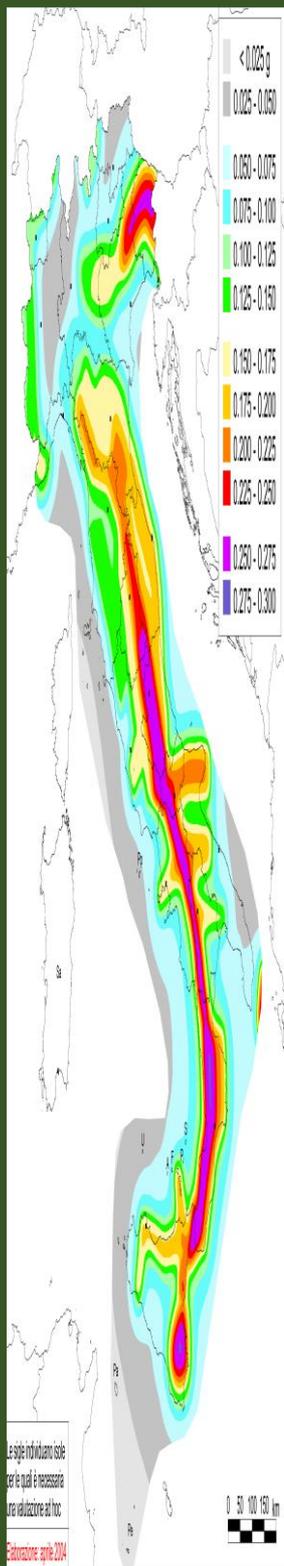


**Francesco
Quarta**
Geologo



COMUNE DI **LEVERANO**

Provincia di Lecce

Committente:

Sig. FRIENDA Giovanni

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN AUTOLAVAGGIO DEL TIPO SELF SERVICE CON ANNESSI SERVIZI E BAR

Relazione geologica e sismica di base

STUDIO:
Via Greci, n° 9
73045 Leverano (LE)
☎ 0832 923193
📞 +39 339 8538610
E-mail: geoquarta@alice.it

Leverano, Marzo 2021

il geologo:
dott. Francesco Quarta
N° 224

1.0 PREMESSA

In seguito all'incarico ricevuto dal *Sig. FRIENDA Giovanni* è stato effettuato lo *studio geologico e sismico di base* su un'area di proprietà, ubicata nel *Comune di Leverano lungo la S.P. n° 17 Leverano - Veglie e Via Ancona* e distinta nel *NCEU al Fg. 22 part.lla 1435 e 1463*, in cui è previsto un per la **“REALIZZAZIONE DI UN AUTOLAVAGGIO DEL TIPO SELF SERVICE CON ANNESSI SERVIZI E BAR”**.

I caratteri geologici della zona interessata sono stati ricostruiti in base a dati provenienti dalla letteratura tecnico-scientifica e da indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo in aree limitrofe per precedenti lavori (*n° 4 Prove Penetrometriche Dinamiche, Indagine Sismica a Rifrazione e Masw e Stratigrafie dei Sondaggi eseguiti nelle immediate vicinanze del sito d'intervento*), ed inoltre, *il sottoscritto si è recato sul sito di intervento ricostruendo i litotipi di superficie e valutando, assumendosene piena responsabilità, la compatibilità delle indagini prese a riferimento con i caratteri geologici del sito in esame, anche in relazione all'importanza dell'opera ai sensi del par. 6.2.2 del D.M 17.01.2018.*

Nella presente si formulano alcune considerazioni finali utili alla comprensione del contesto geologico in cui si inserirà il progetto, alla definizione delle caratteristiche meccaniche dell'ammasso roccioso.

Inoltre si è proceduto alla caratterizzazione sismica del sito in base a quanto prescritto dalle **“Norme Tecniche per le Costruzioni”** di cui al **DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI del 17 Gennaio 2018.**

2.0 QUADRO GEOLOGICO GENERALE

2.1 Caratteri geomorfologici e tettonici

Il territorio comunale di Leverano si sviluppa su un'area con blande ondulazioni e con dislivelli contenuti entro alcuni metri (Fig.1).

L'abitato di Leverano è collocato, in parte, in corrispondenza di una fascia allungata in direzione NW-SE, altimetricamente depressa e idealmente delimitata dalle isoipse dei 40,00 metri ad Est ed a Ovest, mentre per la rimanente parte, verso W, su un rilievo calcareo cretaceo con quote leggermente più elevate.

Nelle zone più basse, riferibili ad aree tettonicamente depresse, ricadono la periferia orientale dell'abitato e quella che si estende in direzione di Copertino, mentre in quelle più elevate ricade quasi per intero il Rione "Pozzolungo", in direzione di Porto Cesareo, e le nuove zone di espansione in direzione SW.

La morfologia é legata strettamente all'assetto tettonico dell'area e in particolare alla presenza di una dislocazione (*faglia*) con uguale direzione NW-SE. La faglia non é direttamente riscontrabile in superficie ma si può individuare interpretando dati stratigrafici o ancora più facilmente osservando il quasi perfetto allineamento delle voragini naturali secondo l'anzidetta direttrice.

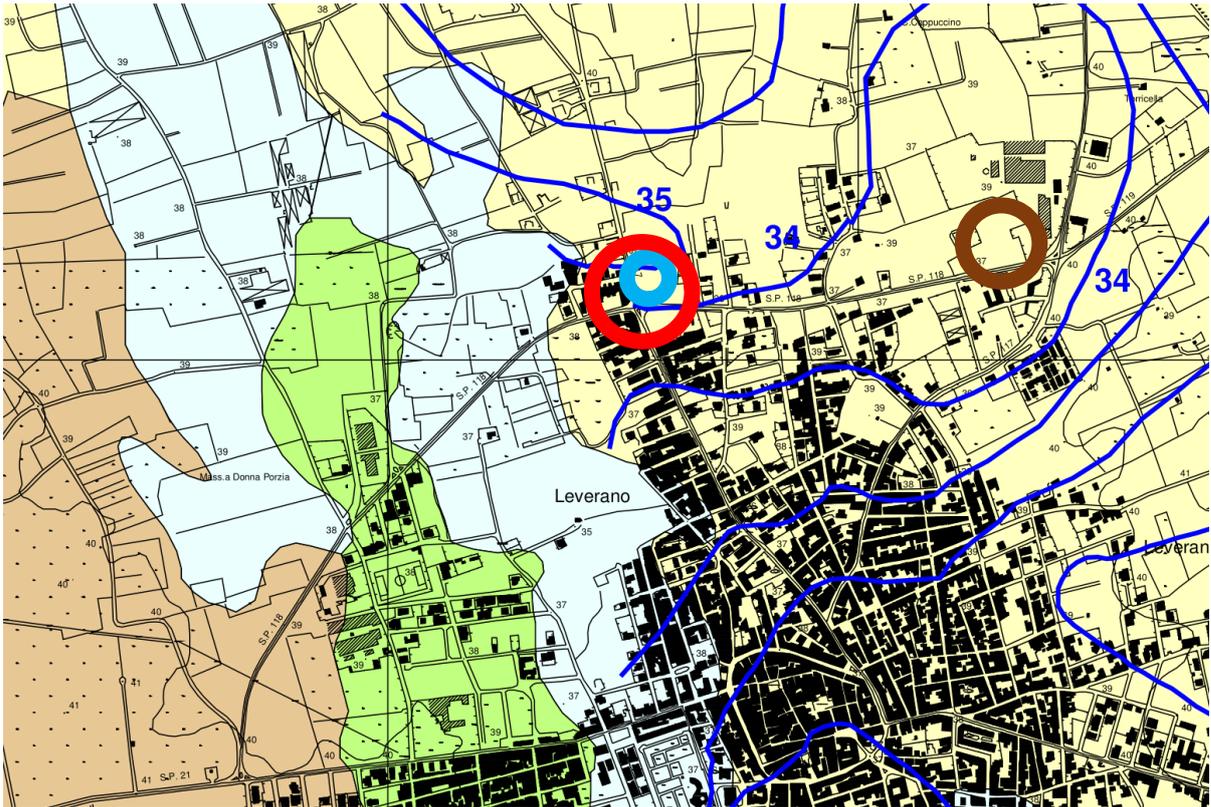
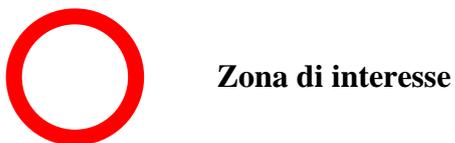
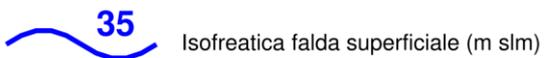
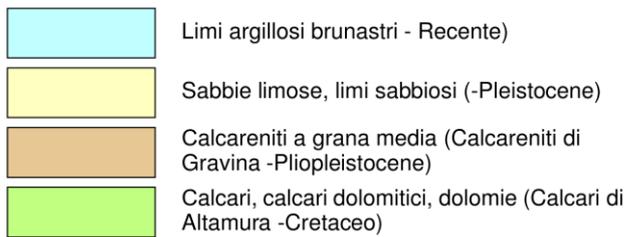


Fig. 1: Carta Geolitologica



2.2 Aspetti stratigrafici e litologici

La ricostruzione della stratigrafia è stata fatta in base al rilievo geolitologico di dettaglio, alle indagini geognostiche, allo studio idrogeologico e all'interpretazione delle stratigrafie dei pozzi per acqua esistenti nella zona.

Si sono così delineati i limiti fra le singole formazioni affioranti ed i rapporti stratigrafici esistenti tra queste e quelle che si rinvencono in profondità.

La successione stratigrafica comprende, dall'alto verso il basso e nel senso più generale, i seguenti termini geolitologici (Fig. 2):

- *Limi argillosi brunastrì (-Recente-)*
- *Sabbie limose, limi sabbiosi (-Pleistocene-)*
- *Argille e limi argillosi grigio azzurri ("Argille Subappennine" -Pleistocene-)*
- *Calcareniti a grana media ("Calcareniti di Gravina" -Pliopleistocene-)*
- *Calcari, calcari dolomitici, dolomie ("Calcari di Altamura" -Cretaceo-)*

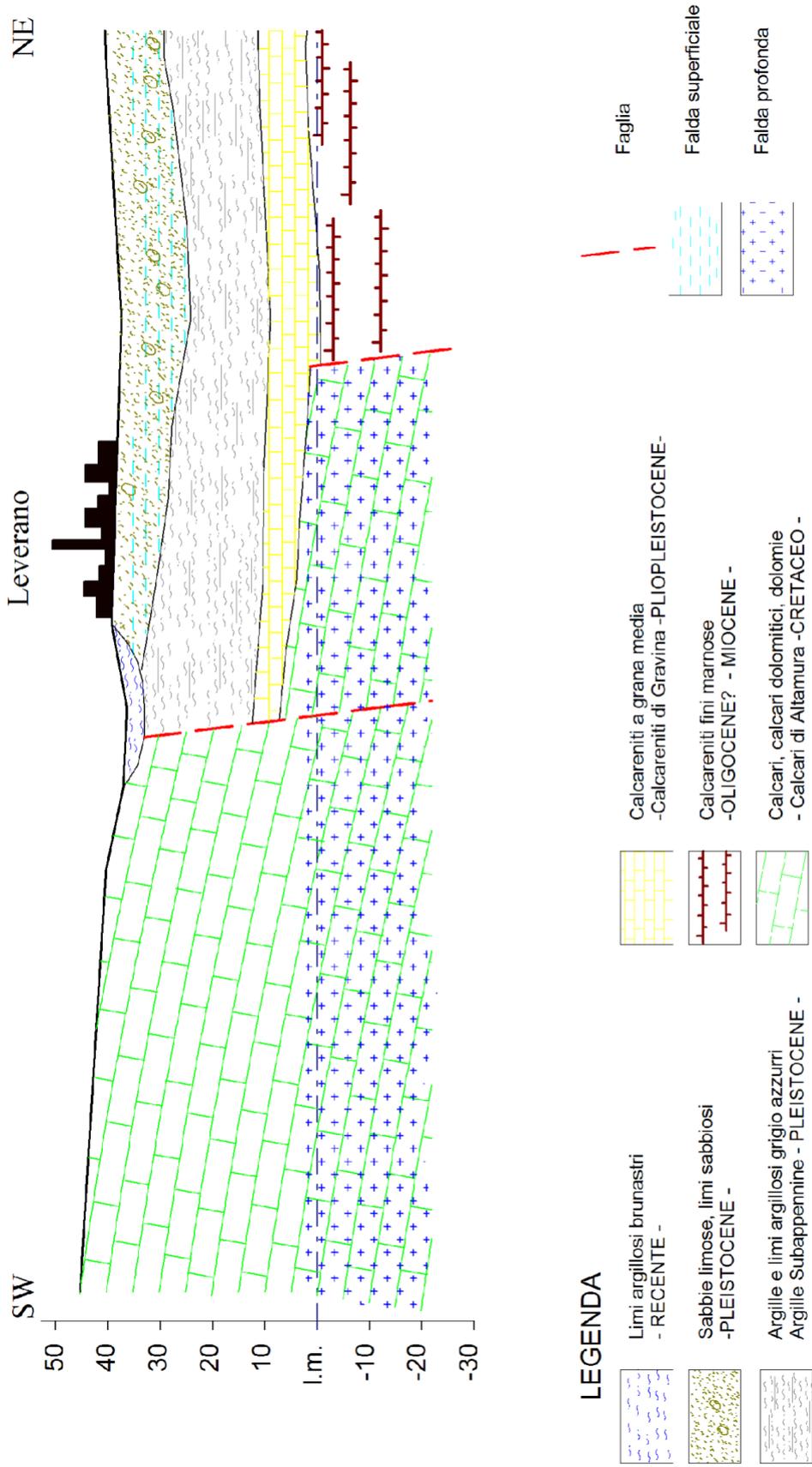


Fig. 2: Sezione geologica schematica

2.2.1 Limi argillosi brunastri

Limitatamente ad una stretta fascia continua di territorio allungata da N-NO a S-SE nei dintorni dell'abitato di Leverano ed in lembi isolati fin quasi a Veglie, si rinvencono dei depositi alluvionali costituiti da limi sabbioso-argillosi brunastri e da depositi residuali (terra rossa).

