



Fondo di Sviluppo e Coesione 2007-2013

Accordo di Programma Quadro "BAR1 - Piano
di sviluppo e coesione della Città di Potenza" I
Atto integrativo Delibera CIPE 88/2012

LA NUOVA STAZIONE

Progetto preliminare

☒ Progetto definitivo

☒ Progetto esecutivo

Elaborato

N. 2

Titolo

Relazione geologica

Scala

Data

ottobre 2015

Responsabile Unico del Procedimento
ing. Stefano Viggiano

Progettisti:

arch. Giancarlo Grano
arch. Valeria D'Urso
geom. Angelo De Carlo

Assistenza al RUP
ing. Donatella Zotta

Prestazioni Specialistiche

Strutture: ing. Domenico Di Lorenzo
Illuminotecnica: ing. Giuseppe Giacomino
Rilievi e computi: geom. Giuseppe Iacovera
Geologia: geol. Vita Locantore
Geologia: geol. Vito Sarli



COMUNE DI POTENZA

Provincia di Potenza

**Oggetto: Relazione geologica per l'intervento F.S.C. 2007-2013 –
BAR1-07 DENOMINATO “LA NUOVA STAZIONE
CENTRALE” (CUP B39D11000240006)**

**Ubicazione: Via G. Marconi
Potenza
Foglio di mappa n. 48 - particelle n. 1173, 2992, 2994**

Committente: COMUNE DI POTENZA

RELAZIONE GEOLOGICA

I Tecnici incaricati

Dott. Geologo Vita LOCANTORE

Dott. Geologo Canio SARLI

Potenza, Ottobre 2015

Dott.ssa Geol. Vita LOCANTORE – C.da Malvaccaro 30/C – 85100 Potenza – Tel. 349/6333952

Dott. Geol. Canio SARLI – Via Verdi 4 – 85100 Potenza – Tel. 349/3732559

INDICE

1.Premessa	pag. 3
2.Relazione geologica	pag. 6
2.1 Inquadramento geologico	pag. 6
2.2 Descrizione delle principali litologie riscontrate	pag. 7
2.3 Inquadramento geomorfologico idrogeologico e pericolosità idrogeologica	pag. 7
3.Indagini	pag. 8
4.Parametri geotecnici	pag. 15
5.Microzonazione Sismica	pag. 18
6.Analisi di Stabilità	pag. 23
7.Conclusioni e prescrizioni	pag. 23

ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO 1: elaborati cartografici:

- Corografia in scala 1:10000;
- Planimetria catastale in scala 1:1000;
- Carta del Rischio n. 470141 (Autorità di Bacino di Basilicata) in scala 1:10.000;
- Carta geolitologica con ubicazione indagini geognostiche scala 1:2000;
- Sezione geologica in scala 1:300;
- Modello geologico del sottosuolo relativo all'intervento 1, in scala 1:500;
- Modello geologico del sottosuolo relativo all'intervento 3, in scala 1:500.

ALLEGATO 2: Relazione indagini geognostiche

ALLEGATO 3 : Stratigrafia sondaggio consultato + certificati prove di laboratorio

1. PREMESSA

I sottoscritti, Dott.ssa Geologa VITA LOCANTORE iscritta all'Ordine dei Geologi di Basilicata al n°401 e Dott. Geologo CANIO SARLI iscritto all'Ordine dei Geologi di Basilicata al n°377, sono stati incaricati dal Comune di Potenza a svolgere la prestazione professionale specialistica per l'intervento “*F.S.C. 2007-2013 – BARI-07 DENOMINATO “LA NUOVA STAZIONE CENTRALE” (CUP B39D11000240006)*” da eseguire nel Comune di Potenza alla Via G. Marconi, riportato nel N.C.E.U. sul Foglio di Mappa n. 48 particelle n. 1173, 2992, 2994.

Premesso che:

- ✓ l'area, oggetto del presente lavoro, ricade nella tavoletta I.G.M. I NO – “Potenza” della Carta Topografica d'Italia, ed è ubicata a Sud-Sud Est rispetto al nucleo dell'abitato di Potenza;
- ✓ l'area oggetto dell'intervento è quella che va dalla stazione centrale alla parte sottostante il Ponte Musmeci, limitrofa alla Linea Ferroviaria RFI e destinata a parcheggi a raso;
- ✓ l'intervento è relativo alla riqualificazione della piazza della stazione di Potenza Centrale, dell'area destinata a parcheggio limitrofa al Ponte Musmeci e del marciapiede che collega le due parti;
- ✓ si prevede: la riqualificazione dell'area mediante la sistemazione con nuova illuminazione, pavimentazione, piantumazioni arboree e arredo urbano, ridefinizione del traffico veicolare e della carreggiata, dei marciapiedi e dei parcheggi, nonché mediante opere di sostegno a monte della linea ferroviaria;
- ✓ l'intervento avrà lo scopo:
 - di potenziare la fruibilità dell'area;
 - di riqualificare l'intera area e le aree circostanti, aumentando lo standard a parcheggio;

è stata eseguita una indagine geologico-tecnica volta alla definizione del contesto geologico-geomorfologico dell'area e delle caratteristiche geotecniche dei terreni sopraccitati, facendo esplicito riferimento alle prescrizioni contenute nei seguenti decreti:

- Legge n. 64/74 – *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*;
- Decreto Ministeriale del 11-03-1988 – *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii notevoli e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*;
- Circolare LL.PP. 24.09.1988 n. 30483 – *“Istruzioni per l’applicazione del D.M. 11.03.1988”*
- Decreto del Ministero Lavori Pubblici (16/01/1996) *“Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”*;
- Legge regionale n. 38 del 1997 *“Norme per l’esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico”*;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003, n. 3274 *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”* e successive modifiche;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14/09/2005 *“Norme tecniche per le costruzioni”*;
- *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni* D.M. 14 gennaio 2008;
- Circolare n. 2 febbraio 2009, n. 617 *“Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.*
- Legge Regione Basilicata 7 giugno 2011, n. 9: *“Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica”*.

Le indagini svolte, in riferimento alla presente relazione e in ottemperanza dei decreti citati, sono state condotte con un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio, esteso anche alle zone limitrofe, da quanto osservato da una serie di tagli naturali e artificiali presenti nell’area in esame e facendo riferimento ai dati ottenuti dalle indagini, condotte nell’area (D.M.11.03.88 e Par. 6.2.2 NTC 08).

Sono state eseguite, dalla Ditta G.A.T. del Geol. Donato LACAVA, le seguenti prove:

- indagini sismiche:
 - misure di microtremore ambientale HVSR;

- stendimento sismico con tecnica MASW e REMI.
- Indagini penetrometriche:
 - indagini penetrometriche dinamiche DPM.

Inoltre, sono stati consultati i seguenti elaborati:

- Studio geologico per il Regolamento Urbanistico della Città di Potenza;
- Studio di Microzonazione Sismica del Comune di Potenza D.G.R. n.744/2011;
- Sondaggio meccanico e relative prove di laboratorio, eseguite nell'ambito dello Studio geologico del Progetto per la costruzione di un collegamento pedonale e meccanizzato tra i piazzali della Stazione di Potenza Inferiore FF.SS. e della Stazione delle Autolinee Extraurbane.

Gli studi effettuati hanno avuto come obiettivo quello di accertare:

1. il contesto geologico e geomorfologico in generale dell'area in esame;
2. i caratteri della successione litostratigrafica dell'area per un ambito areale geologicamente significativo;
3. la definizione della distribuzione areale dei litotipi, il loro stato di alterazione, fessurazione e degradabilità, nonché un giudizio qualitativo sulle loro caratteristiche geomeccaniche;
4. i caratteri tettonici generali e geostrutturali di dettaglio ai fini del comportamento fisico-meccanico;
5. i lineamenti geomorfologici della zona e un'analisi dei processi morfogenetici con specifico riferimento ai dissesti in atto o potenziali ed alla loro tendenza evolutiva;
6. le condizioni idrogeologiche del sito, con particolare riguardo all'idrografia superficiale e sotterranea e ai livelli piezometrici e alla loro escursione stagionale;
7. la categoria del suolo di fondazione ai fini della definizione sismica di progetto.

2. RELAZIONE GEOLOGICA

2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area oggetto di studio rientra nella struttura appenninica attiva ed è ubicata ai bordi del *Bacino di Potenza*. Questo si è impostato come unità fisiografica nel Pliocene inferiore al di sopra delle coltri “alloctone” della catena, in traslazione verso Est. Il substrato è formato dalle successioni cretache e mioceniche delle Unità del *Bacino di Lagonegro*, oggi estesamente affioranti ai bordi dell'abitato di Potenza. Questi terreni più antichi si differenziano per la loro composizione calcareo-marnosa-argillosa, la loro età più antica e il grado di tettonizzazione più spinto.

I terreni pliocenici rappresentano i termini di chiusura e colmamento dei bacini *intramontani*, che a causa dei movimenti tettonici vengono progressivamente innalzati e dissecati da faglie verticali. Questi, con il loro attuale assetto stratigrafico, sono testimoni di importanti eventi tettonici a scala regionale. Durante il Pleistocene le zone di accumulo sono migrate verso Est (*Avanfossa Bradanica*) dove resistono ancora dei lembi di mare aperto, mentre nelle zone più interne (*Catena Appenninica*) l'erosione lineare dei corsi d'acqua si imposta su importanti lineamenti tettonici che attualmente ospitano i maggiori corsi d'acqua (F. Basento, T. Gallitello, T. Tiera).

Le successioni stratigrafiche del Bacino di Potenza sono distinte in due “cicli sedimentari”:

l'Unità di Altavilla (*Pliocene inferiore - medio*) e l'Unità di Ariano (*Pliocene medio-superiore*).

Al di sopra di queste delle sequenze continentali pleistoceniche, a componente silico-clastica, chiudono le successioni sedimentarie. Entrambe le successioni plioceniche sono discordanti e a carattere “regressivo”.

La più antica inizia con un episodio conglomeratico per passare verso l'alto a delle sabbie, sabbie conglomeratiche che chiudono la sequenza del Pliocene inferiore. Su questi termini sedimentari si deposita il secondo ciclo, del Pliocene medio-superiore, su cui si sviluppa il centro abitato di Potenza. Il primo ciclo (Pliocene inferiore-medio) poggia in discordanza sui terreni delle Unità Lagonegresi, che continuano a trasportare verso Est entrambe le sequenze sedimentarie plioceniche e costituiscono il fronte attivo della Catena. Il secondo ciclo, anch'esso discordante sul precedente, inizia con dei corpi sabbioso-conglomeratici e prosegue con un episodio sabbioso-limoso con una componente argillosa (le cosiddette “argille grigie”), costituente l'intero substrato del centro storico di Potenza ed anche dell'area indagata per il presente progetto.

