0,314
201	0,140	2,497	0,321
475	0,202	2,459	0,333
975	0,267	2,436	0,342
2475	0,374	2,430	0,357

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,056	2,478	0,277
SLD	50	0,073	2,496	0,290
SLV	475	0,202	2,459	0,333
SLC	975	0,267	2,436	0,342

5. CARATTERI GEOTECNICI

I caratteri geotecnici preliminari del sito di intervento portano ad un modello geotecnico strutturato come segue:

- 1° orizzonte geotecnico (spessore medio lungo il tracciato: 4,00 m)
- 2° orizzonte geotecnico (potenza media indicativa: circa 1,50 m)

1° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il primo orizzonte che si incontra, partendo dal piano campagna, è quello costituito da detriti alluvionali di forma prevalentemente sub-angolare (grado di arrotondamento $0,15 \div 0,25$), di varie dimensioni, inglobati in una matrice sabbiosa limo-argillosa, sciolti o litificati in brecce con strati di concrezioni calcaree. All'orizzonte si possono collegare i seguenti caratteri geotecnici :

γ	2,1 t/m ³	20,59 KN/m ³	0,0021 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	1,5 t/m ²	14,71 KN/m ²	0,15 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	21°÷22°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	30÷50 t/m ²	300÷500 KN/ m ²	3÷5 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica
K	300 t/m ³	2942 KN/m ³	0,3 Kg/cm ³	Coefficiente di Winkler

2° ORIZZONTE GEOTECNICO

Questo orizzonte è composto da brecce ad elementi prevalentemente calcarei sub-arrotondati (grado di arrotondamento $0,25 \div 0,40$) e ben cementati in una matrice limosa sabbiosa rossastra di origine residuale. L'analisi dei dati rilevati conduce ai seguenti parametri geotecnici:

γ	2,3 t/m ³	22,55 KN/m ³	0,0023 Kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	2,5 t/m ²	24,51 KN/m ²	0,25 Kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	28°÷30°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Eed	500 t/m ²	4903 KN/ m ²	50 Kg/cm ²	Modulo di compressibilità edometrica

6. CALCOLI GEOTECNICI

Viene determinata la pressione litostatica alla profondità massima di posa della condotta idrica.

Profondità media dello scavo (m)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Livello della falda dal p.c. (m)	Pressione neutra (kN/m ²)	Tensione efficace (kN/m ²)	Tensione totale (kN/m ²)
<i>Detriti alluvionali</i> 1,5	20,59	---	0	30,88	30,88

7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Il rilevamento e lo studio sul tracciato denominato “Estendimento 9”, ricadente nel comune di San Giovanni Rotondo ha portato alle seguenti considerazioni e conclusioni.

1. constatare l'assenza della falda freatica superficiale;
2. affinare un modello geotecnico e determinare i parametri degli orizzonti tecnici stimati;
3. verificare l'assenza di effetti negativi del manufatto sulla stabilità geomorfologica dell'area interessata dal progetto;
4. rilevare l'assenza di condizioni di instabilità geomorfologiche, visibili, al contorno.
5. l'assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (*geositi*) da salvaguardare.

ESTENDIMENTO 10

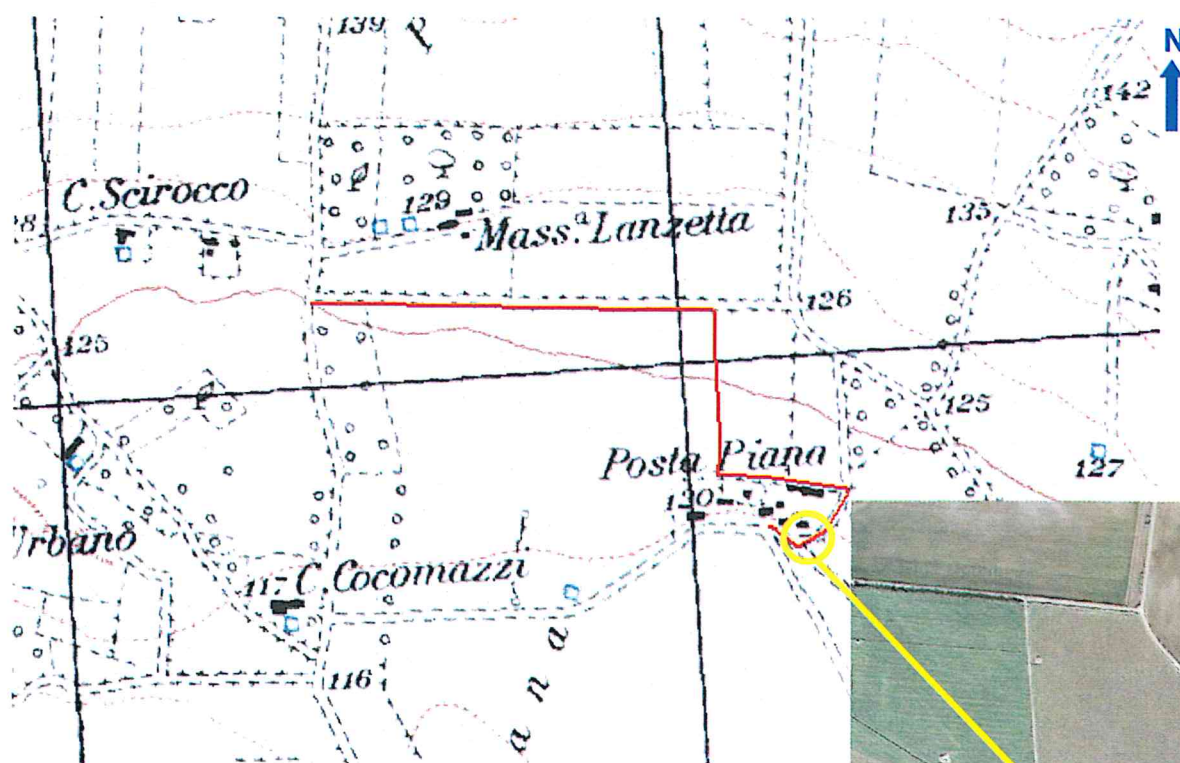
Comune: *San Giovanni Rotondo*


Località: *“Posta Piana”*

SCHEDA TOPOGRAFICA

ESTENDIMENTO 10

Comuni	San Giovanni Rotondo (FG)
Località	"Posta Piana"
Coordinate sito di progetto	WGS84: 41.643626 - 15.769656
Supporto cartografico	identificazione: F164 INO I.G.M.
	denominazione: I.G.M. "San Leonardo"
	scala: 1:25.000
Quota s.l.m.	Max: 126 m - min: 120 m
Informazioni sulla rete viaria	SS273 direzione N-S ad ovest del sito
Presenza di attività antropiche	Area agricola