I terreni alluvionali sono presenti con modesti spessori nelle zone più depresse, sedi di compluvio delle acque piovane; in alcuni sondaggi eseguiti presso le scuole elementari di Via V. Turati, lo spessore di detti terreni è risultato essere pari a 2,50 metri.

2.2.2 Sabbie limose, limi sabbiosi

Si tratta di depositi che affiorano nell'abitato di Leverano e si estendono a Nord ed a Est dello stesso.

Trattasi litologicamente di sabbie calcaree fini spesso concrezionate localmente passanti a calcareniti.

A luoghi è caratterizzata nella parte alta dalla presenza di Brachiopodi, interi o in frammenti, appartenenti alla specie *Terebratula scillae* (Seg.). Caratteristica è anche la presenza di sparsi noduli tenaci di colore biancastro e di sottili livelli calcarenitici a grana fine.

Verso Nord dette sabbie presentano delle variazioni granulometriche verticali passando in profondità a limi sabbiosi e limi argillosi. Al letto di tali litotipi si rinvencono le argille grigio-azzurre.

Dalle stratigrafie dei pozzi che si attestano nella falda superficiale, poichè dette sabbie sono il serbatoio di detto acquifero, si può dedurre che la potenza delle sabbie si aggira intorno ai 5,00 ÷ 6,00 metri.

2.2.3 Argille e limi argillosi grigio azzurri (“Argille Subappennine”)

Questa unità non affiora nell'area oggetto di studio, ma si rinviene a poca profondità dal piano campagna al di sotto dei depositi sabbiosi calcarei pleistocenici.

Litologicamente è costituita da due litotipi: argille, spesso marnose nella parte inferiore al contatto con le “Calcareniti di Gravina”, e limi sabbiosi più o meno argillosi in sommità al contatto con le sovrastanti sabbie calcaree.

Le argille sono in prevalenza grigio-azzurre (grigio-giallastre per ossidazione, nella parte sommitale), plastiche e con sottili lamine di sabbie finissime. Verso l'alto i sedimenti

diventano via via più limoso-sabbiosi, di colore giallastro, con frequenti noduli calcarei biancastri.

Alla variazione verticale di facies fa riscontro una variazione nel contenuto in minerali argillosi e in carbonati. Di norma la parte argillosa, costituita da illite e subordinatamente da caolinite, nella parte bassa oscilla intorno al 65% e va riducendosi a valori intorno al 50% nella parte sommitale. Alla diminuzione di contenuto in minerali argillosi corrisponde un aumento dei minerali carbonatici.

La macrofauna è localmente rappresentata da nicche di Policheti sedentari nonché da molluschi di piccole dimensioni e da forme giovanili di Chlamis scabrella. L'insieme delle forme indica comunità del circolitorale profondo.

Dalle stratigrafie dei pozzi per ricerche d'acqua e dei pozzi assorbenti perforati in Largo Santa Croce e in Via T. Livio è risultata una potenza massima, in quelle zone, di circa 30,00 metri.

2.2.4 Calcareniti a grana media (“Calcareniti di Gravina”)

In questa formazione sono compresi sedimenti denominati con termine generico ed improprio “tufi calcarei”. Essi affiorano su un'estesa area a W ed a NW del territorio comunale.

Fa parte della formazione nota nella Carta Geologica d'Italia come “Calcareniti del Salento” che raggruppa rocce calcarenitiche appartenenti ad età diverse. Poiché le calcareniti affioranti nella zona in esame presentano caratteristiche litostratigrafiche e tecniche analoghe alle “Calcareniti di Gravina”, qui si farà riferimento a tale termine formazionale.

Da un punto di vista litologico si tratta principalmente di biocalcareniti e biocalciruditi in grossi banchi con intercalazioni calcilutitiche, inoltre di biospariti costituite essenzialmente da frammenti fossili con piccole percentuali di granuli di quarzo e feldspati; il cemento è di tipo sparitico.

Le calcareniti di Gravina sono costituite mineralogicamente da prevalente calcite (raggiunge in media il 95%) e da subordinata dolomite (raggiunge in media il 2%). Anche in questo caso il residuo insolubile (molto basso, con valori più frequenti nell'intervallo tra 1,3%÷1,9%) è costituito da SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃. Il contenuto in minerali argillosi, quarzo e feldspati varia considerevolmente da zona a zona.

Abbondanti sono i gusci di macrofossili che si ritrovano spesso accentrati in nidi o livelli.

Si tratta perlopiù di lamellibranchi; tra questi i più importanti dal punto di vista cronologico e paleoclimatico sono: Pecten jacobeus (Linnè), Arctica islandica e Clamys septemradiata (Linnè).

Esistono anche orizzonti con numerosi resti di ostriche e di echinoidi.

La microfauna è in genere poco abbondante, ma è caratterizzata dalla presenza di Hyalinea balthica SCROETER.

I depositi in esame si sono accumulati in un ambiente costiero, connesso con il mare aperto, in un periodo climatico evidentemente abbastanza freddo data la presenza fra i macro e i microfossili di ospiti nordici: Arctica islandica, Clamys septemradiata, Hyalinea balthica.

L'età è riferibile al Pliopleistocene. Lo spessore massimo misurato nel territorio studiato è di poco superiore ai 10,00 metri.

Al tetto di detta formazione si rinvengono in continuità di sedimentazione le argille pleistoceniche (“Argille grigio-azzurre”).

2.2.5 Calcareniti fini marnose (“Pietra Leccese”)

Questa unità non affiora nell'area oggetto di studio, ma si rinviene al di sotto delle Calcareniti a grana media (“Calcareniti di Gravina”) ed è inquadrata in un intervallo cronostratigrafico che va dal Burdigaliano sup. al Messiniano inf. (Mazzei, 1994).

I depositi della “Pietra Leccese” si sono originati nel corso di un'importante ingressione marina che interessò, durante quasi tutto il Miocene, gran parte della Penisola Salentina, dando origine, a causa della morfologia accidentata del substrato, a numerosi bacini chiusi, di forma, estensione e batimetria piuttosto variabili, ma sostanzialmente tutti caratterizzati da una sedimentazione prevalentemente di tipo carbonatico.

Nell'area in esame, i terreni miocenici si sono depositati in trasgressione, molto probabilmente, direttamente sul substrato calcareo-dolomitico mesozoico.

I depositi miocenici risultano localmente costituiti, in assoluta prevalenza, da calcareniti organogene a grana medio-fine e da calcilutiti di colore avana o bianco-giallino, di norma mal stratificate o massicce. Nella parte basale, le calcareniti si presentano talvolta parzialmente ricementate.

Anche i depositi miocenici risultano solcati da un reticolo di fratture sub-verticali di origine tettonica. Tuttavia, lo stato di fratturazione è meno intenso e continuo di quello dei calcari cretacei, anche se, analogamente a questi ultimi, le fratture risultano frequentemente accentuate e rielaborate dai fenomeni di dissoluzione carsica.

2.2.6 Calcari, calcari dolomitici, dolomie (“Calcari di Altamura”)

Questa formazione, affiorante estesamente ad W e a S del territorio comunale, è costituita da calcari biancastri e avana e da calcari dolomitici; subordinatamente sono presenti dolomie grigio scure.

Nella seconda edizione del Foglio 213 “MARUGGIO” e 214 “GALLIPOLI”, i calcari cretacei affioranti nella zona in esame, sono stati distinti, soprattutto su basi litologiche, in due unità indicate coi nomi di “Dolomie di Galatina”, di età cenomaniano-turoniana, e di “Calcari di Melissano”, di età turoniano-senoniano (Martinis, 1967). Successivi studi (Ricchetti 1971 e 1972) hanno dimostrato non solo la non esistenza di una vera separazione verticale tra gli elementi calcarei e gli elementi dolomitici, ma anche l’esistenza di una perfetta correlazione con la formazione del “Calcare di Altamura”, istituita in precedenza nel territorio delle Murge; di conseguenza qui si farà riferimento a tale termine formazionale.

I Calcari di Altamura rappresentano la parte affiorante del basamento rigido mesozoico della regione. Formano un complesso roccioso costituito da un'alternanza di banchi e strati di calcari detritici chiari a grana più o meno fine, di calcari dolomitizzati e di dolomie.

I passaggi verticali dagli orizzonti calcarei a quelli dolomitici sono difficilmente localizzabili nelle sequenze soprattutto per il fatto che in molte zone tali passaggi avvengono anche in senso laterale.

Gli affioramenti sono discontinui e ciò a causa di una più o meno estesa copertura di terra rossa, localmente nota con il nome di "bolo".

I tipi litologici più rappresentativi sono i seguenti:

- a) dolomie grigie e grigio scure a grana fine, massicce o in grossi banchi;
- b) dolomie grigio chiare, con abbondanti modelli interni di macrofossili, massicce o in banchi;
- c) calcari detritici a grana più o meno fine, di colore bianco, a luoghi con abbondanti macrofossili, di norma ben stratificati in banchi;
- d) calcari, calcari dolomitici e dolomie cristalline cariate, senza stratificazione evidente, di colore grigio-rossastro. Di norma questi ultimi litotipi si incontrano in successione stratigrafica nella zona di passaggio tra gli orizzonti calcarei e quelli dolomitici e viceversa.

L'origine è biochimica per i calcari mentre probabilmente secondaria per i termini dolomitici.

Dal punto di vista paleontologico, alcuni livelli sono caratterizzati da abbondanti resti di macrofossili, appartenenti in complesso alla famiglia delle Rudiste.

Indicativamente l'età dei calcari e dolomie può essere compresa tra il Cenomaniano e il Senoniano inf.

L'ambiente di sedimentazione appare di mare basso con episodi di tipo salmastro.

Petrograficamente i calcari sono costituiti in prevalenza da micriti più o meno fossilifere e intraclastiche, raramente a pellets, talora dolomitizzate, cui si associano intramicriti, biomicriti, biomicruditi e biomicriti intraclastiche, talora a intraclasti e, raramente, sparsi bioclasti.

Dal punto di vista geochimico tali rocce sono costituite quasi esclusivamente dai carbonati calcite e dolomite, che da soli superano il 99 % del totale, in un rapporto che ne determina la classificazione (da calcare a dolomia con tutti i termini intermedi).

I termini calcarei, attaccati blandamente con HCl, mandano in soluzione oltre ai carbonati anche piccole quantità di Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , SO_3 , P_2O_5 ed SiO_2 , con Al_2O_3 che prevale su tutti gli altri e con Fe_2O_3 in quantità relativamente non trascurabili.

La stratificazione è sempre ben evidente con strati di potenza di ordine decimetrico o metrico, assai raramente la roccia si presenta massiccia. Gli strati si presentano ondulati con inclinazione inferiore ai 10° gradi.

La stratificazione ben netta e la fratturazione, localmente anche intensa, danno origine a una rete di fessure che conferisce alla formazione in parola una permeabilità generalmente elevata alla scala dell'ammasso.

Su questa influisce anche la diffusione dei fenomeni carsici, più o meno sviluppati lungo particolari orizzonti, interessati di volta in volta dalla circolazione idrica a seconda delle variazioni del livello della falda in essi contenuta, dipendente a sua volta dalle oscillazioni del livello del mare.

Le cavità carsiche possono presentarsi in parte o in toto riempite da un materiale fine residuale di colore rossastro (Terre rosse).

Le terre rosse hanno granulometria di tipo siltoso argilloso e composizione mineralogica costituita da abbondanti idrossidi di Fe e Al, parzialmente cristallini e minerali argillosi (illite e caolinite), e da subordinati quarzo, feldspati, miche, pirosseni, apatite rutilo e zirconi, a cui corrisponde una composizione chimica rappresentata da SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , H_2O , ed anche TiO_2 , P_2O_5 , CaO , MgO ed Na_2O . Questi caratteri chimici e mineralogici sono confrontabili con quelli dei residui insolubili dei calcari.