2.2 DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI LITOLOGIE RISCONTRATE

L'area oggetto di studio presenta terreni ascrivibili a:

Depositi alluvionali terrazzati: costituiti da sabbie-limose e sabbie-ghiaiose terrazzate, addensate e debolmente cementate;

Unità di Ariano: costituita da Argille siltose grigio-azzurre con intercalazione di livelli sabbiosi (Pliocene Medio-Superiore).

2.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

La zona d'interesse fa parte dell'abitato della città di Potenza, ed è posta ad una quota di circa 680 metri s.l.m., in un area con pendenze minime, in sinistra idrografica del Fiume Basento.

Il versante su cui insiste l'area d'interesse è stato nei tempi urbanizzato e quindi rimodellato a seconda delle esigenze antropiche. Pertanto, oggi non è possibile fare una valutazione dei fenomeni morfoevolutivi, intesi come fenomeni erosivi dovuti alle acque di corrivazione superficiale o di quelle incanalate, o come movimenti gravitativi che hanno potuto interessare nei tempi l'intero pendio. Anche l'analisi stereoscopica delle foto aeree ha evidenziato che il pendio, come d'altronde la maggior parte dei versanti dell'Appennino Lucano, presenta caratteri morfologici complessi a testimonianza della storia geologica, intesa come tettonica e fenomeni morfoevolutivi.

Lo stesso Fiume Basento, che nei "tempi" aveva espletato un'energica azione erosiva, di modellamento e di scalzamento al piede del versante, oggi, questo segmento dell'asta torrentizia, è stata regimentata idraulicamente con briglie e difese spondali.

E' possibile rilevare contatti stratigrafici o tettonici tra terreni differenti e per litologia e per caratteri fisico-meccanici, nonché una erosione differenziale delle varie unità litologiche, ma non movimenti franosi né antichi, né recenti.

Nell'area non sono state riconosciute forme di erosione accentuata o movimenti generali della coltre superficiale; nemmeno storicamente sono segnalabili dissesti di tipo idrogeologico.

La impossibilità ad eseguire un rilevamento geomorfologico non ha permesso la redazione della rispettiva Carta Geomorfologica.

Secondo quanto riportato dalle cartografie tematiche in scala 1:10.000, redatte dall'Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata (Piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico-aggiornamento 2014 ai sensi della L. 183/89), l'area oggetto di studio non presenta problematiche di rischio.

3. INDAGINI

Ai fini della caratterizzazione delle sequenze stratigrafiche e dei caratteri geotecnici dei terreni dell'area oggetto di studio, in accordo con quanto disposto dal D.M. 11-03-1988 e Par. 6.2.2 NTC 08, si è fatto riferimento a dati e risultati di prove condotte in sito, interpolando quelli desunti da una ricerca bibliografica riguardante studi svolti nell'area oggetto di intervento.

Nello specifico è stata suddivisa l'area in tre settori, mentre lo studio geologico è stato incentrato nei settori 1 e 3.

L'Intervento 1 (*Coordinate del sito in ED50: Lat.: 40,630932° Long.: 15,807445°*) prevede la riqualificazione della piazza e la realizzazione di una rampa di collegamento tra il piazzale della Stazione RFI e la sovrastante fermata delle FAL (Foglio 48 p.lle 2992, 2994).

Come anticipato in premessa, al fine di caratterizzare l'area dal punto di vista litostratigrafico e geotecnico sono stati consultati i risultati di un sondaggio meccanico a carotaggio continuo con relative prove di laboratorio eseguite su due campioni indisturbati prelevati durante l'esecuzione dello stesso.

Sondaggio geognostico consultato

In particolare il sondaggio geotecnico con sigla S1 è stato eseguito per una lunghezza di 16,50 metri ed ha evidenziato la seguente litostratigrafia:

- Da quota 0,0 fino a 0,8 m si rinviene materiale di riporto costituito da ghiaie e sabbie grossolane;
- da quota 0,8 m fino a 3,2 m si rinvencono sabbie limose e limi sabbiosi giallastri, alterati, con sottili livelli di argille limose;
- da quota 3,2 m fino a 4,00 m si rinvencono limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine;
- da quota 4,0 m fino a 4,8 m si rinvencono sabbie grigie a grana media e fine, straterellate e ben addensate;
- da quota 4,8 m fino a 13,2 m si rinvencono limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine;
- da quota 13,2 m fino a 14,00 m si rinvencono sabbie grigie a grana media e fine, straterellate e ben addensate;
- da quota 14,00 m fino a 16,5 m si rinvencono limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.

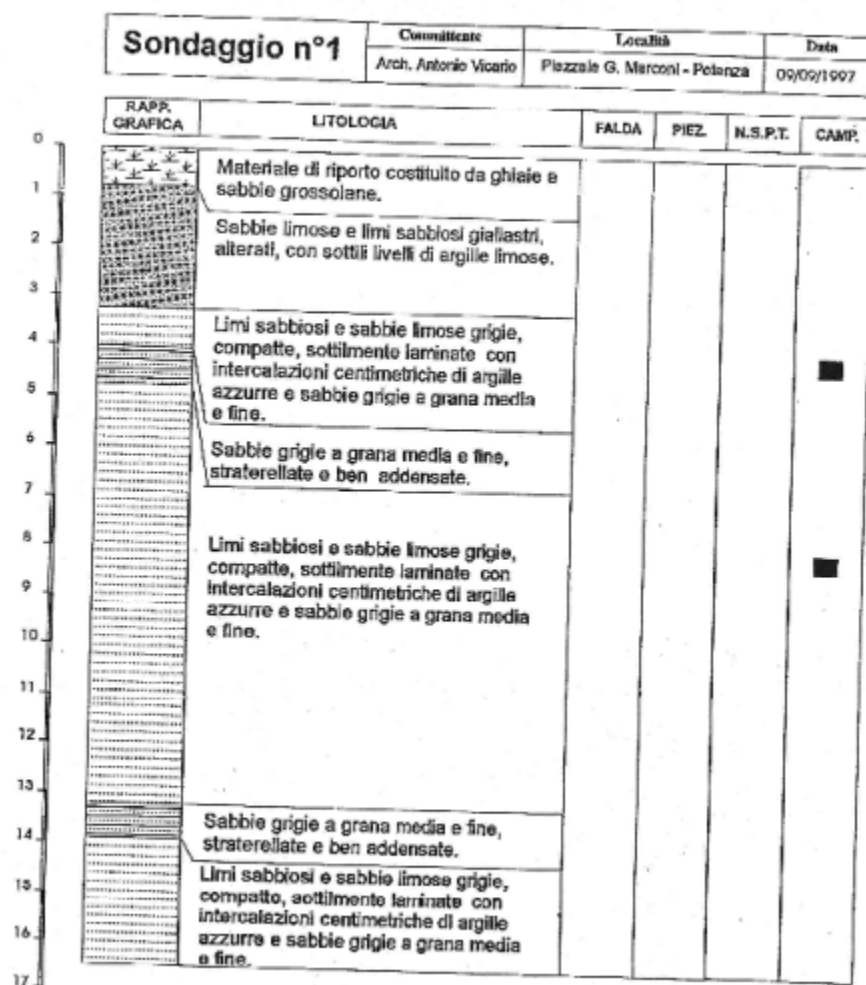


Immagine n. 1: Colonna stratigrafica.

Durante l'esecuzione del sondaggio S1 sono stati prelevati due campioni indisturbati alla profondità di 4,00 metri e 8,00 m dal piano campagna. I campioni sono stati tutti sottoposti oltre che alle prove di riconoscimento a prove di taglio triassiale CD. I risultati delle prove sono sintetizzati nella tabella che segue, i certificati sono contenuti nell'allegato 3 della presente relazione.

Sond/camp	Prof. (mt)	LL %	LP %	IP	γ (g/cm ³)	W %	e	n	Φ	c ^c (g/cm ³)
S1c1	4,00	38,5	20,3	18,2	2,08	14,2	0,52	34,25	31°23'	450
S1c2	8,00	40,3	21,70	18,6	2,06	17,4	0,58	36,65	28°49'	620

L'Intervento 3 (*Coordinate ED50 Latitudine: 40.629599 Longitudine: 15.805965*)

prevede la sistemazione della parte sottostante il Ponte Musmeci, limitrofa alla Linea Ferroviaria RFI e destinata a parcheggi a raso (Foglio 48 p.lla 1173).

Nell'area di interesse sono state eseguite, dalla ditta G.A.T. del Geol. Donato LACAVA, le seguenti indagini:

- indagini sismiche:
 - 2 misure di microtremore ambientale HVSR;
 - 1 stendimento sismico con tecnica MASW e REMI.
- Indagini penetrometriche:
 - 2 indagini penetrometriche dinamiche DPM.

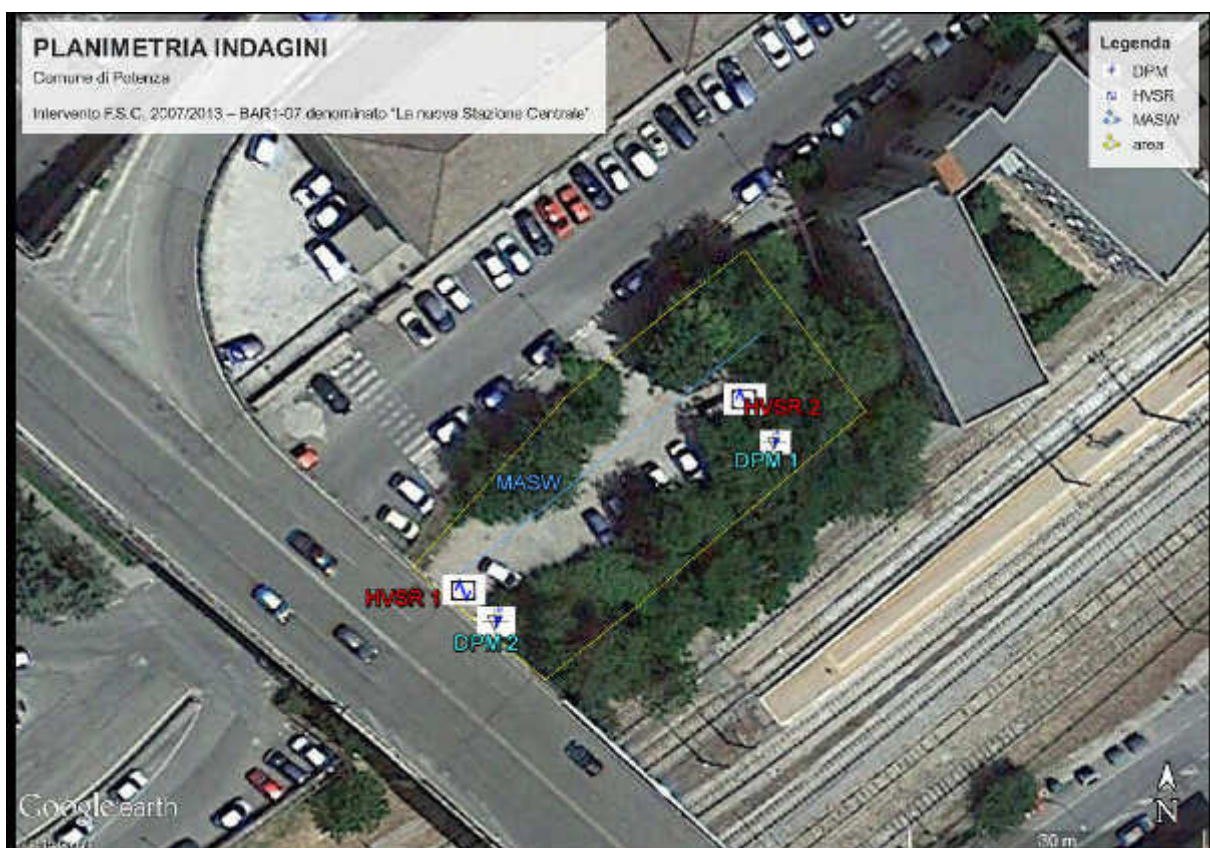


Immagine n. 2: Planimetria indagine.