 = ubicazione coordinate sito di progetto

 = ubicazione puntuale coordinate WGS84



1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il settore del tracciato denominato “*Estendimento 10*” ricade in minor parte sulla fascia terminale delle conoidi alluvionali poste a nord ed in maggior parte sui depositi residuali autoctoni.

I depositi alluvionali sono composti da ghiaie sparse in sabbie limose, con una lieve componente argillosa. In questo orizzonte stratigrafico si possono incontrare concrezioni calcaree di maggiore durezza e compattezza.

I depositi residuali sono formati prevalentemente da terre rossastre limose-sabbiose in piccola parte argillose e con rari clasti calcarei. Queste litologie provengono, in gran parte, dai resti insolubili dei calcari fratturati ed in minor parte dal dilavamento del materiale fine delle conoidi poste a monte.

In alcuni punti queste coperture sono o attraversate da affioramenti calcarei posti di norma alla loro base o oblitterati da sottili strati di terra bruna più ricca di materiale organico.

Il sito, su cui sarà realizzato il progetto si trova sul pianoro terrazzato mesozoico, esso è sub-orizzontale ovvero con una lieve pendenza verso sud-est. Il settore di condotta idrica si svilupperà entro una quota compresa tra 120 e 126 m

Sotto i depositi clastico-terrigeni continuano i calcari della *formazione di Coppa Guardiola* ascrivibili al Cretaceo inferiore. I calcari sono detritici e micritici, si presentano di colore biancastro con tessitura oolitica e pseudoolitica e di frequente contengono lenti e /o sacche di terre rosse residuali.

Anche qui i calcari possono essere disturbati dall'attività tettonica e carsica e si possono, pertanto, rinvenire fratturati e cariati dalla carsificazione epigea ed ipogea. La giacitura degli strati è sub-orizzontale o leggermente immergente verso SE con una inclinazione compresa nei 10°.

Nell'area non si riscontrano falde freatiche se non a grande profondità e con intrusione di acqua marina.

Non sono stati rinvenuti pozzi regolarmente censiti nei dintorni del sito.

2. RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO

Con la medesima procedura riservata agli altri settori del tracciato si esegue la determinazione speditiva della *compressione uniassiale* dei campioni rappresentativi, di terra prelevati in situ.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (Kg/cmq)
Terreno	S1	molto tenero	facile rottura	< 10
	S2	tenero	si rompe con le dita a forte pressione	> 10
	S3	compatto	si rompe difficilmente con le dita, può essere tagliato con una pala o con un piccone	> 20
	S4	duro	non può essere tagliato con una pala ma solo con un piccone	> 40
	S5	molto duro	Si rimuove difficilmente con un piccone, necessita il martello pneumatico	> 70

(P. Colosimo et al. – 1982)

Si esegue anche la determinazione della *compressione uniassiale* dei campioni di roccia (brecce e concrezioni calcaree) rappresentativi, seguendo i suggerimenti di seguito illustrati in tabella.

TIPO	CLASSE	DUREZZA	DETERMINAZIONE IN CANTIERE	COMPRESSIONE UNIASSIALE (MPa)
Roccia	E	molto tenera	si sbriciola con la punta affilata di un martello e può essere staccata con un coltello	5-25
	D	tenera	può essere staccata con fatica con un coltello	25-50
	C	dura	non può essere staccata con un coltello, i campioni possono spaccarsi in mano con un colpo di martello	50-100
	B	molto dura	i campioni possono essere rotti in mano con più colpi di martello	100-200
	A	durissima	occorrono molte martellate per staccare un campione	> 200

(P. Colosimo et al. – 1982)



Fig. 49 - Settore denominato "Estendimento 10".



Fig. 50 – Foto parte ovest del settore 10.



Fig. 51 – Foto parte ovest del settore 10 (presso Posta Piana).

3. MODELLO GEOLOGICO

Dalle indagini si possono ricostruire due orizzonti stratigrafici di seguito dettagliati nelle litologie e nei rapporti stratigrafici.

Il **primo orizzonte** (spessore stimato lungo il tracciato: 0,50÷2,00 m i depositi alluvionali 0,50÷3,00 m i depositi residuali), nella parte più a ovest del settore si riscontra uno strato formato da una matrice terrigena poco compatta, più scura nella parte sommitale per via di una maggiore componente organica, costituita da sabbia-limosa debolmente argillosa proveniente dalle conoidi settentrionali e in minima parte dall'alterazione in loco. Questo orizzonte contiene anche brecce e concrezioni calcaree sottilmente stratificate.

Nella parte più orientale del settore in esame, si incontrano le terre rossastre limose-sabbiose in piccola parte argillose e con rari clasti calcarei sparsi e a volte ben compattate.

LITOLOGIA	
formazione	<i>Depositi alluvionali – depositi residuali</i>
colore	<i>marrone chiaro - bruno - terre rosse</i>
litologia	<i>Sabbia-limosa debolmente argillosa con clasti calcarei e brecce – limo-sabbioso debolmente argilloso con clasti calcarei.</i>
eta'	<i>Pleistocene-Olocene</i>
spessore stimato	<i>0,50-3,00 m</i>

Il **secondo orizzonte** (spessore medio indicativo: 500,00 m) è composto da calcari detritici e micritici biancastri nelle parti più integre più rosei nelle parti carsificate e fratturate. La tessitura è oolitica e pseudoolitica, si mostrano stratificati in strati di spessore variabile compresa tra 0,1 e 1 m. Come le altre litologie carbonatiche, incontrate nel presente studio, possono contenere lenti o sacche di terre limo-argillose rosse residuali e/o brecce.