3.0 IDROGEOLOGIA

3.1 Idrografia superficiale

Come riportato in precedenza, il sito di Leverano presenta una particolare conformazione per quanto riguarda le caratteristiche idrografiche e geomorfologiche essendo ubicato in corrispondenza di una stretta fascia depressa, allungata in direzione NO - SE, idealmente delimitata dalle isoipse dei 40,00 metri ad Est ed a Ovest. Esso costituisce una naturale zona di afflusso delle acque pluviali provenienti dalle campagne circostanti e che in passato trovavano nelle voragini e nell'area depressa di Palude Cupa una via preferenziale per il deflusso nel sottosuolo. In tali aree, le acque pluviali erano recapitate da una rete idrografica poco gerarchizzata e normalmente costituita da solchi brevi e poco incisi.

3.2 Idrografia sotterranea

Sono presenti due falde idriche sotterranee distinte: una superficiale, contenuta nelle sabbie e sostenuta dalle argille, l'altra, più cospicua, denominata "profonda" è contenuta nelle masse calcaree-dolomitiche cretacee.

3.2.1 Falda superficiale

Questa falda idrica è contenuta nelle sabbie pleistoceniche, è presente nell'abitato di Leverano e a Nord e a Est del territorio comunale di Leverano, e si rinviene a pochi metri dal piano campagna (1,00 ÷ 5,00 metri).

I tratti idrogeologici principali di tale falda sono stati ricavati da un censimento di pozzi nei quali sono state effettuate delle misure freatrimetriche.

L'interpretazione dei valori freatrimetrici ottenuti, ha permesso di costruire le curve isofreatiche riportate in Fig. 1.

È possibile affermare che tale falda è da ritenersi continua, anche se modesta, con caratteri idrologici piuttosto semplici e costanti nelle linee generali.

L'andamento delle curve isofreatiche è sinuoso e tali curve in generale presentano una concavità rivolta verso Ovest e Sud-Ovest.

È possibile pertanto definire tale falda come una falda a filetti radiali convergenti, con linee di deflusso dirette verso sud-ovest.

Tale flusso non è uniforme e ciò è deducibile dalla diversa spaziatura delle isofreatiche.

Il gradiente idraulico varia in funzione delle variazioni di permeabilità dell'acquifero ed

è compreso tra il 4,5% ed il 9%.

Il livello della falda superficiale si attesta a circa 0,70 metri dal piano campagna attuale.

È da rilevare che tale livello è soggetto ad oscillazioni, a volte anche notevoli, legate alle variazioni del regime termopluviometrico.

3.2.2 Falda profonda

La falda profonda permea la formazione calcareo-dolomitica fessurata e carsificata del Cretaceo. E' un acquifero di tipo costiero, in quanto sostenuto dalle acque salate di intrusione continentale, ed ha come livello superiore una superficie disposta poco al di sopra dell'orizzonte marino. Tale falda circola a pelo libero se alla suddetta quota si rinvencono formazioni permeabili, o in pressione se formazioni impermeabili si spingono nel sottosuolo fino a profondità inferiori al livello marino.

In via teorica, le condizioni di galleggiamento della falda d'acqua dolce sulle acque salate possono essere determinate mediante la legge di **GHYBEN-HERZBERG** che permette di determinare lo spessore della lente di acqua dolce in funzione del carico piezometrico e della densità:

$$h = \frac{d_f}{d_m - d_f} t$$

dove:

d_m è la densità dell'acqua di mare (1,028),

d_f è la densità delle acque di falda (1,0028),

t è il carico piezometrico;

approssimativamente:

$$h \approx 40 t$$

La campagna di rilevamenti freaticometrici svolta, conferma sostanzialmente quanto indicato nella TAV. 6.2 del Piano Regionale di Tutela delle Acque (P.T.A.) della quale la Fig. 3 - ANDAMENTO DELLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA DELLA FALDA PROFONDA - costituisce parziale riproduzione.

Come si evince dalla stessa Fig. 3 nella zona in esame il carico piezometrico è pari a circa 1,70 metri slmm.

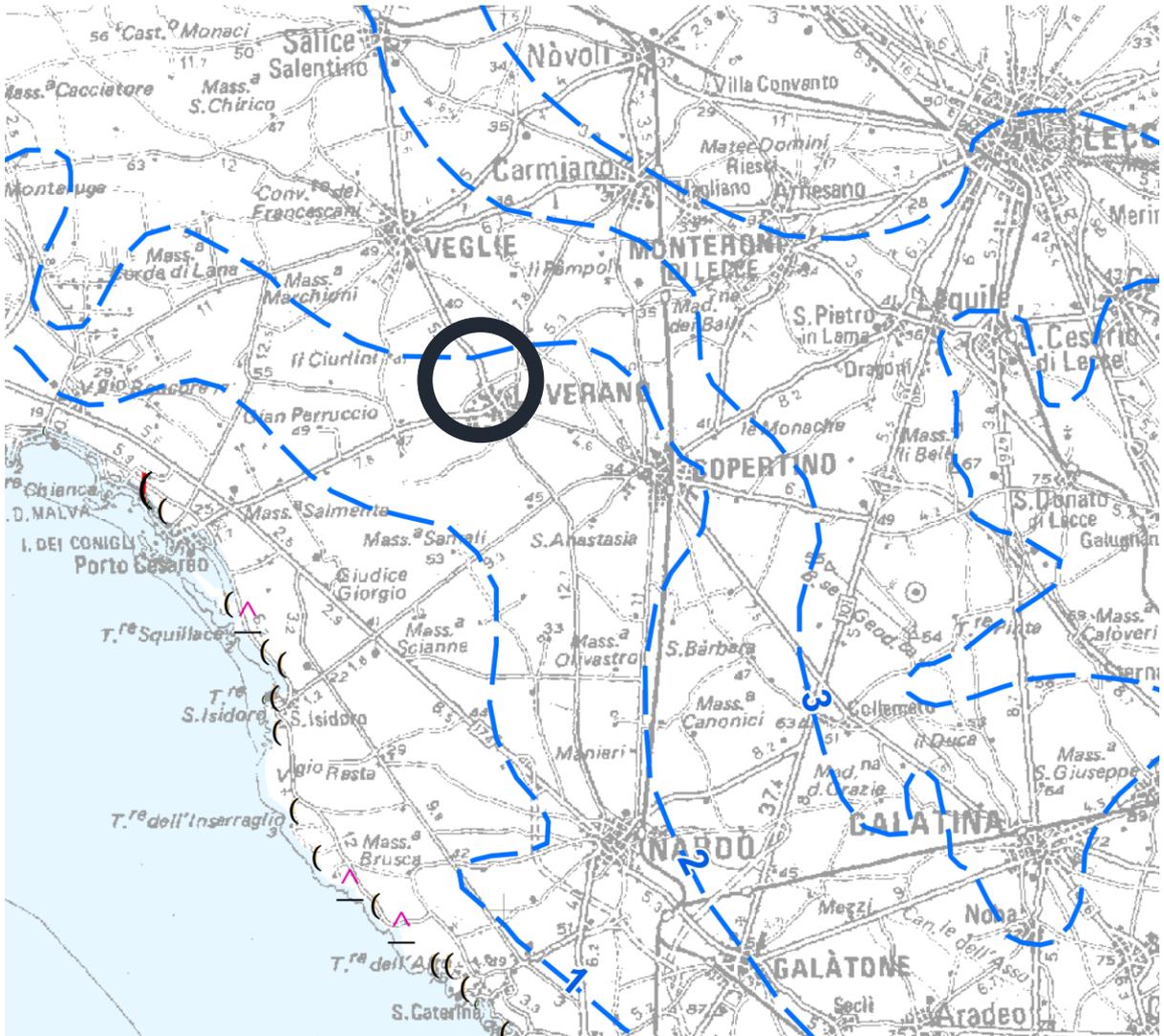


Fig. 3: Carta della Falda Profonda (Tav. 6.2 PTA Regione Puglia)

Legenda

— isopiezica (m s.l.m.)

EMERGENZE CENSITE DA S.I.M. DI BARI

* Portata < 10 l/s

* Portata > 10 l/s

EMERGENZE CENSITE DA INFRAROSSO TERMICO

△ Gruppo di efflussi a mare probabilmente coincidenti con sorgenti

△ Concentrazione di più efflussi di limitato contrasto termico

(Singolo efflusso a mare probabilmente coincidente con una sorgente

(Singolo efflusso a mare di limitate dimensioni e modesta anomalia termica

(Singolo efflusso a mare di rilevanti dimensioni ed elevata anomalia termica

4.0 INDAGINI DI RIFERIMENTO

4.1 Prove Penetrometriche Dinamiche

Con un penetrometro dinamico leggero Pagani furono eseguite n° 4 prove penetrometriche, ubicate come riportato in Allegato 1. Queste nell'insieme interessarono i terreni fino a quote comprese tra 6,80 metri e 7,70 metri dal p.c., solo la prova P4 fu interrotta alla profondità di poco inferiore ai 3,00 metri per il raggiungimento di un orizzonte con caratteristiche meccaniche tali da non poter essere superato con l'attrezzatura utilizzata.

Negli istogrammi $P_1 \div P_4$, vedi Allegato 1, il numero dei colpi N riportato sulle ascisse è espresso in funzione di H riportato sulle ordinate. Il valore N rappresenta i colpi necessari per infiggere nel terreno, per tratti di 10 cm, delle aste di ferro lunghe un metro e del peso di 2,4 Kg.

Alla loro base è inserita una punta a sezione conica dalle caratteristiche geometriche standardizzate ($A = 10 \text{ cmq}$, $\phi = 60^\circ$).

Sull'estremità superiore della batteria di aste poggia una piastra rigida su cui cade ripetutamente, da una altezza standardizzata di 20 cm, una massa battente $M = 30 \text{ Kg}$.

Il valore H , riportato sulle ordinate di ciascun istogramma, è la profondità di indagine suddivisa in tratti decimetrici.

L'esame dell'andamento dell'istogramma ottenuto, permette il riconoscimento e quindi la differenziazione dei terreni incoerenti da quelli coerenti. Questo è possibile per la loro diversa modalità di rottura. Dai valori di N , correlati con gli N_{SPT} della prova standard, si ottengono le indicazioni necessarie per definire le varie caratteristiche meccanico-fisiche del sottosuolo.

4.2 Indagine sismica

Nel lotto di riferimento (Fig. 1) fu eseguito un profilo sismico della lunghezza di **65,00 ml.**, come riportato nell'Allegato 2.

Il metodo sismico consiste nel provocare una perturbazione elastica nel terreno e nel misurarne i tempi di percorrenza dalla sorgente ad una serie di rilevatori (geofoni), posti lungo una linea retta a distanze crescenti dalla sorgente.

Attraverso l'interpretazione di tali dati, basata essenzialmente sulla legge di Snell (sismica a rifrazione con onde P), è possibile differenziare lungo la linea dei geofoni e in

verticale, i vari strati costituenti il terreno, definendone lo spessore e la velocità di propagazione delle onde elastiche.

È altresì possibile rilevare l'esistenza di zone anomale nel terreno, legate a variazioni litologiche o alterazioni.

Come generatore d'onde sismiche è stata usata una mazza del peso di 6,0 kg. Il segnale di trigger è dato da un interruttore collocato sul manico della mazza.

Con la metodologia illustrata in precedenza, si misura la velocità di propagazione delle onde di tipo "P".

Con le tecniche note in letteratura come M.a.s.w. (Multy array surface waves – attiva) è possibile ricavare monodimensionalmente, la velocità di propagazione delle onde di tipo "S", necessarie per una definizione più precisa delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso indagato e per la classificazione del suolo di fondazione ai sensi della normativa sismica.

Dalle registrazioni effettuate si ricava, tramite le trasformazioni " τp ", la curva di dispersione e dall'inversione di quest'ultima, il profilo V_s monodimensionale.

Attraverso l'interpretazione dei sismogrammi ottenuti, è possibile definire l'andamento della velocità delle onde S sino a notevole profondità, e calcolare la velocità delle onde S mediata dal piano di esecuzione della prova sino alla profondità del substrato (V_{Seq}) o di 30,00 metri (V_{S30}).

Geometria dello stendimento

Per il profilo sismico a rifrazione e masw fu stata utilizzata un'interdistanza geofonica pari a 5,00 metri, con un numero di punti di battuta pari a 3 + 1.

Hardware

Le onde rilevate dai geofoni sono state registrate per mezzo di un sismografo a 12 canali Geode della Geometrics. Le principali specifiche tecniche sono di seguito riportate:

Sismografo Geode Geometrics

- n. canali:	12/24
- Conversione A/D:	24 bit
- Range dinamico:	144 dB
- Distorsione:	0.0005 a 2 ms
- Banda passante:	1.75 Hz – 20 KHz
- Accuratezza dello stacking:	1/32 dell'intervallo di campionamento
- Formato dati output:	SEG2

Geofoni

4,5 Hz

Cavo sismico

110,00 metri + 2 code da 10,00 metri

12 attacchi interdistanza 10,00 metri

Software

Il sismografo è gestito tramite il software Seismodule Controller installato su PC portatile sul cui HD sono memorizzati i dati.

L'interpretazione dei dati è stata eseguita con i moduli Pickwin e WaveEq del software Seisimager della OYO.

5.0 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DELL'AREA

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

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

5.1 Pericolosità sismica di base

Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione, viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. Il primo passo consiste nella determinazione di a_g (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido). Tali valori sono forniti dall'Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (INGV) in base agli studi del Gruppo di Lavoro MPS (2004), che ha provveduto alla redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003 riportata nel Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici) – Figg. 4 e 5.