DPM = Indagini penetrometriche dinamiche

□HVSR = Registrazione di rumore ambientale a stazione singola, sismica passiva.

MASW = Sismica attiva per ottenere il modello verticale delle Vs.

Le indagini sismiche hanno caratterizzato il sito dal punto di vista sismo-stratigrafico evidenziando, a partire dal piano campagna, la presenza dei seguenti sismostrati:

- ***primo sismostrato*** costituito da terreno vegetale, con spessore di circa 1.50 m, Vs di 156 m/s, con bassa rigidità sismica;
- ***secondo sismostrato*** mediamente addensato, con spessore di circa 4.50 m e Vs di 232 m/s, con medio-bassa rigidità sismica;
- ***terzo sismostrato***, addensato, spessore di circa 14.00 m, Vs di 375 m/s con medio-buona rigidità sismica;
- ***quarto sismostrato***, molto addensato, spessore di circa 23.00 m, Vs di 655 m/s con buona rigidità sismica;
- ***i sismostrati sottostanti*** sono caratterizzati da Vs superiori a 783 m/s, alta rigidità sismica e non producono altri picchi di risonanza significativi.

La classificazione del terreno di fondazione viene effettuata sulla base del valore di Vs 30 valutato dalla seguente espressione:

$$Vs\ 30 = 30 / \Sigma (h_i / V_i)$$

con **hi** e **Vi** rispettivamente spessore e velocità dello strato iesimo di **N** strati presenti nei primi 30 m di sottosuolo.

Il modello di Vs nei primi 30 m di sottosuolo ci dà informazioni riguardanti gli spessori e le velocità dei singoli sismostrati, per definire l'azione sismica di progetto e la categoria del terreno di fondazione del sito oggetto di studio.

L'amplificazione di sito misurata mediante analisi dei rapporti spettrali H/V rivela ampiezze di valore intorno a 4 H/V alle frequenze di picco, denunciando un **alto valore di amplificazione locale**.

In materia di microzonazione sismica, nel sito oggetto di studio sono stati determinati con le metodologie sopra citate i valori di **Vs30**, che risultano essere di **368 m/s**, calcolata dal p.c. Attuale, dato che conferma l'appartenenza del sottosuolo alla categoria **B**.

Alla luce delle categorie previste dalle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, D.M. 14 gennaio 2008, e dalle misure effettuate in sito, i terreni di fondazione esaminati si collocano in categoria “**B**” descritta in normativa come: “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT, 30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu, 30 > 250 kPa nei terreni a grana fina)*”.

Le prove penetrometriche sono state condotte in continuo dal piano campagna dopo la rimozione di trovanti superficiali grossolani e riporti addensati; non è stata riscontrata la presenza di falda idrica.

Segue la descrizione delle prove eseguite:

DPM 1

La prova è stata eseguita in continuo dal piano campagna, dopo aver rimosso alcuni trovanti superficiali, fino alla profondità di 6,5 m ed ha individuato prevalentemente dei terreni sabbioso-limoso-ghiaiosi alterati con diverso grado di addensamento in copertura a delle sabbie limose. Non è stata rilevata la presenza di falda idrica.

- Da quota 0,0 fino a 1,5 m si rinvencono delle *sabbie e ghiaie di riporto*, consistenti ed addensate (N10 medio = 58,6 colpi-avanzamento).
- Da 1,5 m fino a 2,8 m si rinvencono delle *sabbie limose alterate*, consistenti e moderatamente addensate (N10 medio = 35,5 colpi-avanzamento)
- Da 2,8 m e fino a 4,7 m di profondità si rinvencono delle *sabbie con limo*, probabilmente ancora materiale di riporto, consistenti ed addensate, con N10 medio = 60,3 colpi.
- Da 4,7 m fino a 5,4 m di profondità si rinvencono delle *sabbie limose* molto consistenti e moderatamente addensate, con N10 medio = 24,3 colpi.
- Da 5,4 m fino a 6,5 m di profondità si rinvencono infine delle *sabbie debolmente limose* estremamente consistenti e addensate, con N10 medio = 53,2 colpi.

DPM 2

La prova è stata eseguita in continuo dal piano campagna, dopo aver rimosso alcuni trovanti superficiali, fino alla profondità di 1,6 m ed ha individuato prevalentemente dei terreni sabbiosolimoso-ghiaiosi alterati con diverso grado di addensamento. Non è stata rilevata la presenza di falda idrica.

- Da quota 0,0 fino a 0,9 m si rinvencono delle *sabbie e ghiaie di riporto*, consistenti ed addensate (N10 medio = 50 colpi-avanzamento).
- Da 0,9 m fino a 1,6 m si rinvencono delle *sabbie limose e trovanti*, consistenti e estremamente addensate (N10 medio = 75,2 colpi-avanzamento).

La prova termina a questa profondità per la presenza di trovanti impenetrabili.

A seguire viene riportata una **colonna stratigrafica** con i principali **parametri geotecnici** riferibili all'area indagata; gli strati principali qui riportati corrispondono a dei livelli omogenei per natura e consistenza, riconosciuti in tutti i punti di prova. Le profondità riportate sono quelle massime e minime riconosciute nei punti di sondaggio.

COLONNA STRATIGRAFICA e PARAMETRI GEOTECNICI MEDI
COMUNE DI POTENZA
Intervento F.S.C. 2007/2013 – BARI-07 denominato "La Nuova Stazione Centrale"
CUP B30D11000240005, CIG Z4F151F73A

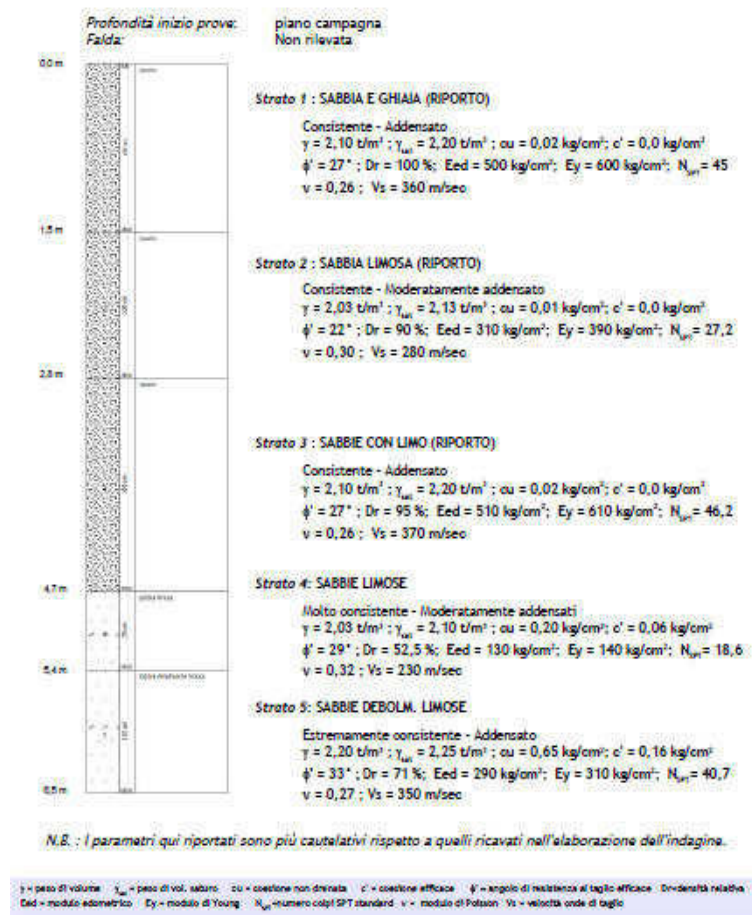


Immagine n. 3: Colonna stratigrafica.

4. PARAMETRI GEOTECNICI

La modellazione litotecnica è stata fatta secondo quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e Circolare C.S.LL.PP. 2 febbraio 2009 n. 617; in particolare è stato considerato il Capitolo 6 riguardante la Progettazione Geotecnica delle opere. La suddetta Norma riporta al par. 6.2.2_Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica che: *“Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato”*.

Quindi per la paramerizzazione geotecnica dei terreni di fondazione, sono stati presi come

riferimento di base i valori desunti dalle prove penetrometriche, ed inoltre sono state svolte alcune considerazioni relative alla modellazione del sottosuolo.