LITOLOGIA	
formazione	<i>"Calcari oolitici di Coppa Guardiola"</i>
colore	<i>biancastri</i>
litologia	<i>calcari detritici micritici oolitici e pseudoolitici</i>
eta'	<i>Titonico-Aptiano (120 m.a.)</i>
potenza indicativa	<i>fino a 500 m</i>
fossili	<i>Trocoline e Pseudocyclammine</i>

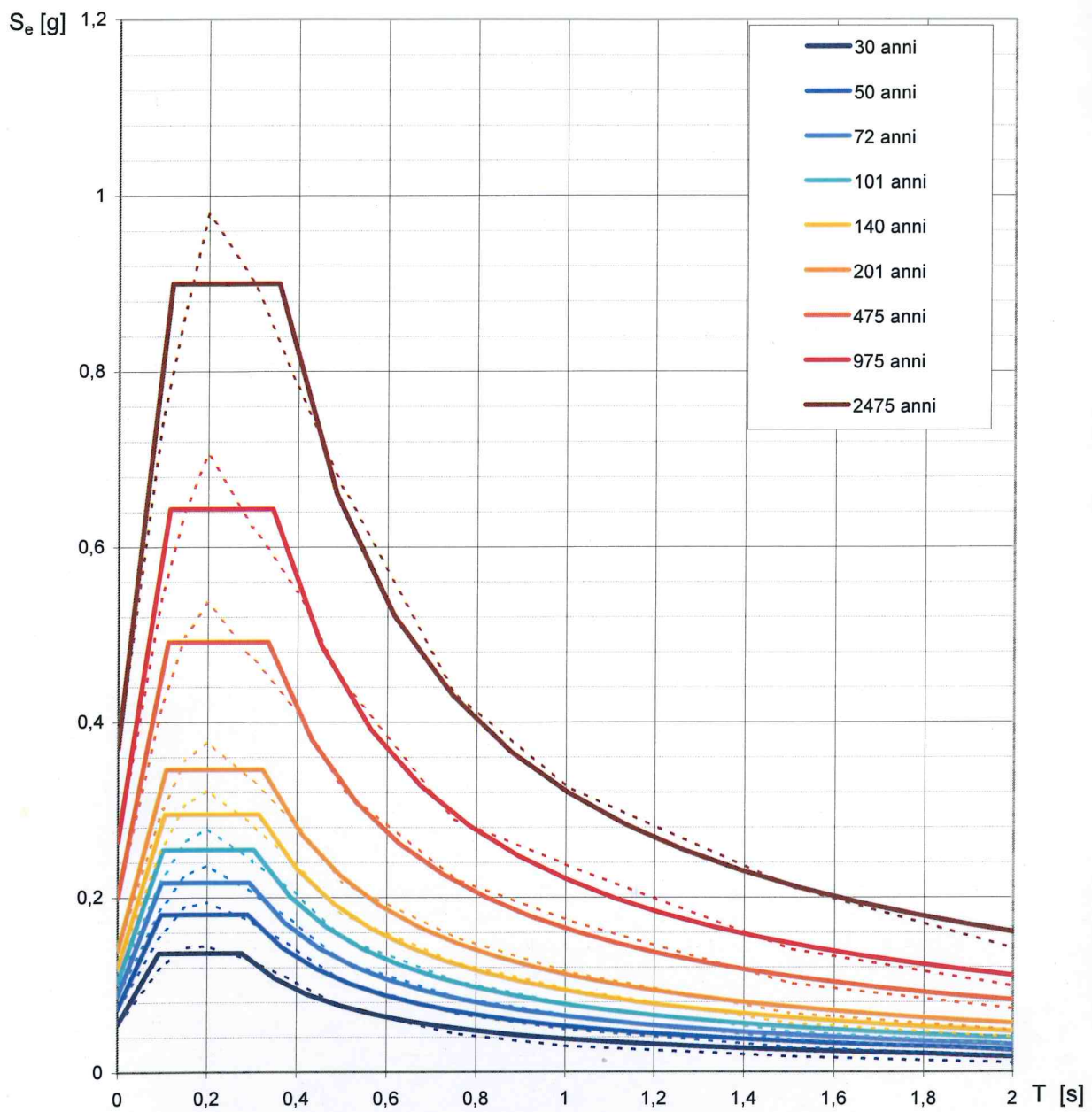
CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE				
LITOLOGIA	TIPO DI PERMEABILITA'	PERMEABILITA' (cm/s)	COEFFICIENTE DI INFILTRAZIONE	TEMPO DI PERCORRENZA (30 cm)
calcari	<i>per frattura e fessurazione</i>	<i>$1 \times 10^{-2} - 10^{-3}$</i>	<i>80-90%</i>	<i>2,5 – 25 ore</i>

4. SISMOLOGIA E RISCHIO SISMICO;

L'area in esame è compresa nella **zona sismica 2** della nuova classificazione definita dall'ordinanza n. 3274 del 20.03.2003 e successivamente dal D.M. 14.01.2008. Per le condizioni topografiche la categoria è la **T1** ovvero superfici pianeggianti o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$. Per la valutazione degli effetti di amplificazione locale basata sulla risposta sismica dei terreni, finalizzata alla definizione dell'azione sismica sul progetto, si specifica la categoria di suolo di fondazione secondo quanto prescritto al paragrafo 3.2.2, capitolo 3 e paragrafo 6.2.2 capitolo 6 delle N.T.C. 2008 e considerata lo scavo di modesta rilevanza, che ricade in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, la caratterizzazione del sito è basata sull'esperienza e sulle conoscenze già disponibili come da § 6.2.2 cap. 6 N.T.C. 2008 – D.M. 14.01.2008. Nella zona di studio sono presenti litologie calcaree variamente e intensamente fratturate e carsificate, che possono essere annoverate alla categoria di **suolo A**, con $V_{S30} > 800$ m/s, che comprende “*ammassi rocciosi affioranti o con strato di alterazione superficiale non superiore a 3 m.*”