Fig. 4



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale - 84^{mo} percentile

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

espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

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

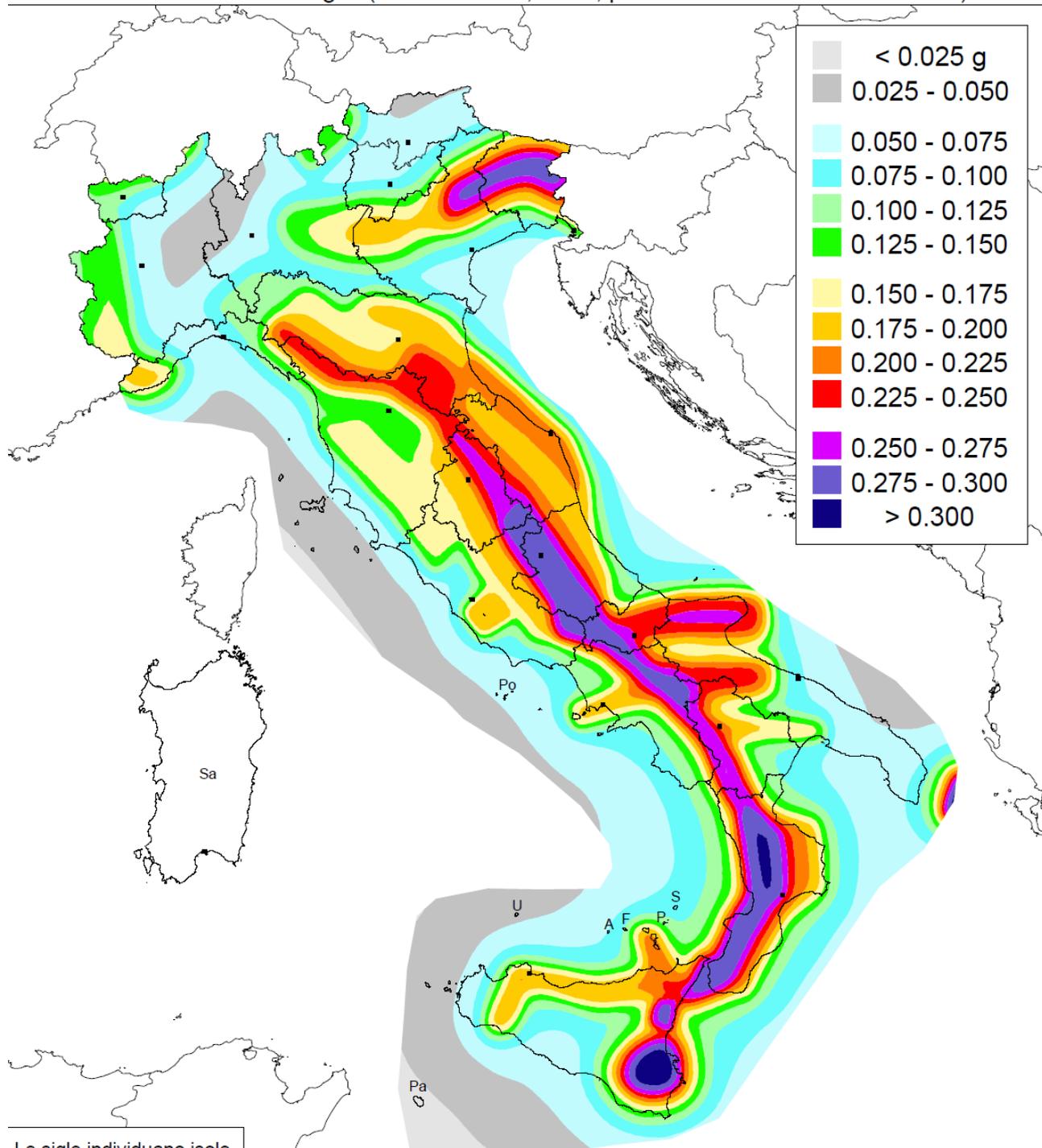
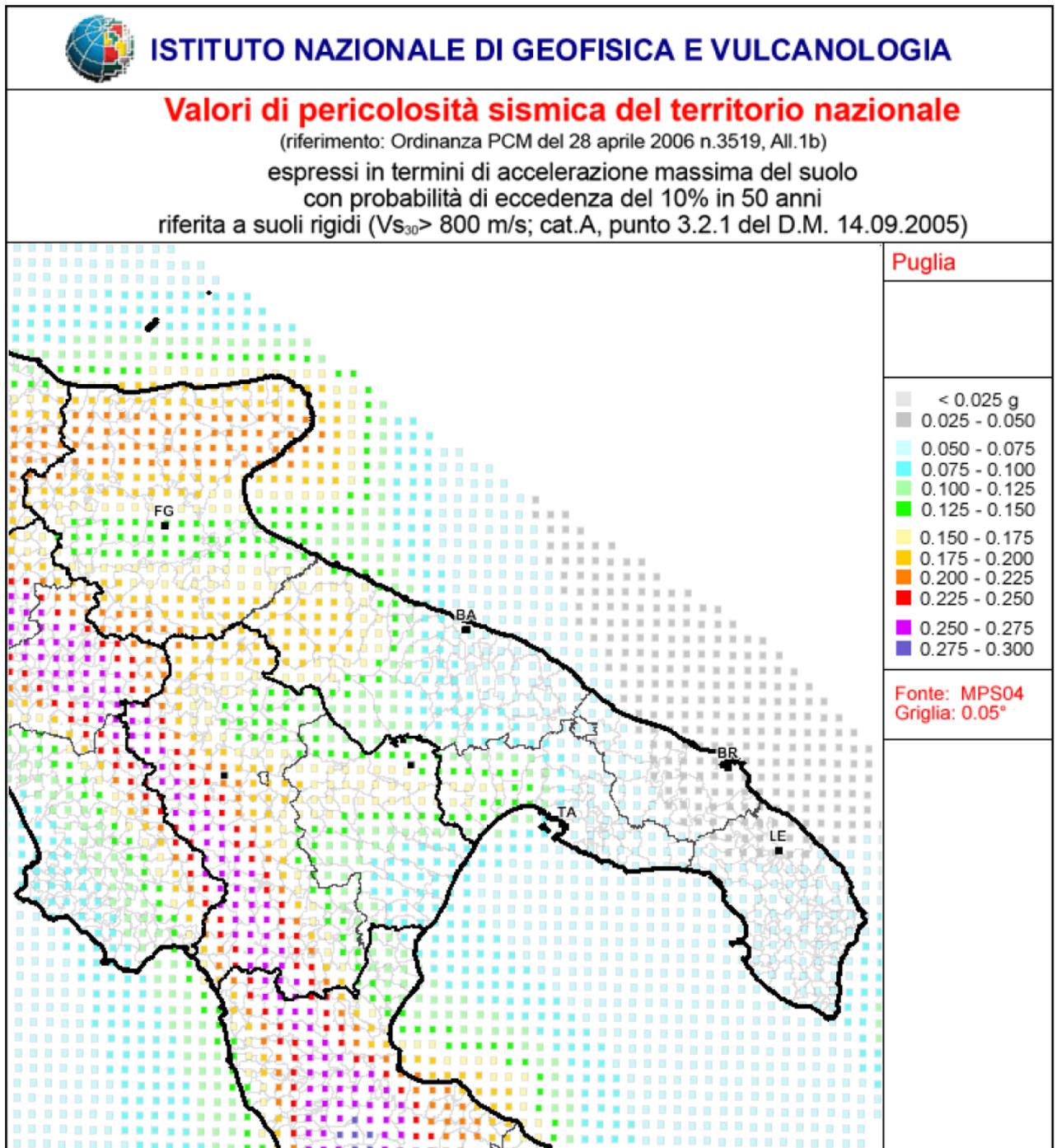


Fig. 5



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

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

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

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

- *a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;*
- *F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;*
- *T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.*

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

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

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

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

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

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

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

CATEGORIA TOPOGRAFICA

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

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tali categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30,00 metri.

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

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

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

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

semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al paragrafo 6.2.2.

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

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

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

h_i *spessore dell'i-esimo strato;*

$V_{S,i}$ *velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;*

N *numero di strati;*

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

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

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

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al paragrafo 3.2.3 delle norme. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

L'indagine geofisica di riferimento indica per l'area in esame una **Categoria di Suolo "C"** - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

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

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



WGS84: Lat 40.298062 – Lng 17.994761 ED50: Lat 40.299046 – Lng 17.995541

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

17,99554

LATITUDINE

40,29905

Ricerca per comune

REGIONE

Puglia

PROVINCIA

Lecce

COMUNE

Leverano

Elaborazioni grafiche

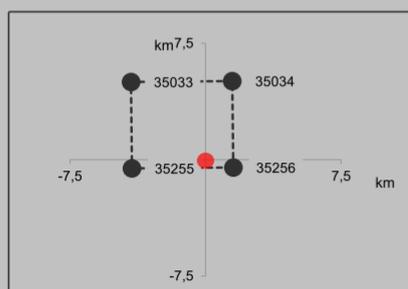
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

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

Interpolazione

media ponderata



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

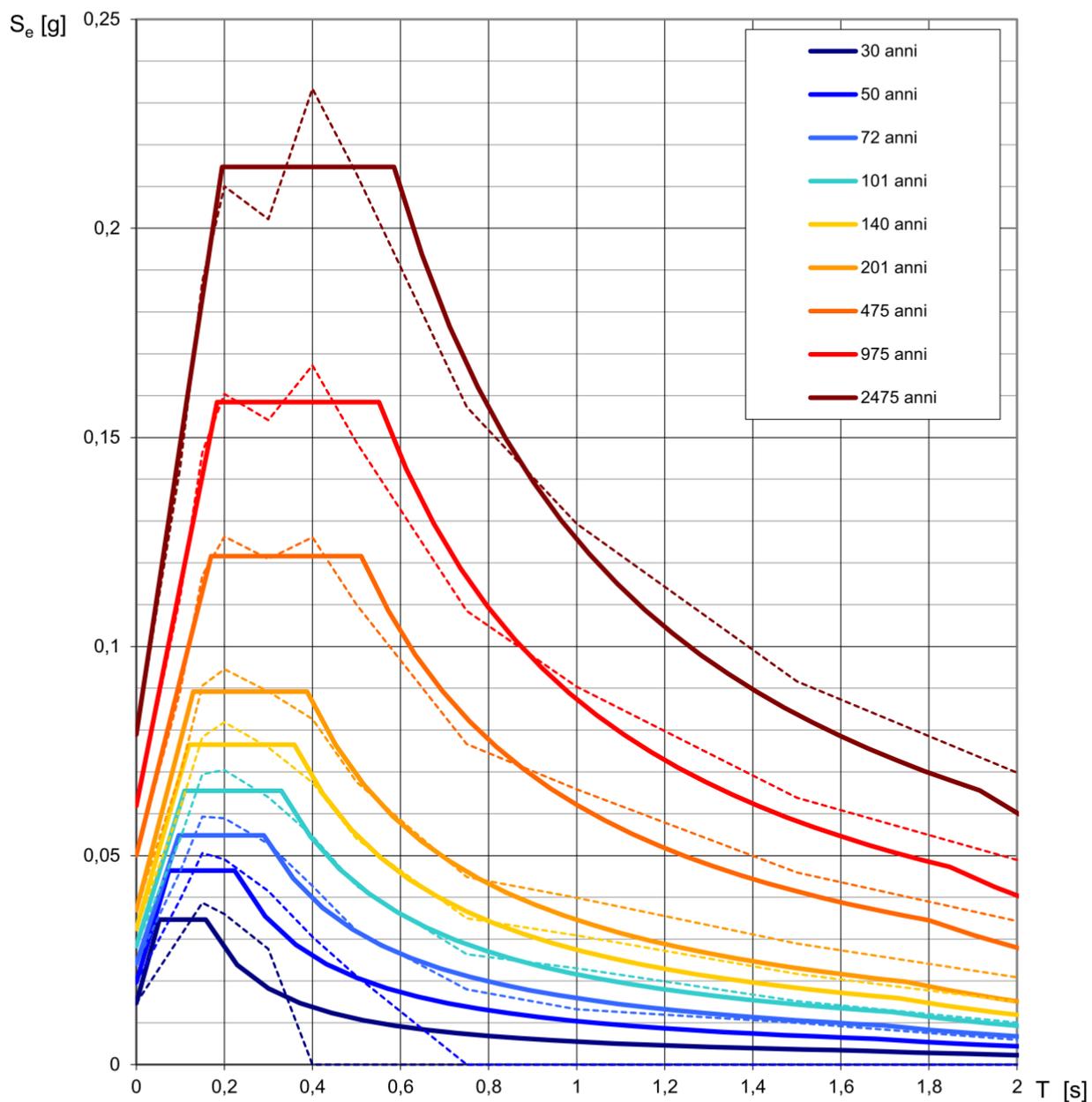
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