Operativamente, tenendo conto che:

- i parametri fisico-meccanici ricavati dalle prove penetrometriche si riferiscono ad un punto specifico dell'area d'interesse;
- i terreni di sedime presentano un'accentuata eterogeneità ed anisotropia granulometrica sia verticale che laterale;
- si tratta di terreni costituiti prevalentemente da alternanza di strati sabbiosi a strati argillosi più o meno consistenti;
- sono stati rilevati livelli più o meno plastici che si intercalano a quelli più compatti;

pertanto si ritiene corretto caratterizzare geotecnicamente tali litotipi non a livello di singolo campione indisturbato ma di "affioramento", cioè tenendo conto della litologia complessiva, della giacitura degli strati, dell'idrogeologia, delle pendenze, del contesto morfoevolutivo e tettonico in cui i terreni stessi si inseriscono. Quindi, anche alla luce dell'esperienza dei sottoscritti, è opportuno parametrizzare i terreni di fondazione nel modo seguente:

Per l'**Intervento 1** (sistemazione della piazza e la realizzazione di una rampa di collegamento tra il piazzale della Stazione RFI e la sovrastante fermata delle FAL, Foglio 48 p.lle 2992, 2994)

Sabbie limose e limi sabbiosi giallastri, alterati, con sottili livelli di argille limose

Spessore 3,30 m	
- Peso dell'unità di volume γ_n	2100 kg/mc
- Peso dell'unità di volume γ_{sat}	2200 kg/mc
- Coesione C'	0,06 kg/cmq
- Coesione non drenata C_u	0,20 kg/cmq
- Angolo d'attrito interno ϕ'	25°

Limi sabbiosi e sabbie limose grigie sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre. (consistenti e addensate)

Substrato	
- Peso dell'unità di volume γ_n	2080 kg/mc
- Peso dell'unità di volume γ_{sat}	2160 kg/mc
- Coesione C'	0,45 kg/cm ²
- Angolo d'attrito interno ϕ'	28°

Per l'**Intervento 3** (sistemazione della parte sottostante il Ponte Musmeci, limitrofa alla Linea Ferroviaria RFI e destinata a parcheggi a raso, Foglio 48 p.lla 1173)

Terreno di riporto, rappresentato da sabbie limose e ghiaia. Consistente e addensato

Spessore 4,70 m	
- Peso dell'unità di volume γ_n	2100 kg/mc
- Peso dell'unità di volume γ_{sat}	2200 kg/mc
- Coesione C'	0,00 kg/cm ²
- Coesione non drenata C_u	0,02 kg/cm ²
- Angolo d'attrito interno ϕ'	25°

Sabbie limose e sabbie ghiaiose (estremamente consistenti e addensate)

Depositi alluvionali terrazzati	
- Peso dell'unità di volume γ_n	2030 kg/mc
- Peso dell'unità di volume γ_{sat}	2100 kg/mc
- Coesione C'	0,06 kg/cm ²
- Coesione non drenata C_u	0,20 kg/cm ²
- Angolo d'attrito interno ϕ'	29°

5. MICROZONAZIONE SISMICA

Il **D.M. 14 gennaio 2008** “Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC) e la relativa **Circolare Esplicativa S.S.LL.PP.** 2 febbraio 2009 n. 617 costituiscono la Normativa vigente per tutte le costruzioni sul territorio nazionale. In esse la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione orizzontale massima su suolo rigido ($V_s > 800$ m/sec), viene definita con un approccio “sito dipendente” e non più tramite il precedente criterio “zona dipendente”.

Secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008 la stima dei parametri necessari per la determinazione dell'*azione sismica di progetto* viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008: “*TABELLE DEI PARAMETRI CHE DEFINISCONO L'AZIONE SISMICA*”).

Si tratta di una “**pericolosità sismica di base**” e costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche; i risultati di tale studio sono forniti in termini di:

- valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale.
- distanza in corrispondenza dei punti di un reticolo (*reticolo di riferimento*) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km).
- diverse probabilità di superamento in 75 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un *intervallo di riferimento* compreso almeno tra 45 e 1462 anni, estremi inclusi.

La *pericolosità sismica* su *reticolo di riferimento* nell'*intervallo di riferimento* è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

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

Tc* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

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

PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE (Intervento 1)

Dati sul sito, coordinate ED50

Latitudine: 40.630932 Longitudine: 15,807445

Dati sulla costruzione:

Classe d'uso: III

Vita Nominale: 50 anni

Punti impiegati sulla maglia di riferimento:

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	34112	40,611460	15,794950	2408,4
Sito 2	34113	40,610100	15,860790	5063,3
Sito 3	33891	40,660080	15,862610	5671,6
Sito 4	33890	40,661450	15,796720	3512,0

Calcolo eseguito con interpolazione basata sulle distanze.

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: **B**

Categoria topografica: **T1**

Periodo di riferimento: **75 anni**

Coefficiente cu: **1,5**

Valori finali calcolati

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	45	0,068	2,332	0,307
Danno (SLD)	63	75	0,089	2,370	0,323
Salvaguardia delle vite (SLV)	10	712	0,236	2,451	0,383
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1462	0,305	2,460	0,409

RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il sito in oggetto non ricade in area con substrato rigido ($V_s > 800$ m/sec) affiorante per cui è stata valutata la categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche, così come richiesto nel Cap. 3.2 del D.M. 14 gennaio 2008.

Categoria di suolo di fondazione mediante la stima del parametro **Vs30** (tabella 3.2.II nel cap. 3.2) e il relativo **incremento sull'azione sismica** (tabella 3.2.V nel cap. 3.2).

Coefficiente di amplificazione topografica (tabelle 3.2.V e 3.2.VI nel cap. 3.2).

In definitiva la *risposta sismica locale* intesa come accelerazione massima attesa al sito in oggetto può essere calcolata come:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

dove:

$a_{\max}$ è l'accelerazione massima attesa sul sito

S coefficiente di amplificazione suddiviso in:

Ss coefficiente di amplificazione stratigrafica (tab. 3.2.V del D.M. 14 gennaio 2008)

St coefficiente di amplificazione topografica (tab. 3.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008)

ag accelerazione calcolata per il sito (da Pericolosità sismica di base, vedi sopra)

Nel sito in oggetto è stata eseguita una base sismica con tecnica MASW ed è stata misurata una Vs30 media pari a **368 m/sec**, per cui il sottosuolo si può attribuire alla **categoria B** (tab. 3.2.II del D.M. 14 gennaio 2008).

I coefficienti sismici finali sono:

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,390	1,000	0,016	0,008	0,806	0,200
SLD	1,200	1,380	1,000	0,021	0,011	1,047	0,200
SLV	1,170	1,330	1,000	0,077	0,039	2,708	0,280
SLC	1,100	1,320	1,000	0,094	0,047	3,287	0,280

PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE (Intervento 3)

Dati sul sito, coordinate ED50

Latitudine: 40.629599 Longitudine: 15.805965

Dati sulla costruzione:

Classe d'uso: III

Vita Nominale: 50 anni

Punti impiegati sulla maglia di riferimento:

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	34112	40,611460	15,794950	2220,9
Sito 2	34113	40,610100	15,860790	5110,1
Sito 3	33891	40,660080	15,862610	5859,0
Sito 4	33890	40,661450	15,796720	3626,5

Calcolo eseguito con interpolazione basata sulle distanze.

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: **B**

Categoria topografica: **T1**

Periodo di riferimento: **75 anni**

Coefficiente c_u : **1,5**

Valori finali calcolati

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	81	45	0,069	2,331	0,306
Danno (SLD)	63	75	0,089	2,368	0,323
Salvaguardia delle vite (SLV)	10	712	0,236	2,452	0,383
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1462	0,306	2,460	0,409

RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il sito in oggetto non ricade in area con substrato rigido ($V_s > 800$ m/sec) affiorante per cui è stata valutata la categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche, così come richiesto nel Cap. 3.2 del D.M. 14 gennaio 2008.

Categoria di suolo di fondazione mediante la stima del parametro **V_{s30}** (tabella 3.2.II nel cap. 3.2) e il relativo **incremento sull'azione sismica** (tabella 3.2.V nel cap. 3.2).

Coefficiente di amplificazione topografica (tabelle 3.2.V e 3.2.VI nel cap. 3.2).

In definitiva la *risposta sismica locale* intesa come accelerazione massima attesa al sito in oggetto può essere calcolata come:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

dove:

$a_{\max}$ è l'accelerazione massima attesa sul sito

S coefficiente di amplificazione suddiviso in:

S_s coefficiente di amplificazione stratigrafica (tab. 3.2.V del D.M. 14 gennaio 2008)

S_t coefficiente di amplificazione topografica (tab. 3.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008)

a_g accelerazione calcolata per il sito (da Pericolosità sismica di base, vedi sopra)

Nel sito in oggetto è stata eseguita una base sismica con tecnica MASW ed è stata misurata una V_{s30} media pari a **368 m/sec**, per cui il sottosuolo si può attribuire alla **categoria B** (tab. 3.2.II del D.M. 14 gennaio 2008).

I coefficienti sismici finali sono:

	S_s [-]	C_c [-]	S_t [-]	K_h [-]	K_v [-]	$A_{\max}$ [m/s ²]	$Beta$ [-]
SLO	1,200	1,390	1,000	0,015	0,007	0,807	0,180
SLD	1,200	1,380	1,000	0,019	0,010	1,049	0,180
SLV	1,170	1,330	1,000	0,086	0,043	2,713	0,310
SLC	1,100	1,320	1,000	0,104	0,052	3,296	0,310

6. ANALISI DI STABILITA'

Non si ritiene necessario procedere alla valutazione della sicurezza pre e post intervento in quanto l'area oggetto del presente lavoro ricade in categoria T1, con andamento sub-pianeggiante.

7. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

La presente relazione geologica, commissionata dal Comune di Potenza, inerente l'intervento "*F.S.C. 2007-2013 – BARI-07 DENOMINATO "LA NUOVA STAZIONE CENTRALE" (CUP B39D11000240006)*" da eseguire nel Comune di Potenza alla Via G. Marconi, riportato nel N.C.E.U. sul Foglio di Mappa n. 48 particelle n. 1173, 2992, 2994, ha evidenziato quanto segue:

- ✓ l'area oggetto del presente lavoro è ubicata a Sud – Sud Est rispetto al nucleo dell'abitato di Potenza;
- ✓ l'intervento è relativo alla riqualificazione della piazza della stazione di Potenza Centrale, dell'area destinata a parcheggio limitrofa al Ponte Musmeci e del marciapiede che collega le due parti;
- ✓ si prevede: la riqualificazione dell'area mediante la sistemazione con nuova illuminazione, pavimentazione, piantumazioni arboree e arredo urbano, ridefinizione del traffico veicolare e della carreggiata, dei marciapiedi e dei parcheggi, nonché mediante opere di sostegno a monte della linea ferroviaria;
- ✓ dagli studi e dal rilevamento geologico effettuati la litologia dominante nell'area di futura ubicazione delle opere in progetto è rappresentata da Depositi alluvionali terrazzati;
- ✓ ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è possibile classificare il terreno di fondazione come di tipo “**B**”;
- ✓ ai sensi dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 e ss. mm. ii il Comune di Potenza ricade in zona sismica 1;
- ✓ per il calcolo della capacità portante del terreno, in funzione delle struttura da realizzare, sarà opportuno utilizzare i valori dei parametri geotecnici riportati nel *Capitolo 4* della presente relazione, ottenuti da indagini eseguite in sito (D.M.11.03.88 e Par. 6.2.2 NTC 08);
- ✓ infine, si dispone di effettuare le lavorazioni in periodi esenti da fenomeni piovosi e di intervenire con adeguati sistemi di drenaggio e di regimentazione delle acque superficiali, tendenti ad evitare pericolosi fenomeni di infiltrazione verso le strutture portanti delle opere e conseguente instabilità per allentamento e ammorbidimento dei pendii.

Ciò premesso, si ritiene l'opera eseguibile.