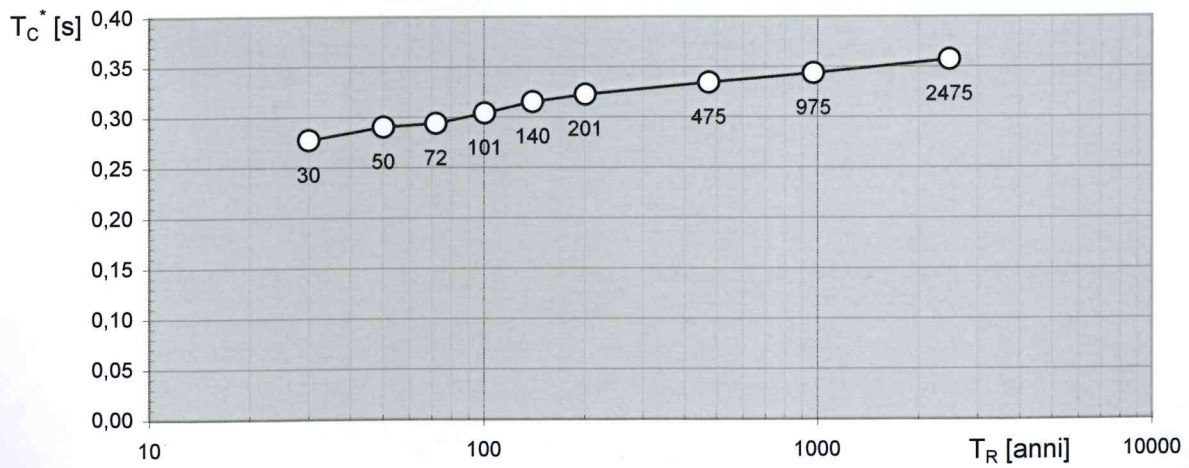
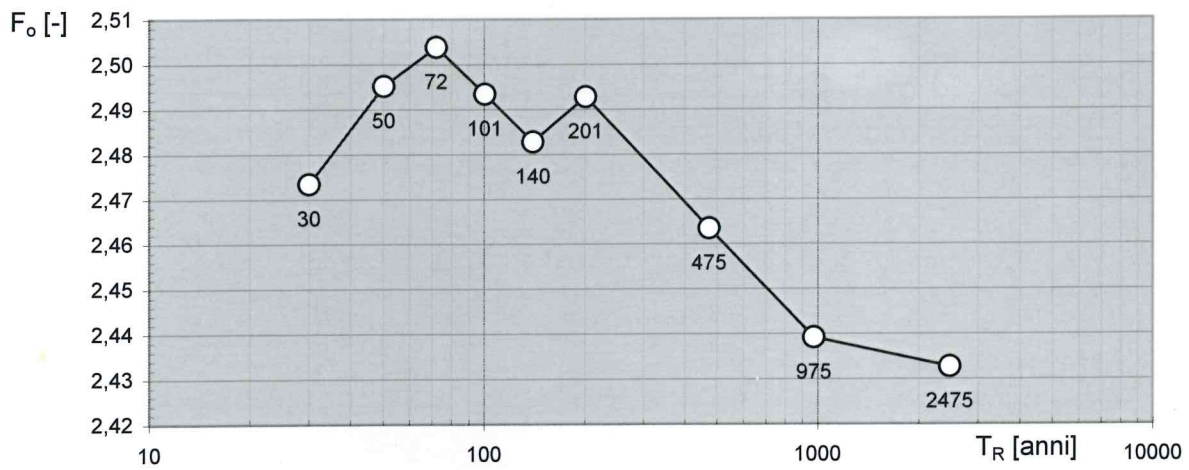
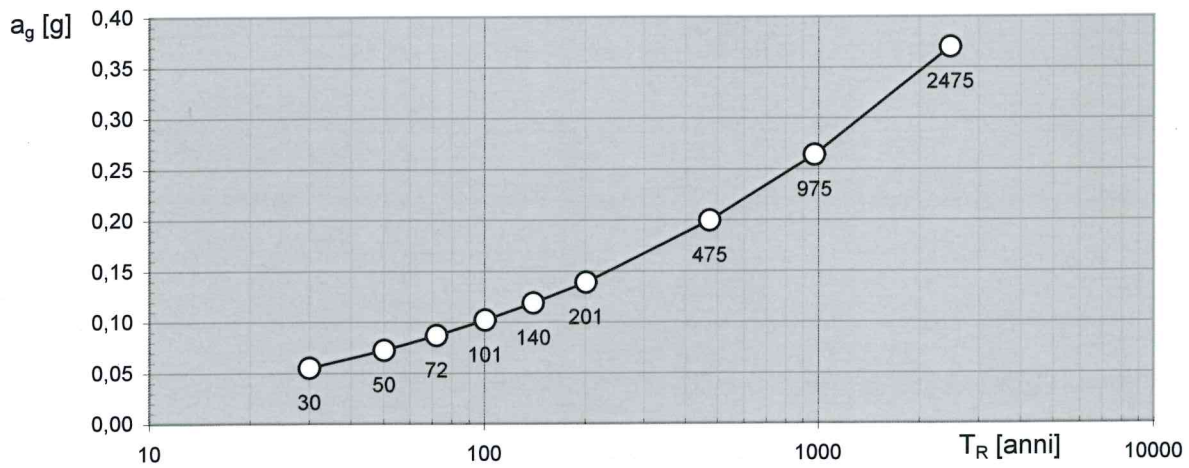
Tabella riassuntiva dei caratteri sismici del sito in esame (N.T.C.08)		
Nomenclatura	Definizione	Valore/tipo
	<i>Categoria di suolo</i>	<i>A</i>
V_{S30}	<i>Velocità onde sismiche di taglio a 30 m di profondità</i>	<i>>800 m/s</i>
---	<i>Categoria topografica</i>	<i>T1</i>
---	<i>Classe d'uso della costruzione</i>	<i>II</i>
C_U	<i>Coefficiente d'uso</i>	<i>0.7</i>
V_N	<i>Vita nominale della costruzione</i>	<i>50 anni</i>
V_R	<i>Periodo di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U$</i>	<i>35 anni</i>
---	<i>Zona sismica</i>	<i>2</i>
---	<i>Pericolosità sismica</i>	<i>Media</i>

E' di seguito sintetizzata la determinazione degli spettri di risposta elastici normalizzati.