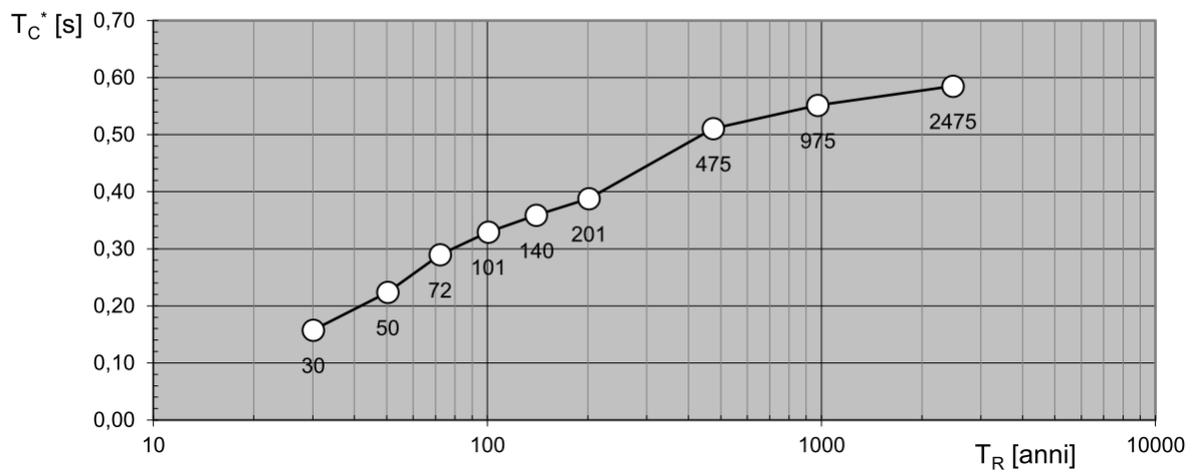
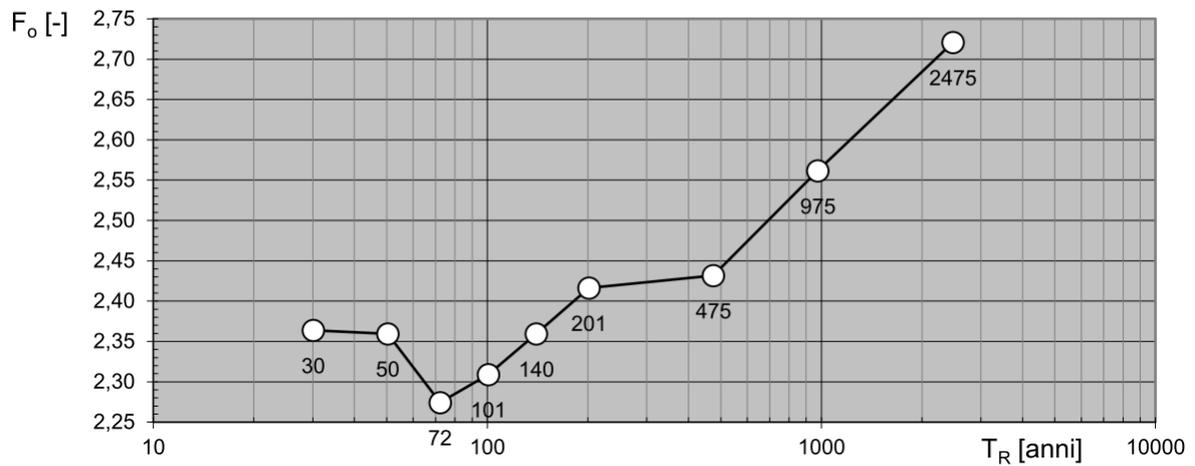
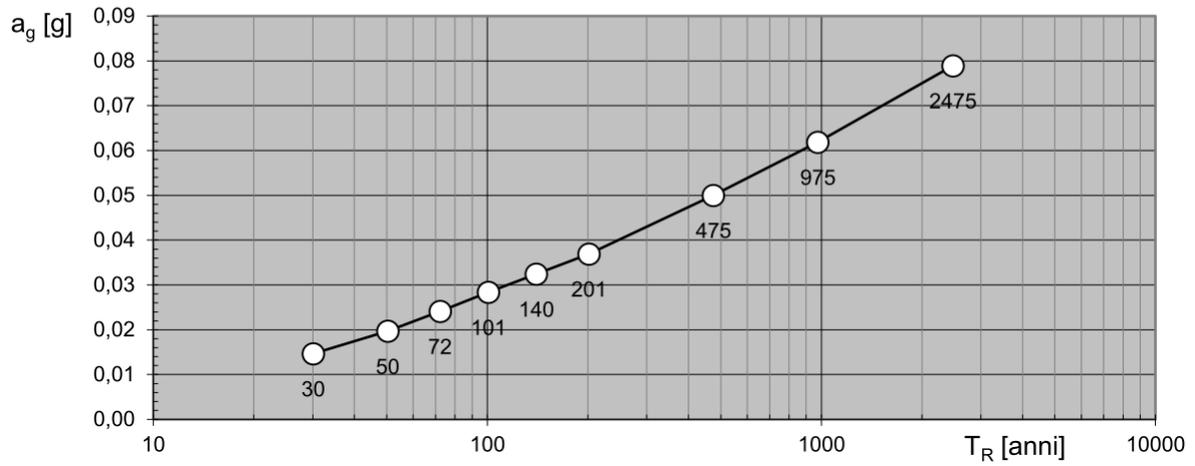
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

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

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



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

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,015	2,364	0,158
50	0,020	2,359	0,224
72	0,024	2,274	0,289
101	0,028	2,309	0,330
140	0,032	2,359	0,359
201	0,037	2,416	0,388
475	0,050	2,432	0,511
975	0,062	2,561	0,551
2475	0,079	2,721	0,585

5.2 Pericolosità geomorfologica ed idraulica

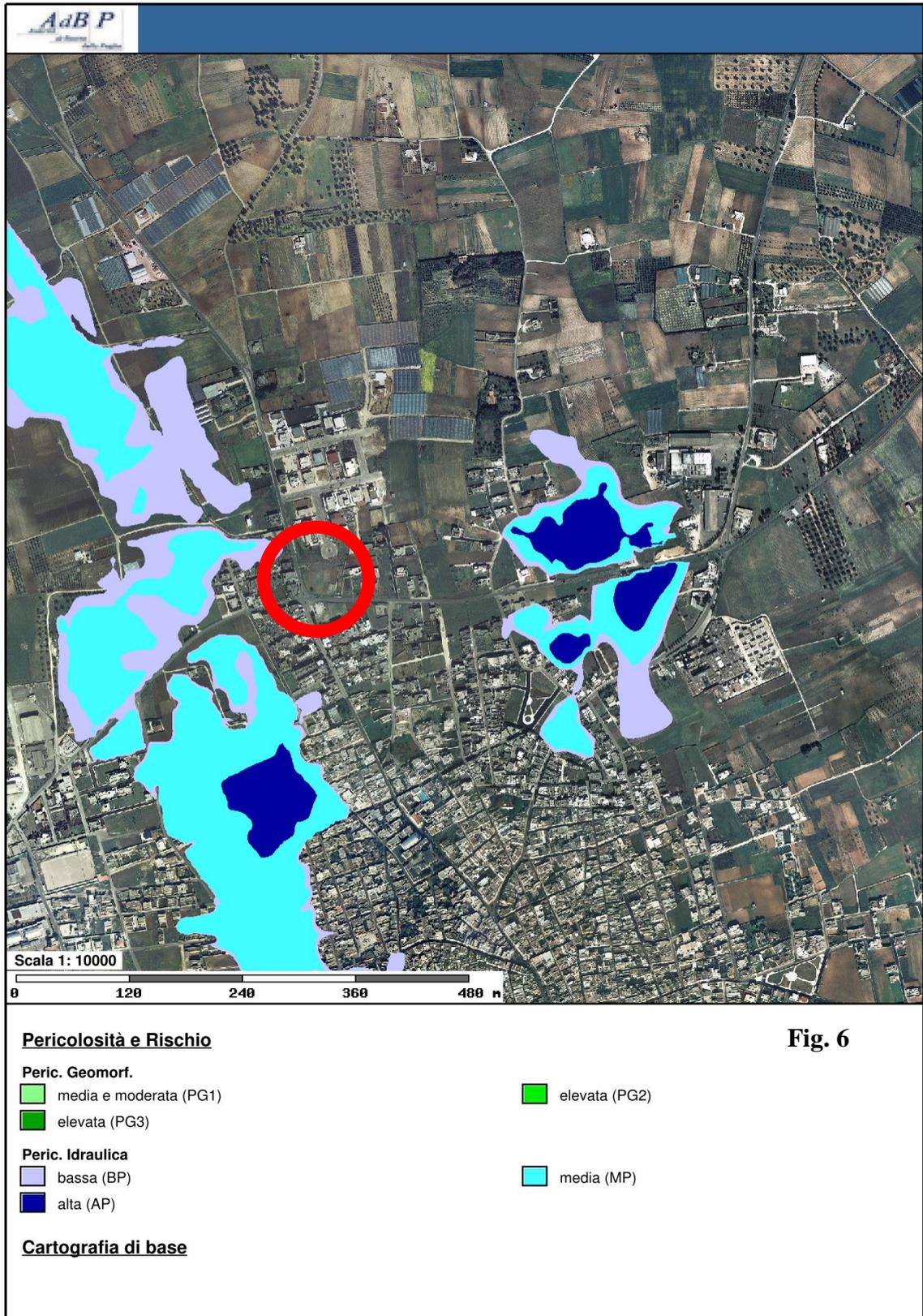
Il Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della REGIONE PUGLIA (P.A.I.) individua nel territorio regionale le seguenti aree:

Aree a pericolosità geomorfologica:

- *PG3 aree a pericolosità da frana molto elevata*
- *PG2 aree a pericolosità da frana elevata*
- *PG1 aree a pericolosità da frana media e moderata*

Aree a pericolosità idraulica:

- *AP aree ad alta probabilità di inondazione*
- *MP aree a moderata probabilità di inondazione*
- *BP aree a bassa probabilità di inondazione*



L'area d'intervento non ricade in alcuna delle perimetrazione sopra distinte (Fig. 6 dal sito dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia.

6.0 MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO E STIMA DEI PARAMETRI MECCANICI

Si rappresenta che, ai sensi del paragrafo C.6.2.1 del *DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI del 17 Gennaio 2018*, i caratteri geologici della zona interessata sono stati ricostruiti in base a dati provenienti dalla letteratura tecnico-scientifica e da indagini precedentemente svolte sullo stesso litotipo in aree limitrofe per precedenti lavori, ed inoltre, il sottoscritto si è recato sul sito di intervento ricostruendo i litotipi di superficie e valutando, *assumendosene piena responsabilità*, la compatibilità delle indagini prese a riferimento con i caratteri geologici del sito in esame.

In merito alla caratterizzazione geotecnica ed alle indagini geotecniche, si rappresenta che è responsabilità e compito del progettista quella di definire la modellazione geotecnica del volume significativo di terreno, che ai sensi del paragrafo 6.2.2 del D.M. 17.01.2018 può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, fermo restando la piena responsabilità del progettista circa le ipotesi e le scelte progettuali.

Pertanto, *i parametri meccanici dei terreni* di riferimento sono inseriti nella relazione geologica come riferimento per il progettista che per suo conto potrà stabilire, sotto la propria responsabilità, se ritenerli idonei oppure predisporre ulteriori indagini integrative.

In definitiva, integrando i dati derivanti da tutte le indagini di riferimento è possibile stabilire schematicamente il *modello geologico del sottosuolo e la stima dei parametri meccanici*:

STRATO 1

da 0,00 a 0,60 ÷ 0,90 metri dal p.c.

Litotipo: Terreno vegetale

- γ (peso di volume): $1,4 \div 1,6 \text{ t/m}^3$

STRATO 2

da 0,60 ÷ 0,90 a 2,00 ÷ 3,40 metri dal p.c.

Litotipo: Sabbie calcaree a grana fine, debolmente limose

- γ (peso di volume): $1,6 \div 1,7 \text{ t/m}^3$

- N_{10} medio = ~7 da cui $N_{SPT} = 7$ colpi/30 cm da cui si ricava:

D_r (densità relativa): 40% (Schultze e Menzenbach sabbia mediamente sciolta)

ϕ_p medio: 27,5° (Meyerhof limo >5%)

$c = 0$

E (modulo di def.) = 59 kg/cm² (Schmertmann)

2BN_{SPT} (kg/cm²) con B = 4 sabbia fine (vedi tabella)

B	Litologia
2	argilla limosa o sabbiosa
3	limo sabbioso
4	sabbia fine
5	sabbia medio fine
8	sabbia medio grossolana
10	sabbia grossolana
8-18	sabbia ghiaiosa
12-18	ghiaia sabbiosa

STRATO 3

da 2,00÷3,40 a 3,10÷ 4,10 metri dal p.c.