Potenza, Ottobre 2015

Dott. Geologo Vita LOCANTORE

Dott. Geologo Canio SARLI

COMUNE DI POTENZA

Provincia di Potenza

Oggetto: Relazione geologica per l'intervento F.S.C. 2007-2013 –
BAR1-07 DENOMINATO “LA NUOVA STAZIONE
CENTRALE” (CUP B39D11000240006)

Ubicazione: Via G. Marconi
Potenza
Foglio di mappa n. 48 - particelle n. 1173, 2992, 2994

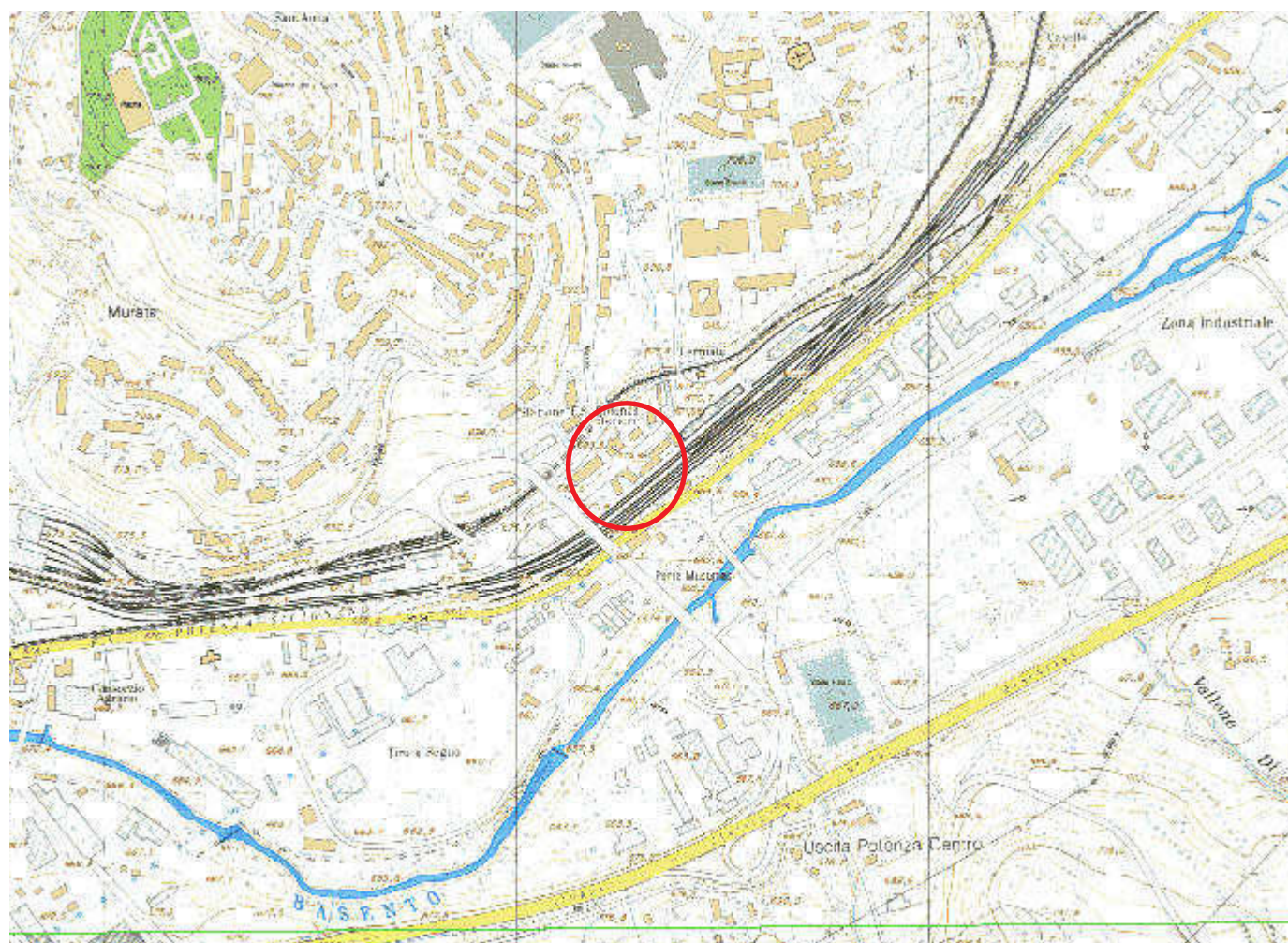
Committente: COMUNE DI POTENZA

Relazione Geologica

ALLEGATO1: elaborati cartografici:

- **corografia** scala 1:10.000
- **planimetria catastale** scala 1:1.000
- **carta del rischio** n. 470141 (AdB di Basilicata) scala 1:10.000
- **carta geolitologica** scala 1:2.000
- **sezione geologica** scala 1:300
- **modello geologico del sottosuolo “intervento1”** scala 1:500
- **modello geologico del sottosuolo “intervento3”** scala 1:500

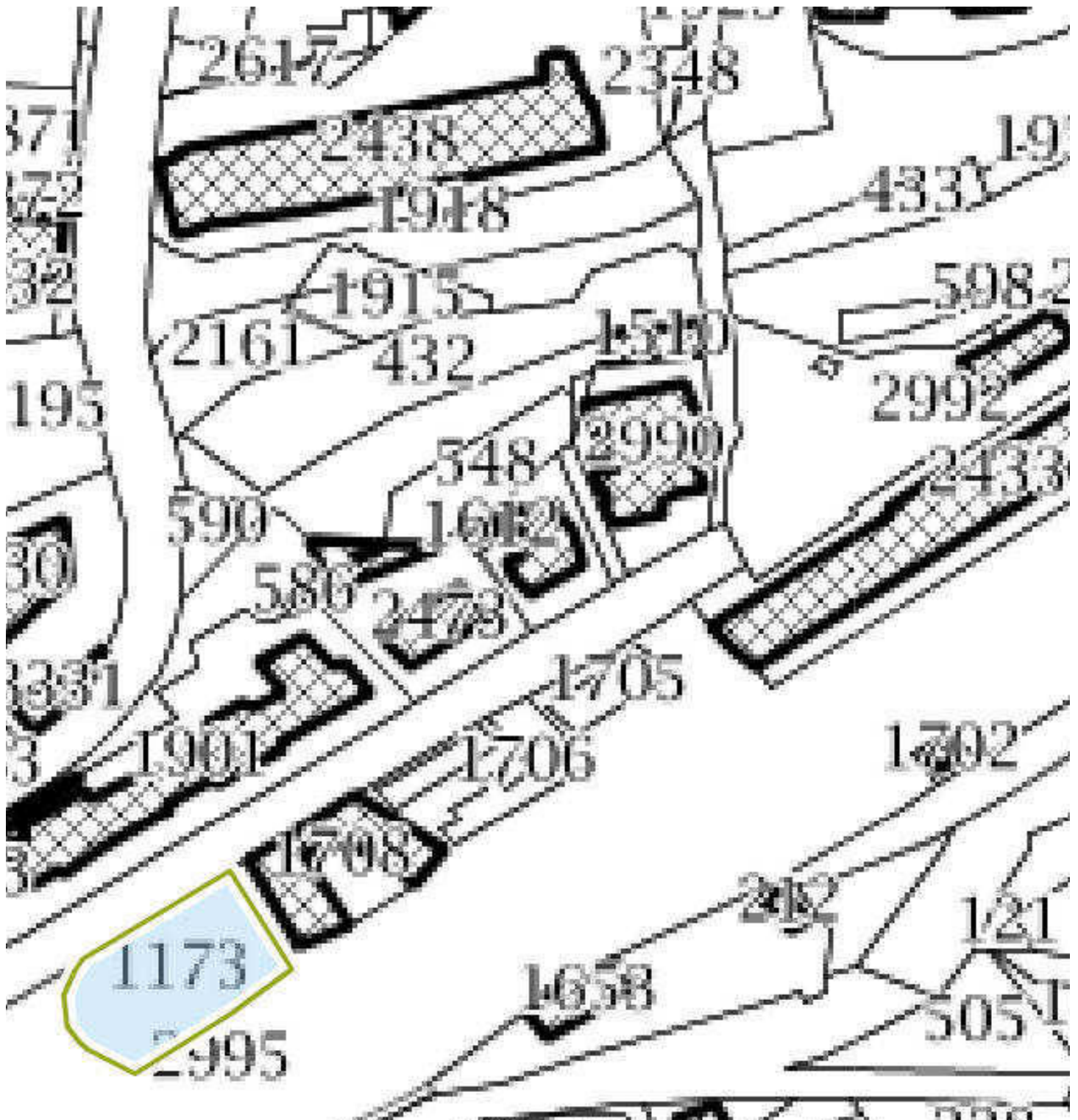
COROGRAFIA (Scala 1:10.000)



LEGENDA

 Area di stretto interesse

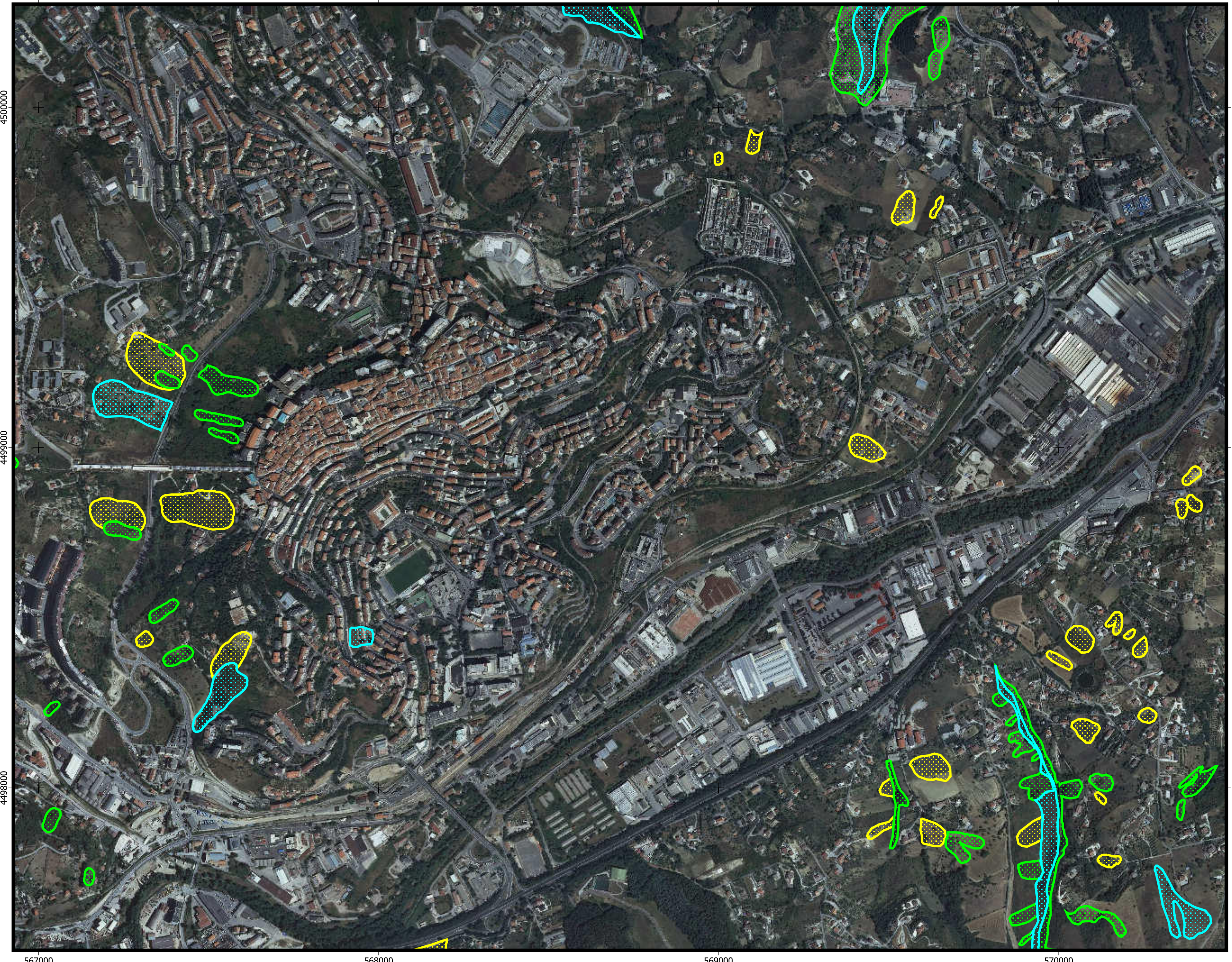
Planimetria catastale (Scala 1:1.000)