NOTA:

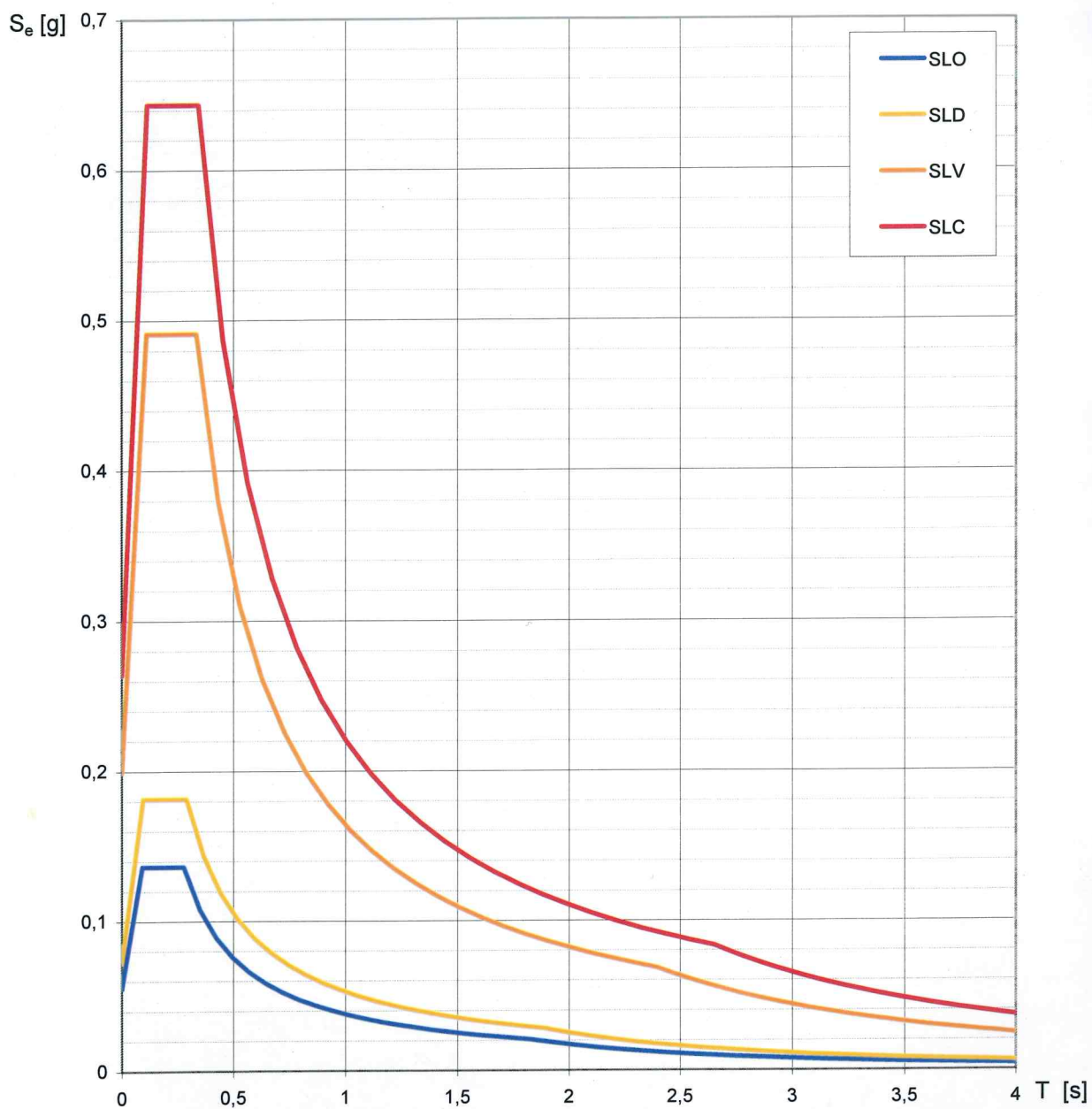
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