Litotipo: Sabbie calcaree a grana fine, debolmente limose con noduli

- γ (peso di volume): 1,6 ÷ 1,7 t/m³

- N_{10} medio= ~20 da cui $N_{SPT} = 20$ colpi/30 cm da cui si ricava:

D_r (densità relativa): 70% (Schultze e Menzenbach sabbia compatta)

ϕ_p medio: 32° (Meyerhof limo >5%)

$c = 0$

E (modulo di def.) = 324 kg/cm² (Schmertmann)
 $2BN_{SPT}$ (kg/cm²) con $B = 8$

STRATO 4

da 3,10÷4,10 a 5,60÷6,10 metri dal p.c. :

Litotipo: Limo sabbioso argilloso

- N_{10} medio= ~ 10 da cui $N_{SPT} = 10$ colpi/30 cm da cui si ricava:

c_u medio: 0.65 kg/cm² (Terzaghi-Peck)

$c_{ur} = c_u (1 - 1.645CV) = 0.37$ kg/cm²

$\phi = 0$

E (modulo edometrico) = 5 N_{SPT} (kg/cm²) = 48 kg/cm² (Stroud-Butler)

Per le condizioni drenate, si possono assumere i seguenti parametri, derivanti da prove di laboratorio effettuate sugli stessi terreni in aree limitrofe

- $c' = 0,04$ kg/c m²

- $\phi' = 24^\circ$

STRATO 5

da 5,60÷6,10 e sino alla profondità d'interesse geotecnico:

Litotipo: Argilla limo sabbiosa

- N_{10} medio = ~16 da cui $N_{SPT} = 16$ colpi/30 cm da cui si ricava:

$$\begin{aligned}c_u \text{ medio:} & & 1.07 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Terzaghi-Peck)} \\c_{ur} = c_u (1-1.645CV) & = & 0.58 \text{ kg/cm}^2 \\ \phi = 0 & & \\ E \text{ (modulo edometrico)} = 5N_{SPT} \text{ (kg/cm}^2) & = & 80 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Stroud-Butler)}\end{aligned}$$

Per le condizioni drenate, si possono assumere i seguenti parametri, derivanti da prove di laboratorio effettuate sugli stessi terreni in aree limitrofe

$$- c' = 0,05 \text{ kg/cm}^2$$

$$- \phi' = 24^\circ$$

È stata riscontrata la presenza di una falda superficiale con livello attestato a circa 0,70 metri dal piano campagna.

È da rilevare che tale livello è soggetto ad oscillazioni, a volte anche notevoli, legate alle variazioni del regime termopluviometrico.