LEGENDA

Area d'interesse intervento 1: foglio 48, part.Ile 2992 e 2994

Area d'interesse intervento 3: foglio 48, part.Ila 1173



Autorità
Interregionale
di Bacino
della Basilicata

Piano stralcio
per la difesa
dal rischio
idrogeologico

Tavola:
470141

Aggiornamento 2014

Legenda

- limiti amministrativi
- limiti AdB

Tipologie di rischio:

- R4 - molto elevato
- R3 - elevato
- R2 - medio
- R1 - moderato
- ASV - aree assoggettate a verifica idrogeologica
- P - aree pericolose

Scala 1:10.000

Piano stralcio
delle aree
di versante

B - CARTA
DEL RISCHIO

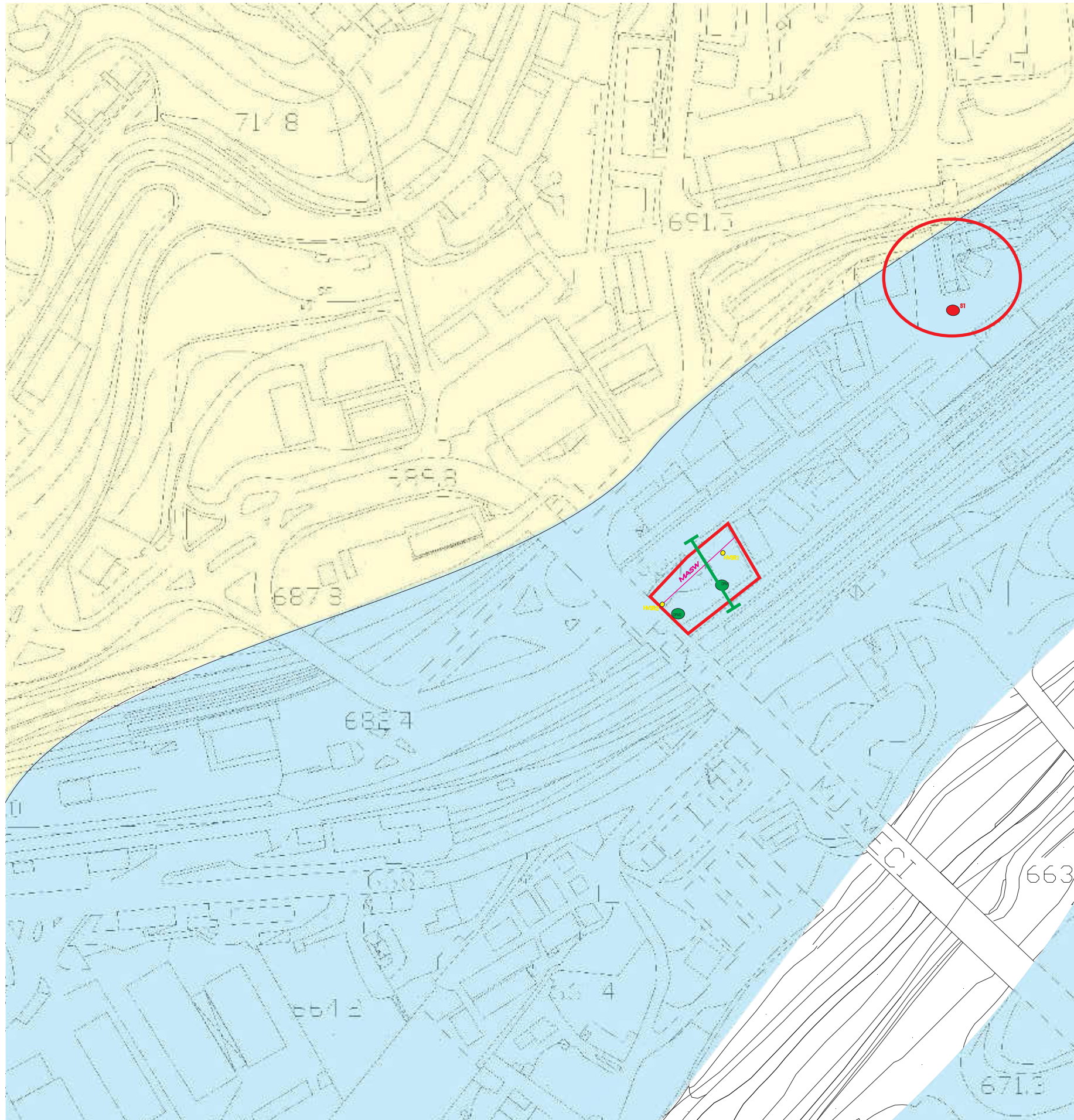


www.adb.basilicata.it

CARTA Geolitologica con ubicazione indagini geognostiche

Scala 1:2000

LEGENDA

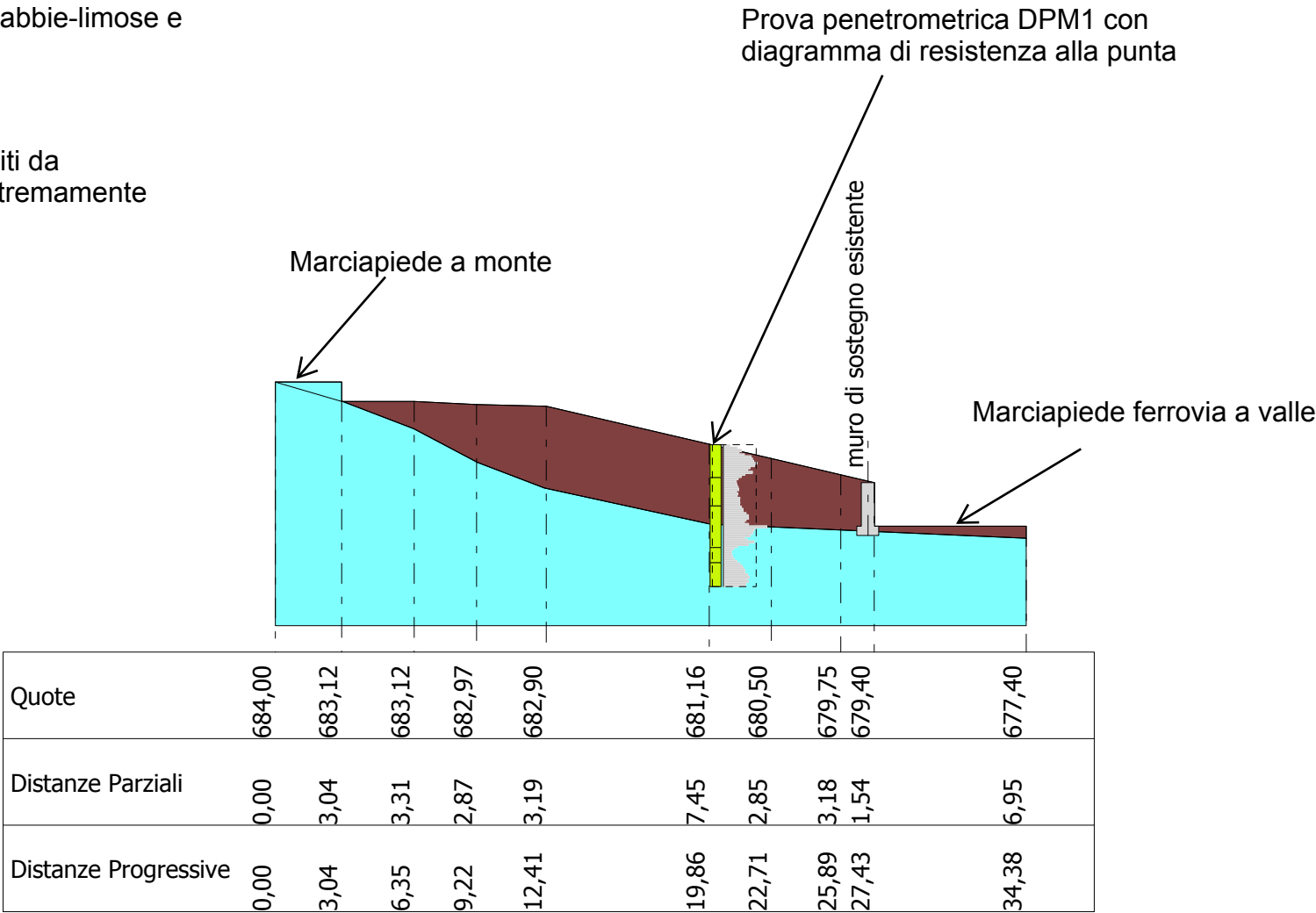


- Depositi alluvionali terrazzati :
costituiti da sabbie-limose e
sabbie-ghiaiose terrazzate,
addensate e debolmente
cementate.
- Unità di Ariano. Argille siltose grigio-
azzurre con intercalazione di livelli
sabbiosi
(Pliocene Medio-Superiore)
- Area d'interesse intervento 1
- Area d'interesse intervento 3
- Prospezioni di sismica passiva a
stazione singola HVSR
- Prove penetrometriche
- Stendimento di sismica attiva con
tecnica MASW
- Sondaggio meccanico consultato
- Traccia di sezione geologica

SEZIONE GEOLOGICA scala 1:300

LEGENDA

-  Riporto antropico rappresentato da sabbie-limose e ghiaia. Consistente e addensato.
-  Depositi alluvionali terrazzati, costituiti da sabbie-limose e sabbie-ghiaiose. Estremamente consistenti e addensati.



MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO del sito "intervento 1" scala 1:500

Vs30 calcolata= 368m/sec

Categoria di sottosuolo B

Categoria topografica St= 1

Ag max=0,33g

Profondità

0,0m

3,30m



Depositi alluvionali terrazzati costituiti da sabbie-limose e limi sabbiosi.

Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.

MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO del sito "intervento 3" scala 1:500

Vs30 calcolata= 368m/sec

Categoria di sottosuolo B

Categoria topografica St= 1

Ag max=0,33g

Profondità

0,0m

4,70m



Riporto antropico rappresentato da sabbie-limose e ghiaia.
Consistente e addensato

Depositi alluvionali terrazzati costituiti da sabbie-limose e sabbie-ghiaiose.
Estremamente consistenti e addensati.

COMUNE DI POTENZA

Provincia di Potenza

Oggetto: Relazione geologica per l'intervento F.S.C. 2007-2013 –
BAR1-07 DENOMINATO “LA NUOVA STAZIONE
CENTRALE” (CUP B39D11000240006)

Ubicazione: Via G. Marconi
Potenza
Foglio di mappa n. 48 - particelle n. 1173, 2992, 2994

Committente: COMUNE DI POTENZA

RELAZIONE GEOLOGICA

ALLEGATO2: relazione indagini geognostiche



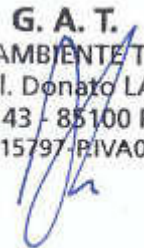
Del Geol. Donato LACAVA
Via Sicilia 43 - 85100 POTENZA
Tel. e fax. 0971.34410

CC.II.AA. 115797/PZ
C.F.: LCVDNT72E10G942U
P. IVA: 01496670769

INDAGINI IN SITO - RILIEVI GEOLOGICI - STUDI AMBIENTALI

**INDAGINI GEOGNOSTICHE
PENETROMETRICHE DINAMICHE *DPM*
SISMICHE *HVSR* E *MASW***

COMMITTENTE	COMUNE DI POTENZA
PROGETTO	Intervento F.S.C. 2007/2013 - BAR1-07 denominato "La Nuova Stazione Centrale" - CUP B39D11000240006. CIG Z4F151F73A.
LOCALITA'	POTENZA Via G. Marconi - F. 48 p.Ila 1173 (PZ)
DATA: <i>Esecuzione indagine_08/07/2015 - Consegna indagine_10/07/2015</i>	

I TECNICI RESPONSABILI	LA DITTA G. A. T. GEOLOGIA AMBIENTE TERRITORIO del Geol. Donato LACAVA Via Sicilia, 43 - 85100 POTENZA C.C.I.A.A.PZ/115797-PIVA01496670769 
------------------------	---

INDICE GENERALE

PREMESSA

INDAGINI SISMICHE

INDAGINI PENETROMETRICHE

PREMESSA

Su incarico del **COMUNE DI POTENZA** con determina dirigenziale n.54 del 25.06.2015 dell'*Unità di Direzione “Pianificazione-Edilizia Residenziale e Produttiva-Ricostruzione”* è stata eseguita una Campagna di Indagini Geognostiche, per il progetto di: **“Intervento F.S.C. 2007/2013 – BAR1-07 denominato “La Nuova Stazione Centrale” - CUP B39D11000240006. CIG Z4F151F73A.”.**

Le indagini sono state eseguite all'interno dell'area parcheggio ubicata nei pressi della Stazione Ferroviaria FF.SS. Scalo Inferiore, in una particella ubicata catastalmente al F. 48 p.la 1173. Prima e durante l'esecuzione delle indagini stesse è stata necessaria una pulitura del sito da parte dell'Amministrazione, attraverso lo sfalcio e il taglio della vegetazione infestante e la rimozione di materiali di rifiuto vari abbandonati sul sito.

La presente campagna indagini consente la caratterizzazione geologica dei terreni in sito ed è coerente con il Piano Indagini redatto dai Tecnici Geologi incaricati. In sede escutiva, dopo presa visione dei terreni superficiali durante le operazioni di pulitura del sito, in accordo con i Tecnici Geologi incaricati, le due prove penetrometriche sono state realizzate lungo il perimetro di valle del sito, ove si intende realizzare un muro di sostegno. Tale scelta è legata sia alle esigenze progettuali che alla fattibilità stessa delle indagini, in quanto l'urgenza legata all'iter progettuale non ha permesso che nel sito venissero rimossi completamente tutti i cumuli di materiale detritico presenti in superficie.

Le indagini eseguite sono le seguenti:

- indagini sismiche:
 - misure di microtremore ambientale HVSR;
 - stendimento sismico con tecnica MASW e REMI.
- Indagini penetrometriche:
 - indagini penetrometriche dinamiche DPM.

Le indagini sismiche sono state realizzate il 02.07.2015, mentre le indagini penetrometriche il 08.07.2015. A seguire verranno illustrate le indagini eseguite, nella metodologia e nei risultati; in allegato sono riportati i reports delle elaborazioni.

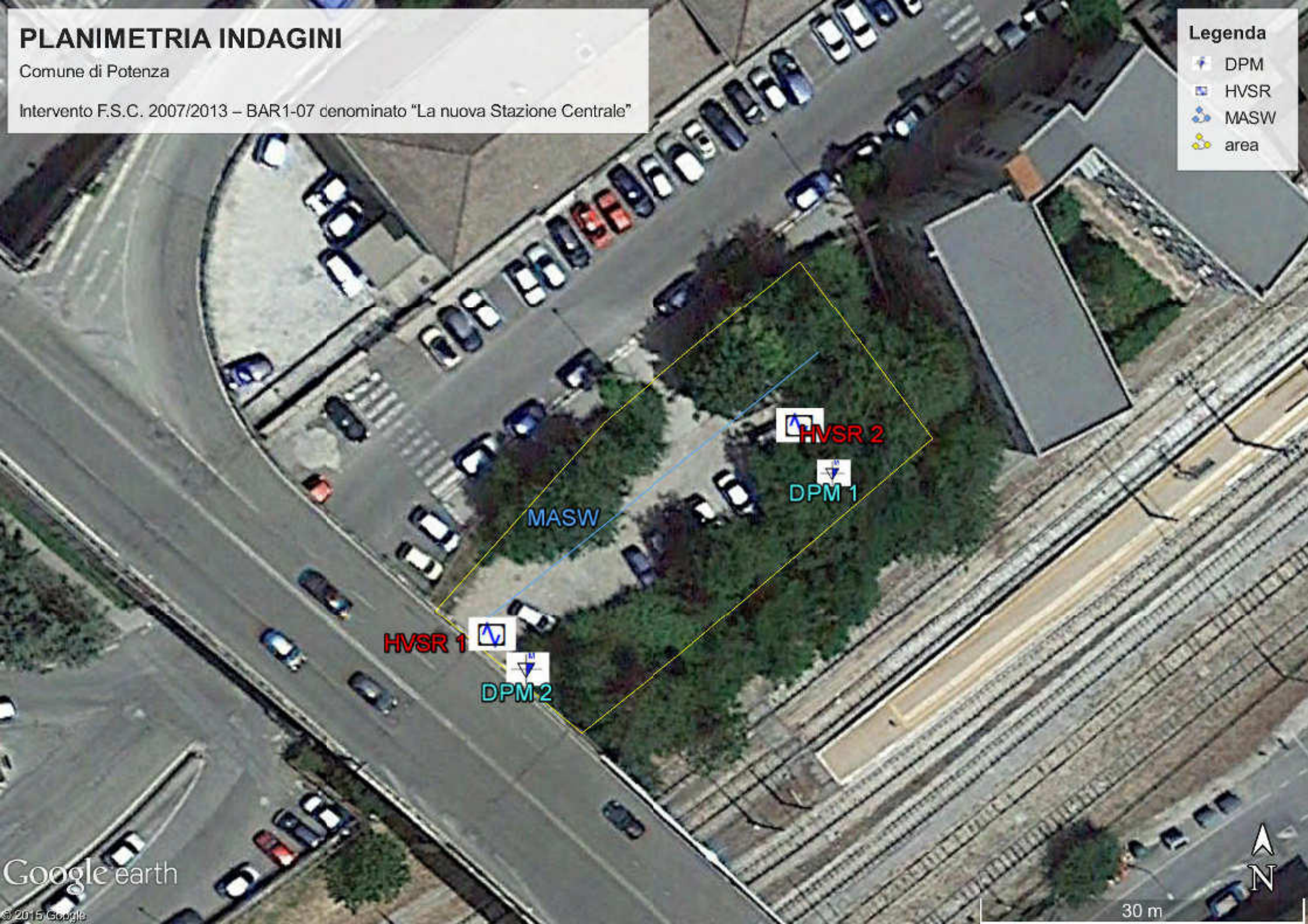
PLANIMETRIA INDAGINI

Comune di Potenza

Intervento F.S.C. 2007/2013 – BAR1-07 denominato "La nuova Stazione Centrale"

Legenda

- DPM
- HVSR
- MASW
- area



G.A.T. del Dott. Geologo *Donato Lacava*

Via Sicilia 43 - 85100 - Potenza - (PZ)

[E-Mail..dlacava@tiscali.it](mailto:dlacava@tiscali.it) - Tell. – 0971 34410

C.F. : LCVDNT72E10G942U

P.I. : 01496670769

INDICE

1 - PREMESSA	3
2 - ANALISI DI MICROTREMORE AMBIENTALE	3
3 - IL RUMORE SISMICO (MICROTREMORE AMBIENTALE).....	6
4 - BASI TEORICHE DEL METODO H/V	7
5 - DESCRIZIONE DELLE PROVE GEOFISICHE IN SITO	8
6 - ANALISI MASW.....	16
7 - VALUTAZIONI SISMO-STRATIGRAFICHE	19

1 - PREMESSA

La presente relazione di indagini geofisiche riguarda la caratterizzazione sismica e geotecnica dell'areale di pertinenza del sito in oggetto, ubicato in catasto al F. n. .. ptc.Ila n. ..., in, nel Comune di Potenza (PZ).

Sui terreni interessati dal progetto sono state effettuate opportune e puntuali indagini d'ordine geofisico, al fine di determinare le caratteristiche sismiche del sito, fisico-meccaniche del sottosuolo.

Alla presente relazione tecnica di indagini indirette sono stati allegati:

- ✓ i report delle indagini geofisiche;
- ✓ la caratterizzazione sismica di sito;
- ✓ la planimetria delle indagini geofisiche.

Per la caratterizzazione di tutti gli elementi utili alla esatta interpretazione dei requisiti *sismo-stratigrafici*, di *amplificazione* di sito e *idrogeologici*, si è proceduto ad una campagna di indagini multidisciplinare che ha consentito, attraverso la correlazione dei diversi dati, di limitare il numero di incertezze e di delineare un modello di sottosuolo affidabile.