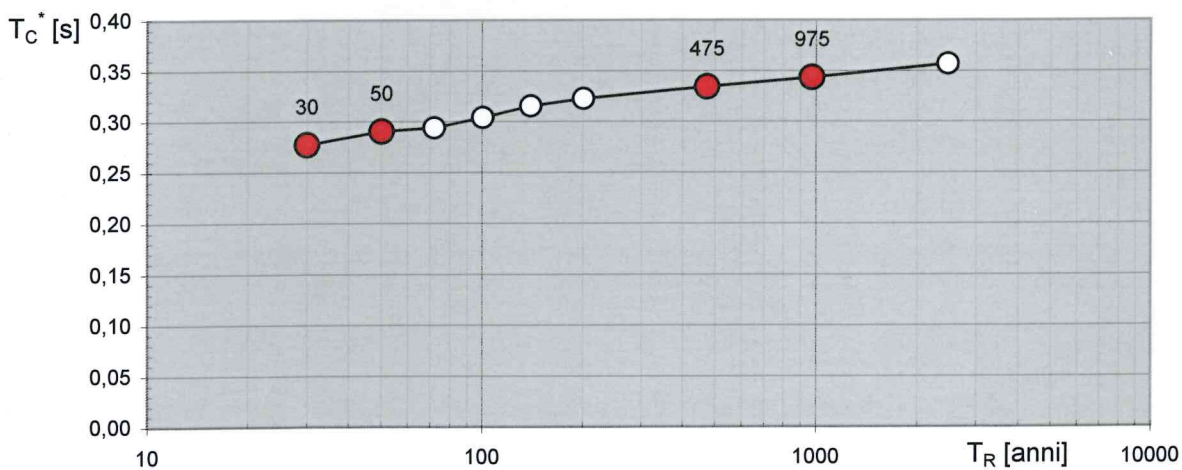
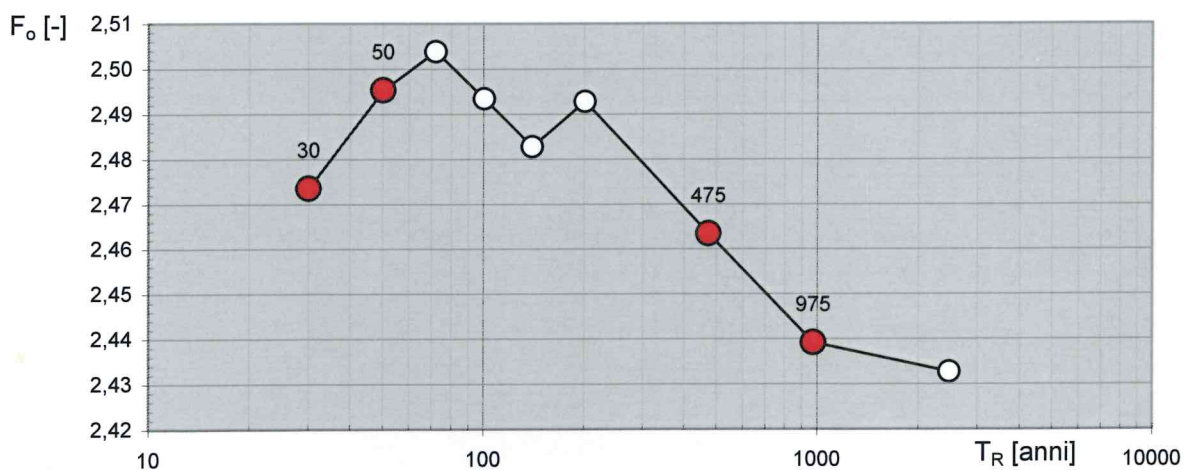
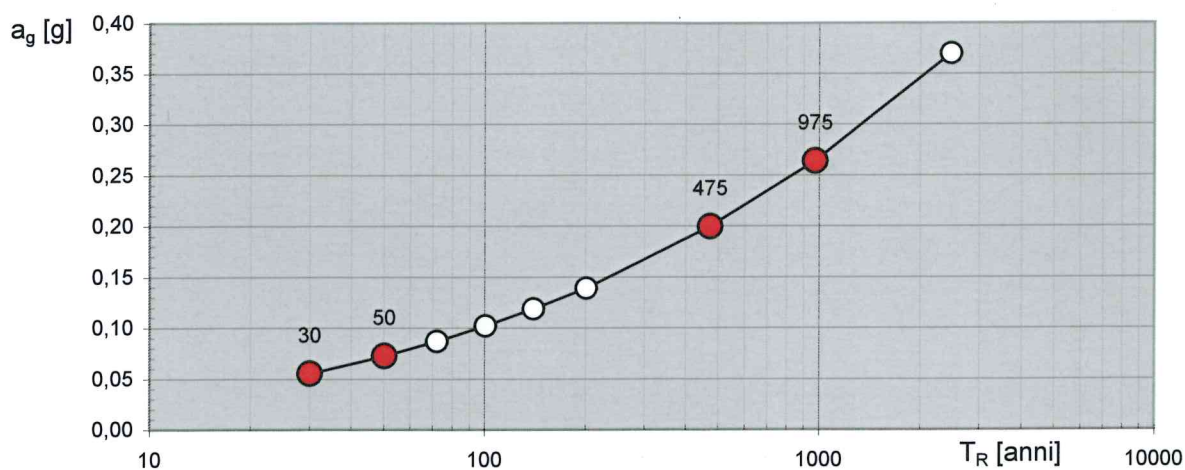
Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0,055	2,473	0,277
50	0,072	2,495	0,290
72	0,087	2,504	0,294
101	0,102	2,493	0,304
140	0,118	2,483	0,315
201	0,139	2,493	0,322
475	0,199	2,463	0,334
975	0,264	2,439	0,343
2475	0,370	2,433	0,357

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



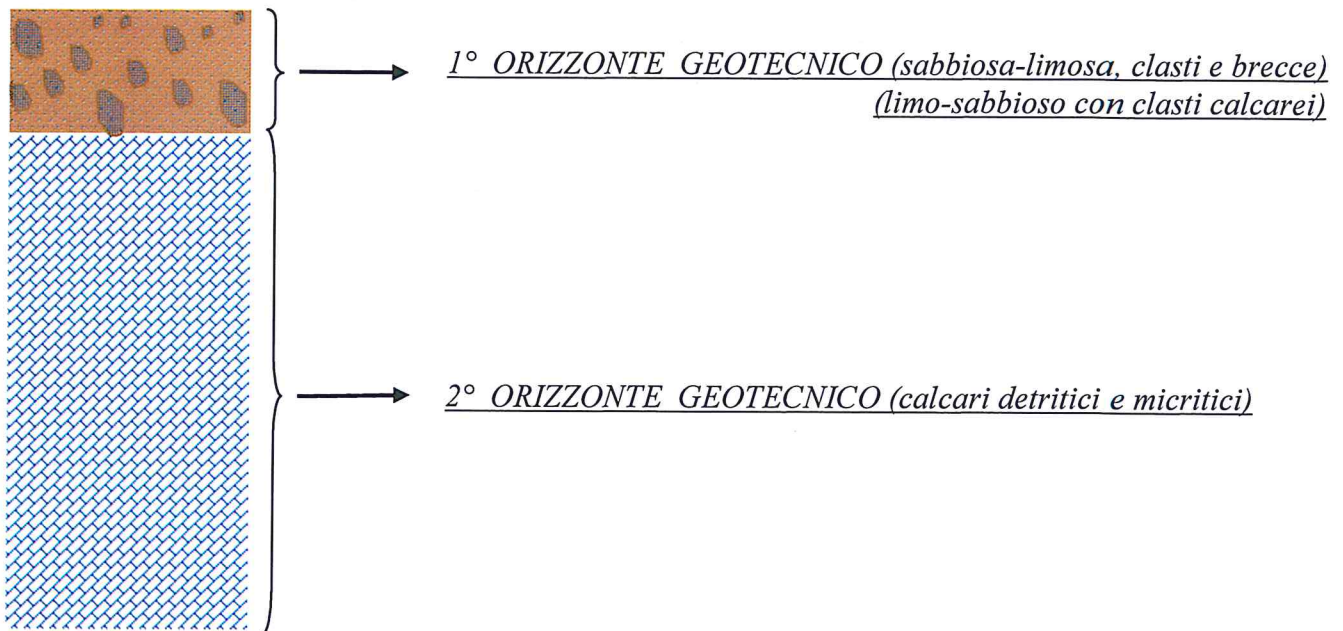
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,055	2,474	0,277
SLD	50	0,073	2,495	0,290
SLV	475	0,199	2,463	0,334
SLC	975	0,264	2,439	0,343