ALLEGATO 1

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE, LEGGERE, CONTINUE



Ubicazione prove penetrometriche dinamiche e sondaggi



Prova P1



Prova P2

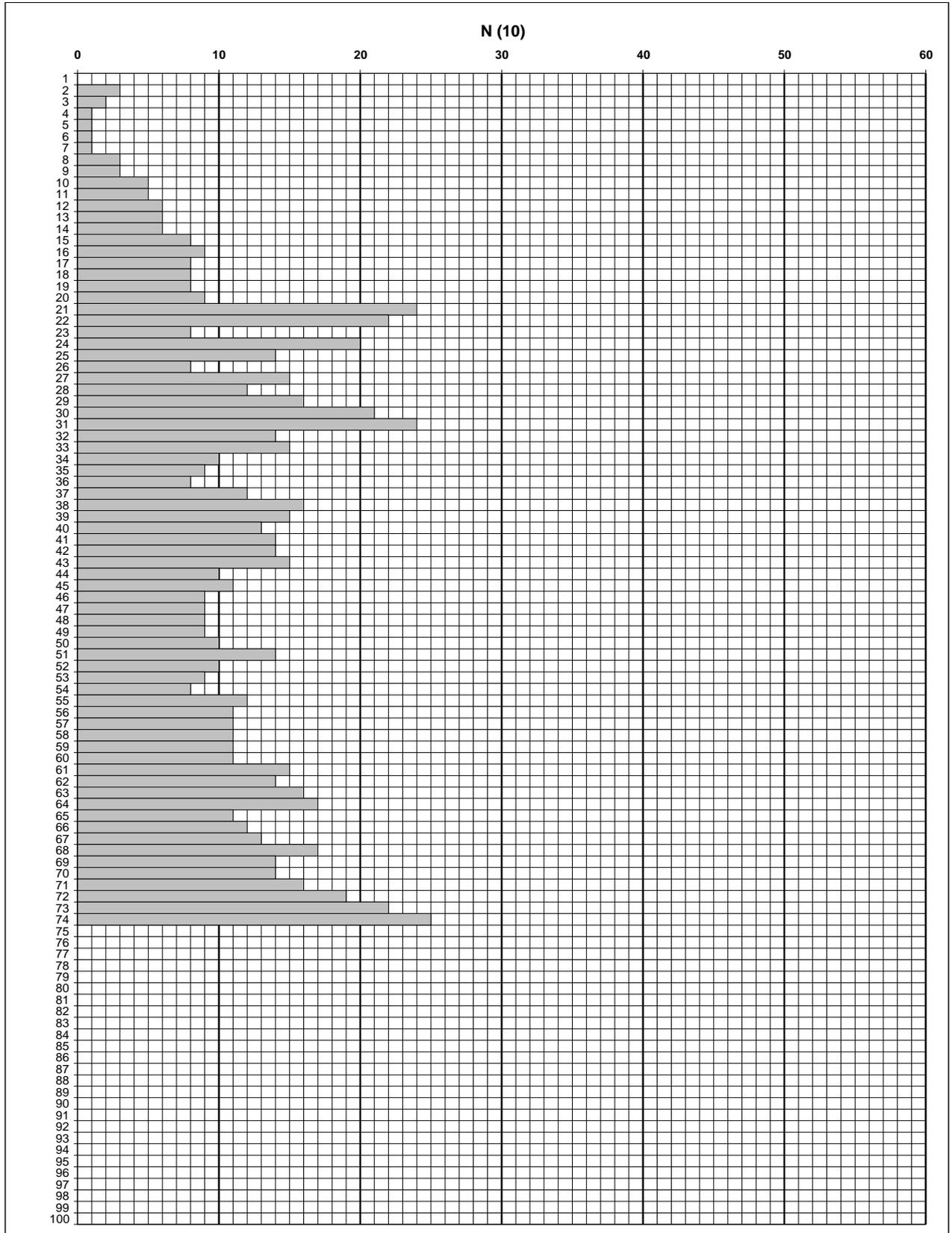


Prova P3

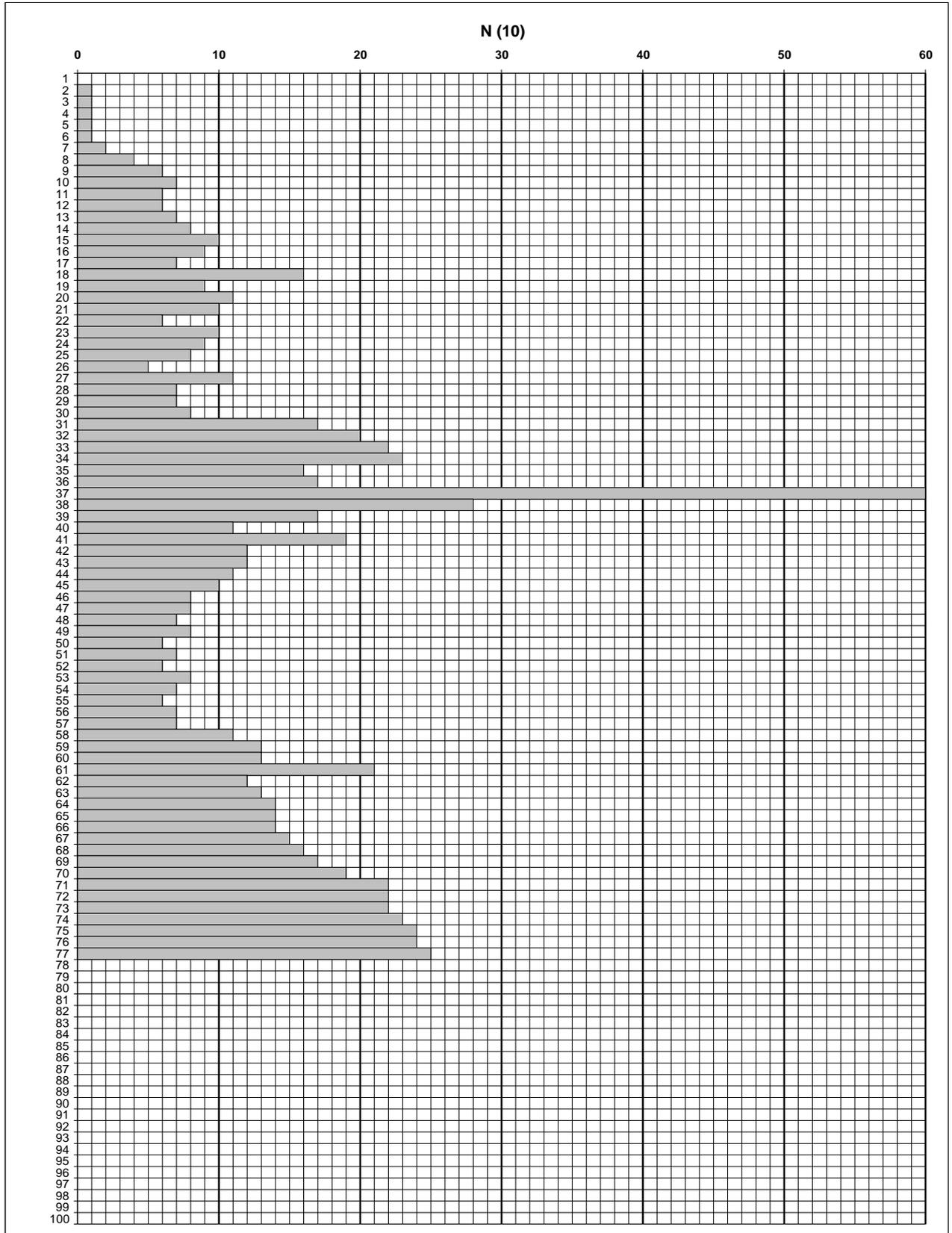


Prova P4

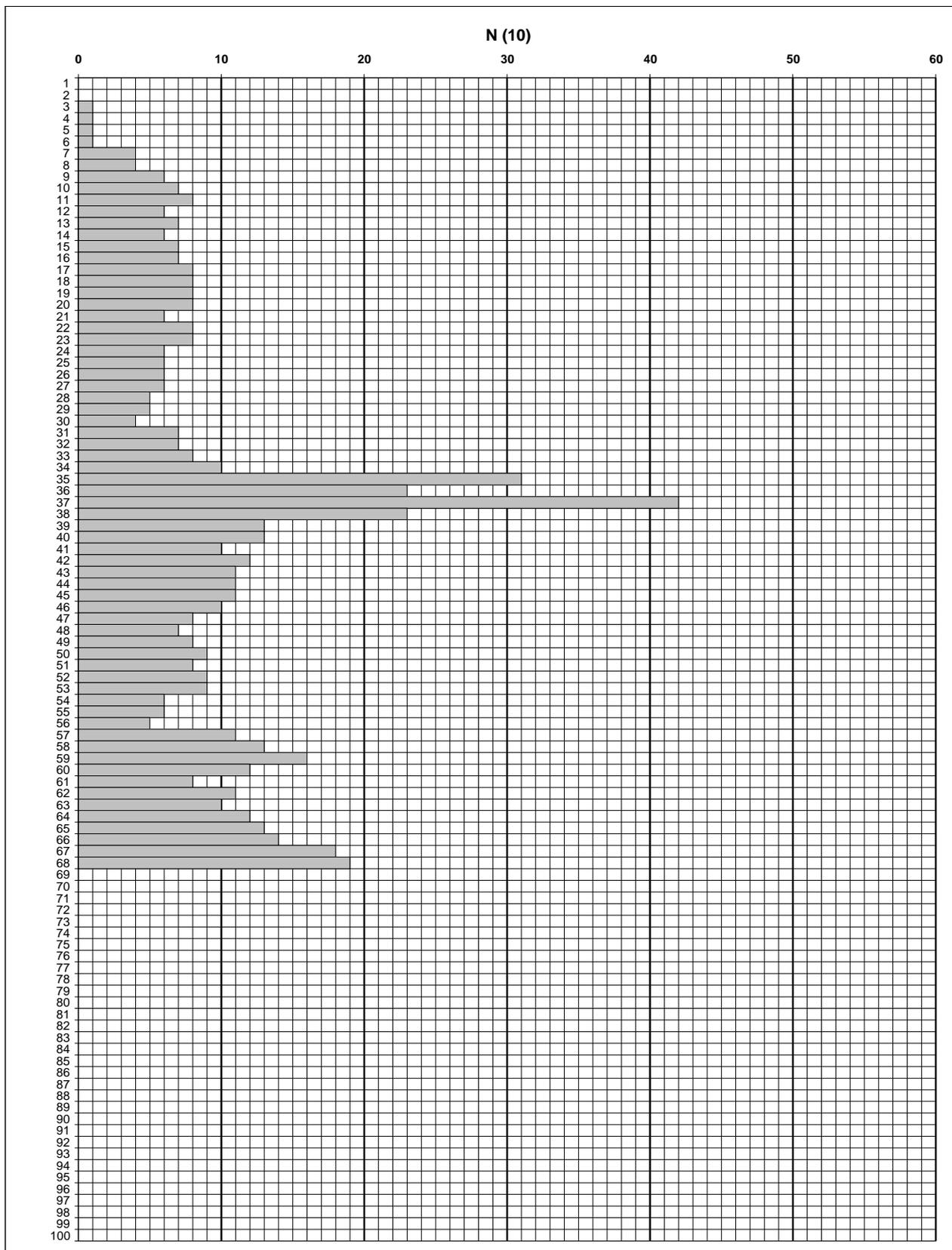
P_1



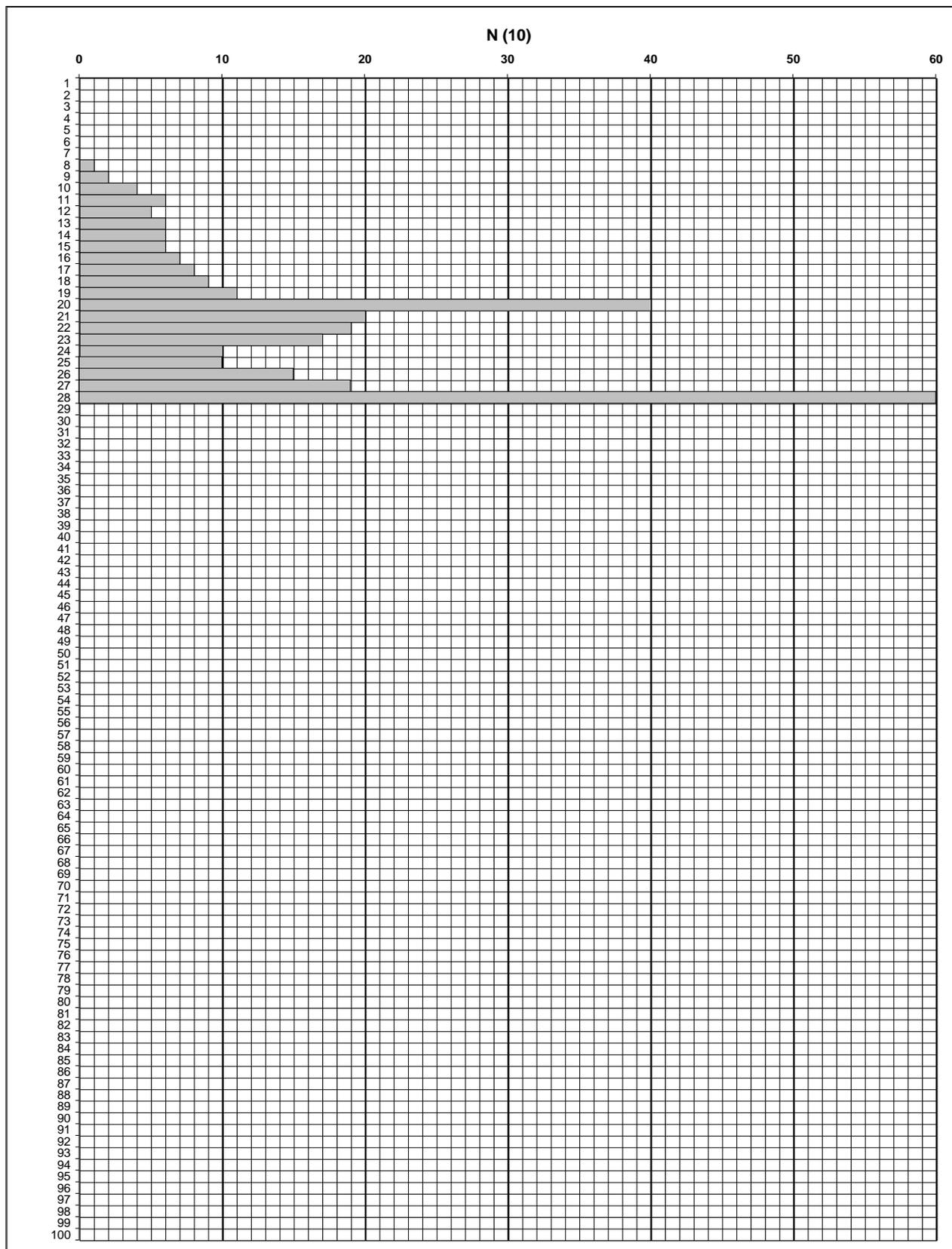
P₂



P₃



P₄



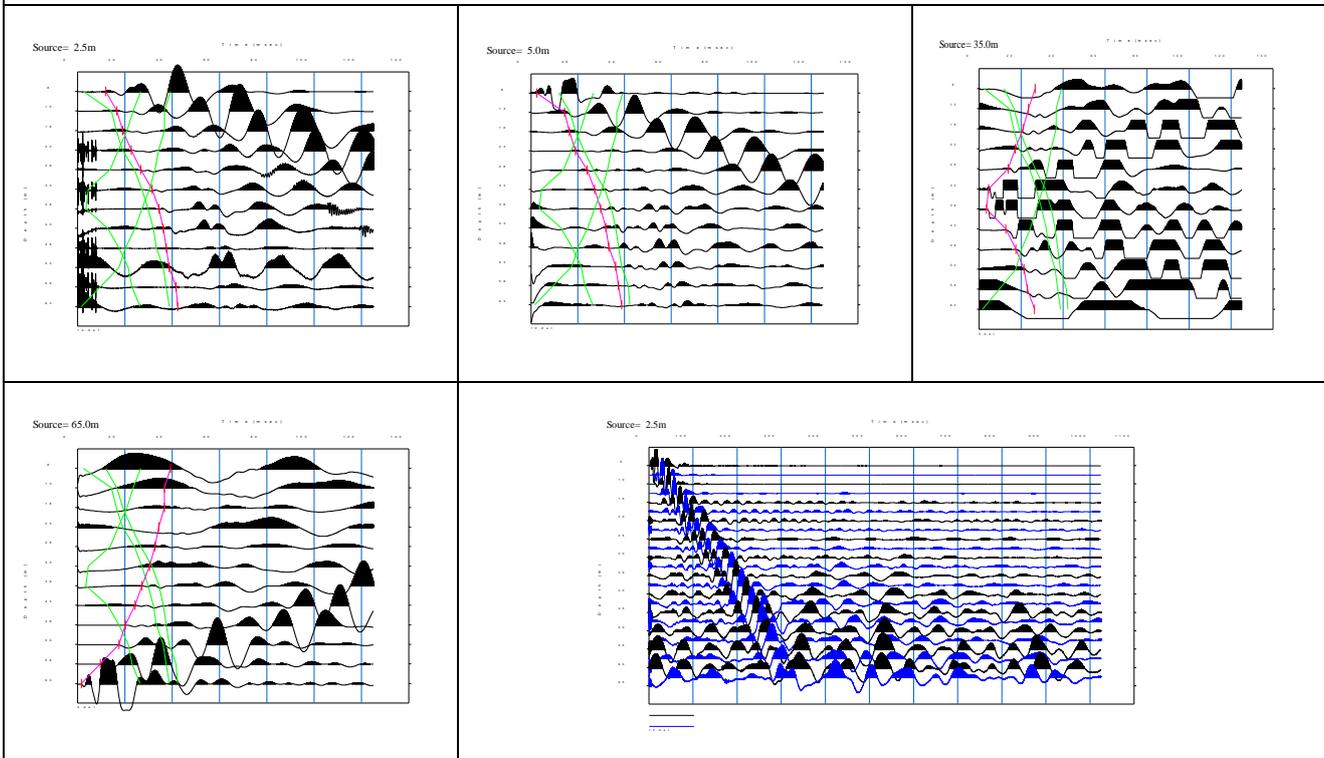
ALLEGATO 2

INDAGINE SISMICA A RIRAZIONE E MASW

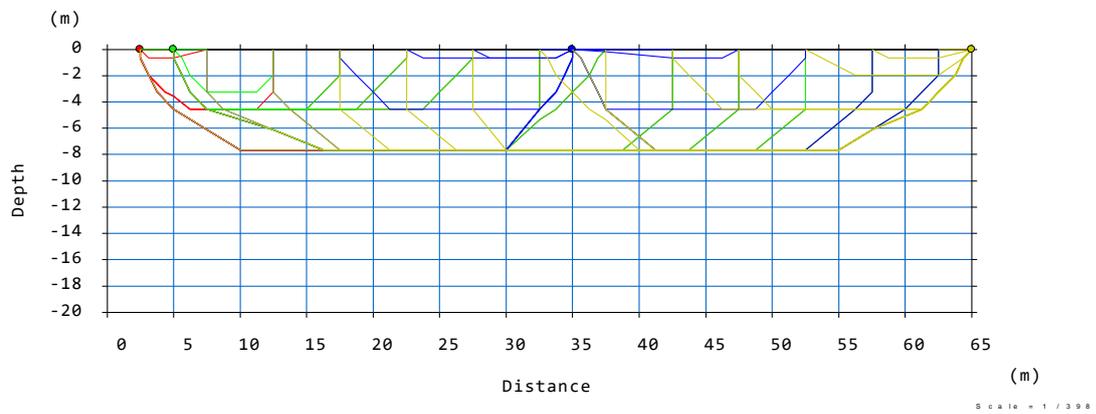
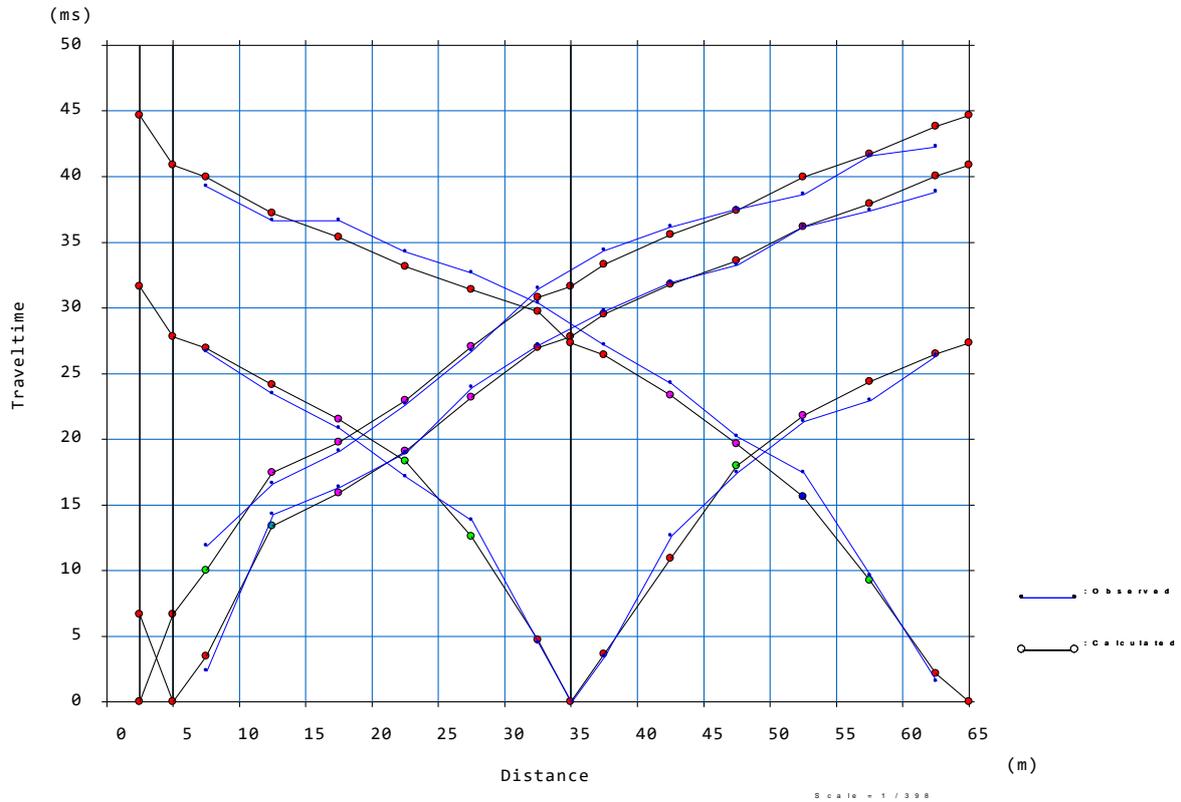
PROFILO SISMICO

Lunghezza: 65,00 metri Interdistanza Geofonica: 5,00 metri n° Punti di battuta: 3 +1