5. CARATTERI GEOTECNICI

I rilevamenti effettuati e i dati raccolti hanno portato alla definizione di alcuni caratteri geotecnici, del sito di intervento, così schematizzato e caratterizzato in un sommario modello geotecnico:

- 1° orizzonte geotecnico (*profondità media indicativa: p.c. ÷ 3,00 m*)
- 2° orizzonte geotecnico (*profondità indicativa: da - 3,00 a - 500 m*)



1° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il primo orizzonte geotecnico che si incontra nella parte occidentale del settore, partendo dal piano campagna, è quello costituito da pietrisco e clasti di natura calcarea scomposti in una matrice terrigena, di sabbia-limosa, scarsamente compatta, con brecce e concrezioni calcaree.

Nella parte orientale del settore si rinvencono limo-sabbioso rossastro, con clasti calcarei. Per via delle caratteristiche geotecniche simili i due strati sono accorpati nel presente orizzonte geotecnico.

Le peculiarità tecniche sono di seguito esposte in tabella :

γ	$1,8 \text{ t/m}^3$	$17,65 \text{ kN/m}^3$	$0,0018 \text{ kg/cm}^3$	<i>Peso unitario di volume stimato</i>
Cu	$0,5 \text{ t/m}^2$	5 kN/m^2	$0,05 \text{ kg/cm}^2$	<i>Coesione non drenata</i>
Φ	22°	=====	=====	<i>Angolo di attrito interno</i>
Ed	18500 t/m^2	181425 kN/m^2	1850 kg/cm^2	<i>Modulo di compressibilità</i>
ν	0,30			<i>modulo di Poisson</i>

2° ORIZZONTE GEOTECNICO

Il secondo orizzonte è costituito da calcari oolitici e pseudoolitici, detritici e micritici a tratti carsificati e fratturati a volte più omogenei e di colore chiaro. Considerata la possibile presenza di lenti e/o sacche di terre rosse o brecce, nel complesso il substrato calcareo lo si può considerare “discreto” dal punto di vista geomeccanico.

Non è ipotizzabile la presenza della falda se non a grande profondità (falda di base salmastra).

γ	2,7 t/m ³	26,47 kN/m ³	0,0027 kg/cm ³	Peso unitario di volume stimato
Cu	50 t/m ²	200 kN/m ²	5 kg/cm ²	Coesione non drenata
Φ	30°	=====	=====	Angolo di attrito interno
Ed	155000 t/m ²	1520054 kN/m ²	15500 kg/cm ²	Modulo di compressibilità
K	10000÷15000 t/m ³	100000÷150000 kN/m ³	10÷15 kg/cm ³	Coefficiente di Winkler
v	0,45			modulo di Poisson

10. CALCOLI GEOTECNICI

Le pressioni litostatiche calcolate alla profondità, stimata, di posa della condotta idrica, sono di seguito riportate in tabella.

Profondità media dello scavo (m)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Livello della falda dal p.c. (m)	Pressione neutra (kN/m ²)	Tensione efficace (kN/m ²)	Tensione totale (kN/m ²)
Limo sabbioso con clasti calcarei 1,50	17,65	---	0	26,47	26,47

11. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Dallo studio eseguito lungo il settore denominato “Estendimento 10” si è giunti alle seguenti stime e conclusioni:

1. riscontrare l'inesistenza della falda freatica in prossimità del piano di posa dell'opera.
2. verificare l'assenza di effetti negativi del manufatto sulla stabilità geomorfologica superficiale dell'area interessata dal progetto
3. l'assenza di condizioni di instabilità geomorfologiche, visibili, al contorno.
4. considerato il possibile affioramento del corpo calcareo, si invita a segnalare, immediatamente, allo scrivente l'eventuale presenza di cavità riscontrate durante

l'operazione di scavi per valutare la possibilità di effettuare indagini geofisiche al fine di individuare l'entità delle cavità sotterranee che potrebbero essere causa pericolosi cedimenti.

5. l'assenza di siti di particolare interesse geologico o geomorfologico (*geositi*) da salvaguardare;

6. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI FINALI SUL PROGETTO

Alla luce dello studio esposto si può concludere che il territorio implicato nel progetto di estensione della rete di acquedotti minori, valutati anche i modesti volumi che saranno coinvolti negli scavi, è idoneo ad accogliere la struttura in progetto ma sono, comunque, da tenere presenti alcuni punti deboli e/o vulnerabilità che vanno tenuti in debita considerazione e affrontati con cautela. Nello specifico sono da evidenziare i settori 4B-4C-4D-7-8-10 per la presenza delle litologie calcaree in prossimità del piano campagna e quindi per possibili pericoli connessi all'esistenza di cavità naturali sotterranee (*sinkholes*).

Si precisa che in caso di rilevamento di cavità, anche modeste, durante gli scavi è opportuno contattare lo scrivente per verifiche ed eventuali indagini geofisiche da espletare.

Per i settori 1-2A-3-4-5-6-9 che insistono su depositi alluvionali di conoidi di deiezione più o meno consolidati si invita a tenere conto e far fronte, con espedienti tecnici, a piene improvvise che potrebbero creare nuove incisioni sul sedimento e quindi danni alla struttura in previsione.

Infine, per quanto concerne i settori 2A e 4E, considerate le litologie in corrispondenza degli attraversamenti dell'alveo del torrente Candelaro, si sottolinea la possibilità di fenomeni di liquefazione dei terreni in condizioni dinamiche (sotto sisma), per una falda compresa entro i primi 10 m dal piano campagna come da verifiche teorico-empiriche eseguite. Comunque, dalle ricerche idrogeologiche effettuate non risultano pozzi, ufficialmente censiti, con falda ubicata entro le profondità ritenute a "*rischio*".