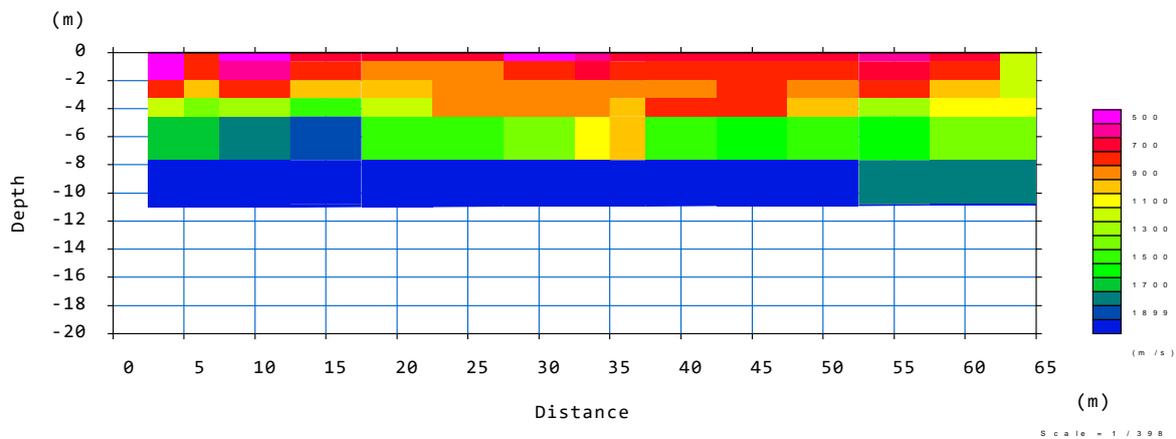
Registrazioni - RIFRAZIONE



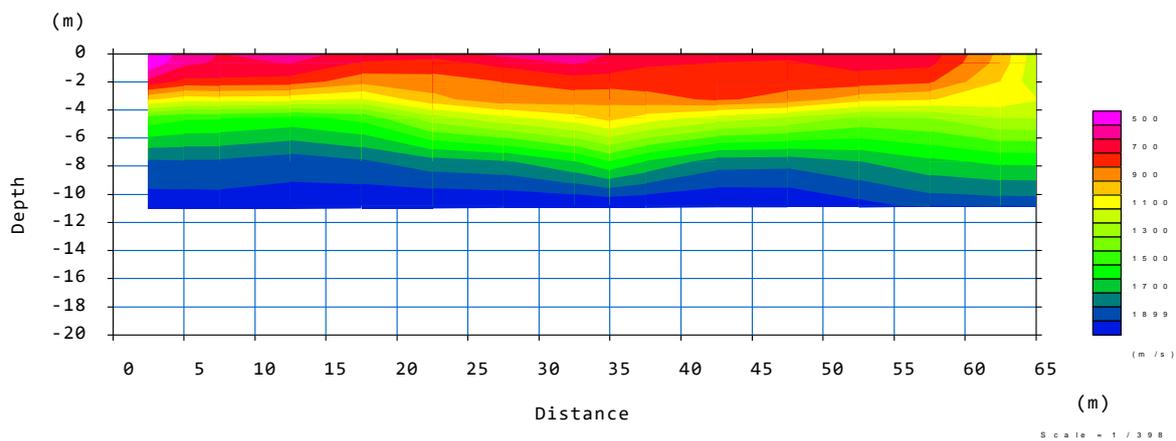
Dromocrone, raggi



Sezione tomografica Vp – celle di velocità



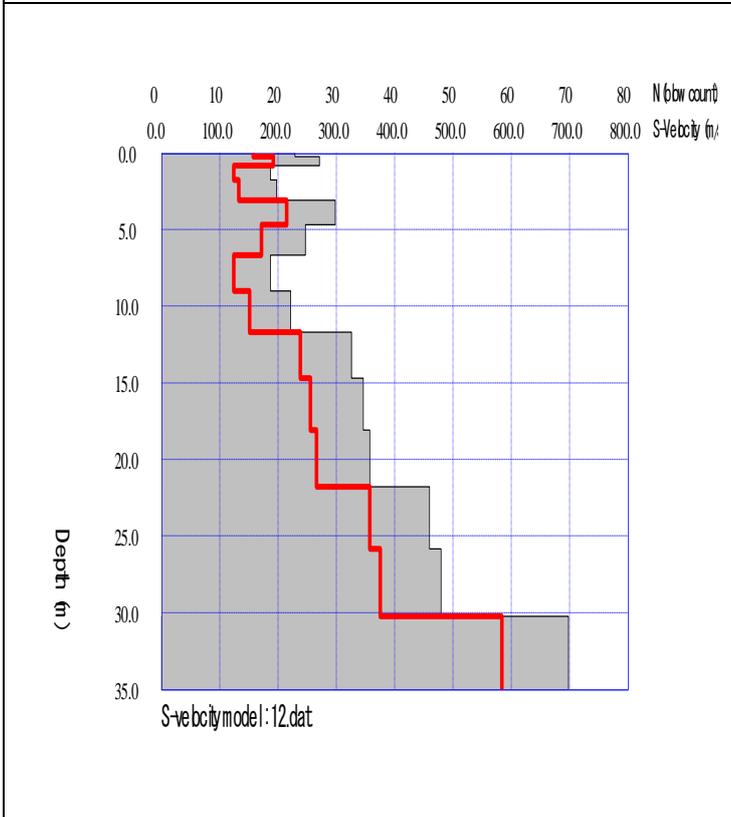
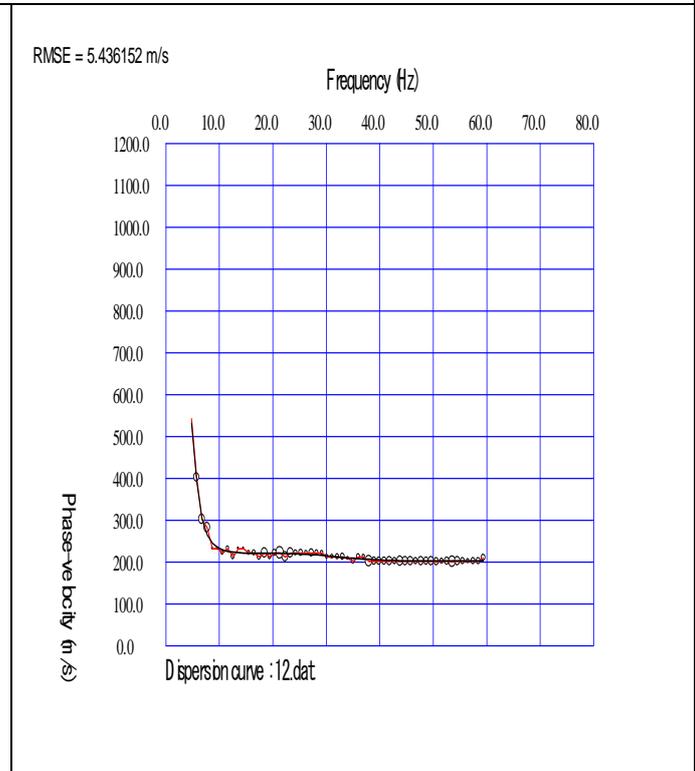
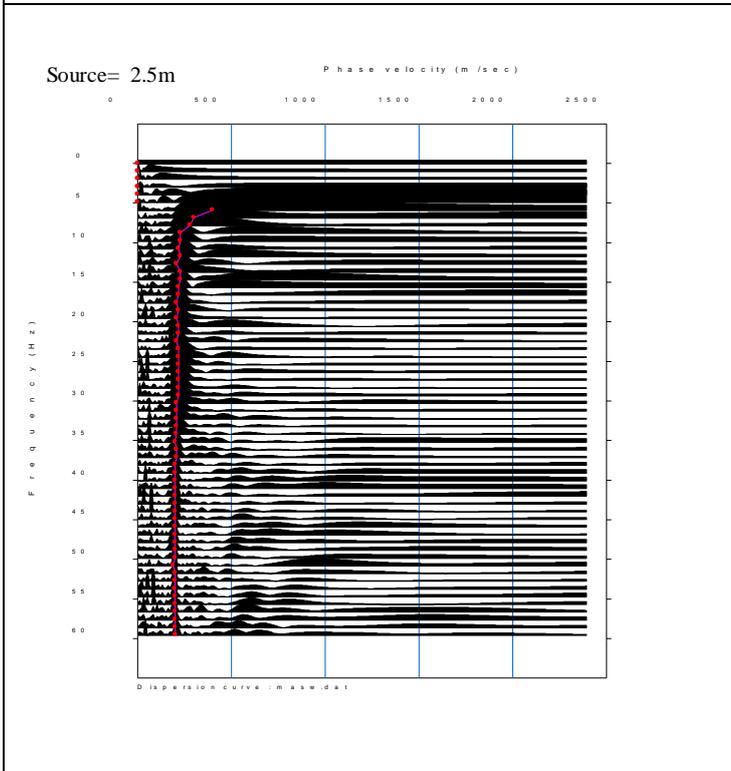
Sezione tomografica Vp - smoothing



MASW

Lunghezza: 39,00 metri Interdistanza Geofonica: 3,00 metri Offset punto di battuta: 4,5 metri

Indagine masw: grafico p-f, curva di dispersione, modello Vs



Depth	S-velocity(m/s)			Nspt
0.0	229	0.00109		16
0.3	271	0.002197		19
0.8	187	0.005028		12
1.8	198	0.006503		13
3.1	299	0.005472		22
4.7	247	0.00802		17
6.7	187	0.012426		12
9.0	222	0.012054		15
11.7	326	0.009254		24
14.7	346	0.009717		26
18.1	358	0.010373		27
21.8	460	0.008813		36
25.8	480	0.009176		38
30.3	698	300	m/s cat C	58
55.0	698			58

Profondità bedrock: > 30,00 metri - $V_{S30} = 300$ m/s

Categoria sismica: "C" - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

ALLEGATO 3

**STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI ESEGUITI NELLE
IMMEDIATE VICINANZE DEL SITO D'INTERVENTO**

SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO ø 101 mm

Committente:

Cantiere: zona artigianale - Leverano (LE)

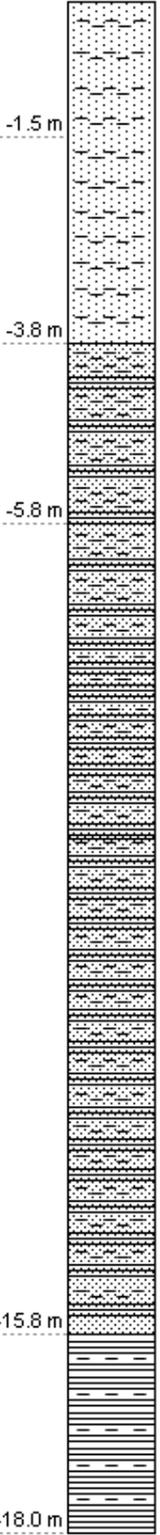
Successione litologica	Descrizione	Campioni	SPT	γ' t/m ³	ϕ
	<p>p. campagna ∇</p> <p>Sabbia calcarea limosa di colore nocciola brunastro includente alla base irregolari noduli calcarenitici e regolari noduli globulari di dimensioni centimetriche bauxitici</p>			1,8	
	<p>Sabbia calcarea limosa di colore arancio scuro includente regolari noduli globulari di dimensioni centimetriche bauxitici</p>				
	<p>Limo argillo-sabbioso di colore nocciola-verdastro con fiammate grigie includente noduli calcarei millimetrici e grumi polverulenti bianchi</p>		5,0-5,45 m (10+16+22)		
	<p>Limo argillo-sabbioso di colore nocciola-verdastro con fiammate grigie includente grumi pulverulenti e rari noduli calcarei</p>				
	<p>Argilla limo-sabbiosa nocciola-verdastra compatta</p>				
	<p>Argilla limo-sabbiosa grigio-verdastra compatta</p>		10,0-10,45 m (6+12+16)		
	<p>Argilla limo-sabbiosa verdona-grigiastra plastica</p>			2,0	
	<p>Argilla limosa plastica di colore verde scuro</p>				
Quota s.l.m.m.	Livello statico	20/05/2005			

SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO ø 101 mm

Committente:

Cantiere: zona artigianale - Leverano (LE)

Successione litologica	Descrizione	Campioni	SPT	γ t/m ³	ϕ
<p>S₂</p> <p>0.0 m</p> <p>-1.0 m</p> <p>-3.5 m</p> <p>-5.5 m</p>	<p>p. campagna ∇</p> <p>Sabbia calcarea limosa di colore nocciola brunastro includente irregolari concrezioni più cementate</p> <p>Sabbia calcarea limosa di colore arancio scuro includente regolari noduli globulari di dimensioni centimetriche bauxitici</p> <p>Limo argillo-sabbioso di colore nocciola-verdastro con fiammate grigie includente noduli calcarei millimetrici e grumi polverulenti bianchi</p>		<p>2,50-2,95 m (9+11+15)</p>		
Quota s.l.m.m.	Livello statico	20/05/2005			

SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO ø 101 mm					
		Committente: dott. Quarta Francesco			
		Cantiere: SALENTOSSIGENO - zona artigianale - LEVERANO (LE)			
Successione litologica	Descrizione	Campioni	SPT	γ' t/m ³	ϕ
<p>0.0 m S₃</p>  <p>-1.5 m</p> <p>-3.8 m</p> <p>-5.8 m</p> <p>15.8 m</p> <p>18.0 m</p>	<p>p. campagna ∇</p> <p>Sabbia calcarea limosa di colore brunastro includente regolari noduli globulari di dimensioni centimetriche bauxitici</p> <p>Sabbia calcarea limosa di colore arancio scuro includente regolari noduli globulari di dimensioni centimetriche bauxitici</p> <p>Limo argillo-sabbioso di colore nocciola-verdastro con fiammate grigie includente noduli calcarei millimetrici e grumi polverulenti bianchi</p> <p>Argilla limo-sabbiosa grigio-verdastro compatta</p> <p>Argilla limosa plastica di colore grigio-verde</p>				
Quota s.l.m.m.	Livello statico			15/10/2005	