In ultima analisi considerata la gestibilità delle particolarità geologiche rinvenute e sopra segnalate, si può concludere che dalle indagini eseguite, l'area oggetto di studio per l'insieme di tutte le specifiche geologiche e geomorfologiche è da considerarsi idonea (fatti salvi tutti i tipi di vincoli dettati dagli strumenti urbanistici adottati dall'amministrazione del comune in cui ricade il sito) per l'utilizzo previsto in quanto il progetto, con gli accorgimenti evidenziati, è compatibile con le caratteristiche del sottosuolo.

Per quanto riguarda la gestione della sicurezza dei fronti di scavo in itinere, si suggerisce di contenere i fianchi delle terre asportate dallo scavo entro pendenze comprese nei valori dell'angolo di attrito interno, segnalato nel paragrafo dei caratteri geotecnici, di ogni specifico terreno.

San Giovanni Rotondo, 20.05.2013



Il Geologo

Dott. Federico BARBANO

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV.** – *Quantifying geometry and sediment composition of carbonate slopes: examples from Southern Alps and Gargano*. In “Quantitative models on Cretaceous carbonate” S.E.P.M. Cretaceous resource events and rhythms. WG4 meeting, Vieste, 2000
- AA.VV.** – *The Gargano Promontory: a Neogene contractional belt within the Adriatic Plate*. Terra Nova, 1999
- AA.VV.** – *Studi sul carsismo cretacico dell’Appennino campano*. Memorie Società Geologica Italiana, 1988
- AA.VV.** – *Conservazione e valorizzazione del patrimonio Geologico*. Atti del convegno S.I.G.E.A. Rionero in Vulture (Potenza) – 2002
- Autorità di Bacino Puglia** – *Carta dei Sinkholes, Carta Idrogeomorfologica*
- Billi A & Salvini F.** – *Sistemi di fratture associate a faglie in rocce carbonatiche: nuovi dati sull’evoluzione tettonica del promontorio del Gargano*. Bollettino Società Geologica Italiana, 2000
- Bosellini A. & Ferioli G.** – *Sequenze deposizionali e discordanze nel Gargano meridionale*. Atti 74° congresso della Società Geologica Italiana - Sorrento, 1988
- Bosellini A. & Neri C.** – *L’Eocene di Monte Saraceno (promontorio del Gargano, Puglia)*. Annali Università di Ferrara (N.S.), Sezione Scienze della Terra, 1995
- Bosellini A. & Morsilli M.** – *Long-term event stratigraphy of the Apulia Platform margin: Upper Jurassic to Eocene, Gargano, Southern Italy*. Journal of Sedimentary Research, 1999.
- Bosellini A. & Morsilli M.** – *Il promontorio del Gargano*. Dipartimento di Scienze della Terra, Ferrara 2001
- Brancucci G., Burlando M.** – *La salvaguardia del patrimonio geologico*. Franco Angeli Editore, 2001
- Casadio M. Elmi C.** – *Il manuale del geologo*. Pitagora Editrice Bologna – 1999
- Castany G.** – *Idrogeologia principi e metodi*. Dario Flaccovio Editore - 1985
- Castiglioni G.B.** – *Geomorfologia*. UTET – 1989
- Cetraro F.** – *Ingegneria geotecnica e geologia applicata*. EPC libri - 2007
- Chilovi C. et al.** – *Wrench zone reactivation in the Adriatic Block: the example of the Mattinata Fault System (SE Italy)*. Bollettino Società Geologica Italiana, 2000
- Colombo P., Colleselli F.** – *Elementi di geotecnica*. Zanichelli – 2000
- Cremonini G.** – *Rilevamento geologico*. Pitagora Editrice Bologna – 1994
- Cremonini G., Elmi C. & Selli R.** – *Note illustrative della carta geologica d’Italia, alla scala 1:100.000; Foglio 156 “S. Marco in Lamis”*. Servizio Geologico d’Italia, 1971

- De Dominicis A. & Mzzoldi G.** – *Interpretazione geologico-strutturale del margine orientale della piattaforma Apula.*
Memorie Società Geologica Italiana, 1989
- Funiciello R., Montone P., Salvini F & Tozzi M.** – *Caratteri strutturali del promontorio del Gargano*
Memorie Società Geologica Italiana, 1992
- Fusilli C., Giuliani P.** – *Guida alla speleologia del Gargano*
Leone editrice, Foggia 1990
- Gherisi A., Lenza P.** – *Edifici antisismici in cemento armato*
Dario Flaccovio Editore - 2009
- Guerricchio A.** – *Esempi di bacini di pull-apart nel Gargano*
Geologia Applicata e Idrogeologia, 1986
- Martinis B. & Pavan G.** - *Note illustrative della carta geologica d'Italia, alla scala 1:100.000; Foglio 157 "Monte S. Angelo".*
Servizio Geologico d'Italia, 1967
- Merla G., Ercoli A. & Torre D.** – *Note illustrative della carta geologica d'Italia, alla scala 1:100.000; Foglio 164 "Foggia"*
Servizio Geologico d'Italia, 1969
- Mussett A., Aftab Khan M.** – *Esplorazione del sottosuolo*
Zanichelli – 2003
- Panizza M.** – *Manuale di geomorfologia applicata*
Franco Angeli Editore - 2005
- Peli G.** – *Geotecnica pratica delle fondazioni dirette*
Pitagora Editrice Bologna - 2007
- Riga G.** – *La liquefazione dei terreni (analisi-valutazione-calcolo)*
Dario Flaccovio Editore – 2007
- Riga G.** – *Microzonazione sismica*
Dario Flaccovio Editore – 2008
- Tucker E. M.** – *Rocce sedimentarie*
Dario Flaccovio Editore – 1996
- Viola C. & Cassetti M.** – *Contributo alla geologia del Gargano*
Bollettino Regio Comitato Geologico Italiano, 1893