Di seguito sono riportate le *indagini* sismiche, geoelettriche.

2 - ANALISI DI MICROTREMORE AMBIENTALE

Le locali caratteristiche geomorfologiche influenzano la risposta sismica del sito; tra i parametri più importanti ricade sicuramente l'acclività del terreno che esaspera le condizioni di stabilità in occasione di un evento sismico. Fenomeni di amplificazione sismica locale possono instaurarsi in presenza di materiali incoerenti o depositi sabbiosi non sufficientemente addensati con presenza di una falda acquifera. Le sollecitazioni dinamiche, che avvengono in occasione di un evento sismico, generano un aumento repentino delle sovrappressioni interstiziali con la possibilità di liquefazione spontanea. Altre situazioni morfologiche particolari, come bordi di terrazzi, linee di cresta, cigli di scarpate o brusche variazioni di pendenza nel versante, possono provocare amplificazioni sismiche e conseguenti aumenti di danni alle strutture. Infine va ricordato che terreni granulari o coesivi poco addensati rispondono agli eventi sismici con frequenze di vibrazione modeste; invece nei terreni molto addensati o rocciosi può essere importante l'interazione tra l'onda sismica e le frequenze di vibrazione proprie dei manufatti.

Allo scopo di localizzare le aree più significative e successivamente:

- determinare la frequenza fondamentale di risonanza del terreno;
- verificare eterogeneità significative (variazioni litostratigrafiche);
- caratterizzare i principali parametri geologico-sismici di sito ove sia richiesta una elevata risoluzione e precisione spaziale;

nel sito interessato dalla progetto in oggetto si è proceduto ad analisi congiunta di inversione di H/V e metodi di array sismico, mediante acquisizioni di:

- **due** registrazioni di rumore ambientale (sismica passiva a stazione singola per l'analisi H/V), in punti ritenuti significativi ed esplicativi della litologia del luogo effettuate con

tromografo digitale Tromino, che utilizza un sistema di acquisizione tri-direzionale costituito da sensori di tipo velocimetrico caratterizzati da alta sensibilità e frequenza propria non superiore ad 1 Hz;



- Acquisizione HVS1 – MASW coda.



- Acquisizione HVS2 – MASW testa.



- Acquisizione HVS3 MASW centro.



- Acquisizione MASW coda.

- **uno** stendimento di sismica attiva per la determinazione della curva di dispersione frequenziale delle onde sismiche con tecniche MASW, metodologia che consente di ottenere un modello verticale di propagazione delle onde di compressione (V_p) e di taglio (V_s), a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh e Love;

Le misure sismiche effettuate ed i parametri calcolati con la strumentazione utilizzata in questo lavoro, il “TROMINO Engineer” e SoiSpy Rosina 25 canali”, utilizzando tecniche di registrazione passive e attive, possono essere utilizzati nell'ambito della nuova normativa vigente in materia di costruzioni (“Nuove Norme tecniche per le costruzioni”, D.M. 14 gennaio 2008), anche per quanto riguarda le opere di fondazione, sostegno e scavo.

Le principali applicazioni possono essere così riassunte:

- calcolo della V_{s30} (obbligatoria ai fini progettuali per la nuova normativa);
- microzonazione sismica (è l'unica tecnica utilizzabile nei centri abitati);

G.A.T. del Dott. Geologo Donato Lacava

Via Sicilia 43 - 85100 - Potenza - (PZ)

[E-Mail..dlacava@tiscali.it](mailto:dlacava@tiscali.it) - Tell. – 0971 34410

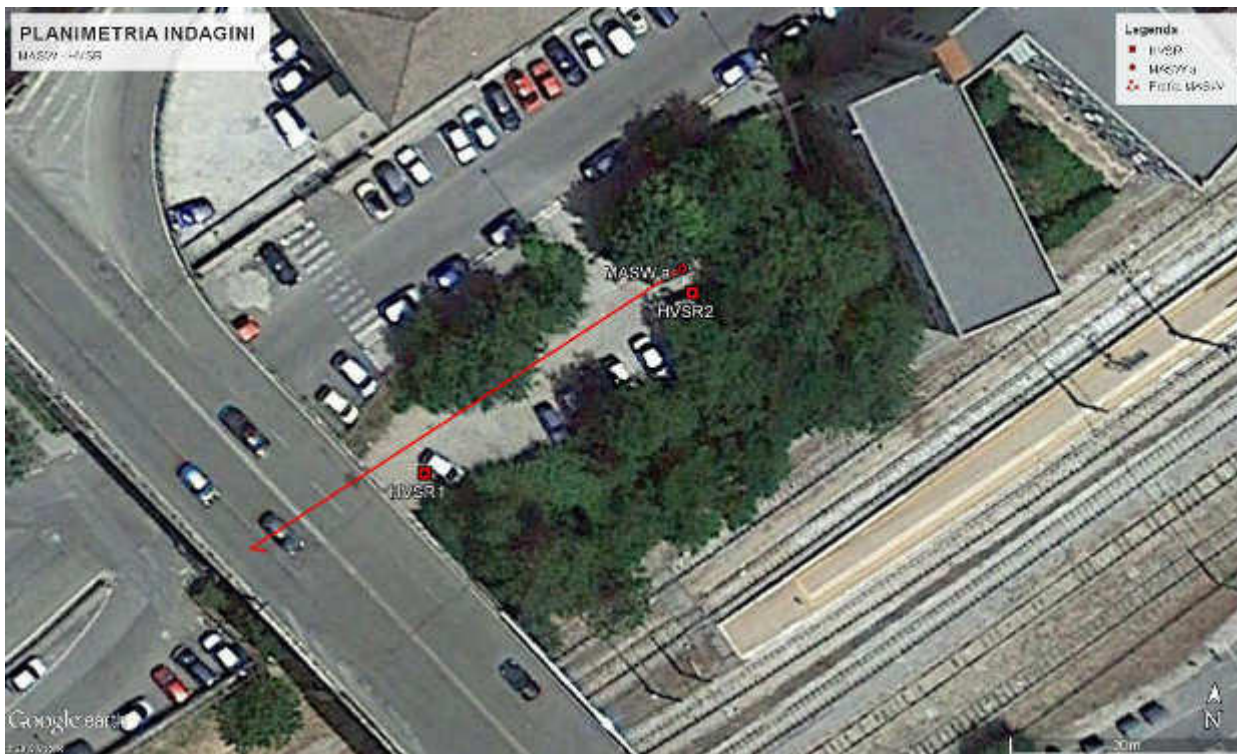
C.F. : LCVDNT72E10G942U

P.I. : 01496670769

- misura della frequenza fondamentale di risonanza del terreno;
- misura della frequenza di risonanza degli edifici preesistenti;
- supporto alle indagini geologico-geotecniche per la caratterizzazione dei terreni di fondazione;
- determinazione della profondità degli strati profondi e basamento;
- ausilio per indagini su dissesti (determinazione della profondità della superficie di taglio, discontinuità litostratigrafiche).

I dettagli della strumentazione e delle tecniche utilizzate per l'investigazione sono esplicitati nei capitoli successivi.

PLANIMETRIA INDAGINI



- HVSR = Registrazione di rumore ambientale a stazione singola, sismica passiva.
- MASW = Sismica attiva per ottenere il modello verticale delle Vs.

3 - IL RUMORE SISMICO (MICROTREMORE AMBIENTALE)

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro. Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale e in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo, in un terreno roccioso e pianeggiante, ha l'andamento illustrato in Figura 1, dove la curva blu rappresenta il rumore di fondo 'minimo' di riferimento, mentre la curva verde rappresenta il 'massimo' di tale rumore, e dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono prodotti delle onde oceaniche sulle coste.

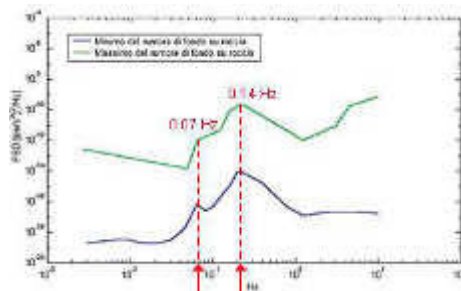


Fig. 1) Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra (secondo USGS). Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

Tali componenti spettrali vengono attenuate relativamente poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A questo rumore di fondo, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ecc.) e naturali. I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S (vedi ad es. Lachet e Bard, 1994), il che spiega la dipendenza di tutta la formulazione dalla velocità di queste ultime. Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, TR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970).

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (Field e Jacob, 1993; Lachet e Bard, 1994; Lermo e Chavez-Garcia, 1993, 1994; Bard, 1998; Ibs-von Seht e Wohlenberg, 1999; Fah et al., 2001; solo per citarne alcune).

4 - BASI TEORICHE DEL METODO H/V

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato. Consideriamo il sistema di Figura 2, in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).

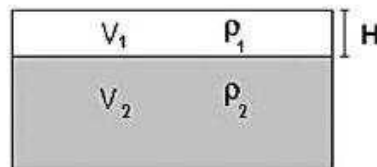


Fig. 2) Mezzo a 2 strati caratterizzati da densità ρ e velocità di propagazione delle onde sismiche V .

Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a

$$f_r = \frac{V_{s1}}{4H} \quad [1]$$

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1].

L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per:

- a) il contenuto in frequenza
- b) la risposta strumentale

c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, sfrutta quindi la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D. L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini (per le basi teoriche si veda ad es. Aki, 1964; Ben-Menahem e Singh, 1981; Arai e Tokimatsu, 2004).

(Tratto da: *Effetti di sito e Vs30: una risposta alla normativa antisismica* Francesco Mulargia, Silvia Castellaro e Piermaria Luigi Rossi)

5 - DESCRIZIONE DELLE PROVE GEOFISICHE IN SITO

Nel sito oggetto di studio, sono state eseguite **due** registrazioni di sismica passiva a stazione singola HVSR, distanziate di circa 30 m l'una dall'altra su un allineamento orientato in direzione circa NE – SO e sovrapposte allo stendimento di sismica attiva MASW che ha una lunghezza di 45 m, orientato alla stessa maniera. L'intersezione dello stendimento MASW, con gli stendimenti ERT_1 e HVSR, coincide con il punto previsto per l'istallazione della pala eolica (vedi Planimetria indagini allegata).

Coordinate dei punti di misura WGS84 UTM33

Name	Latitudine	Longitudine
HVSR 1	568074	4497837
HVSR 2	568096	4497854
MASW_A(Testa)	568095	4497856
MASW_B(Coda)	568059	4497829
DPH 1		
DPH 2		

Tutte le misure di microtremore ambientale, della durata di 20 minuti in campo libero, sono state effettuate con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (TROMINO versione Engineer) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, allo stesso modo anche le terne geofoniche sono state posizionate lungo le tre direzioni del moto sismico.

La messa in stazione dello strumento è stata eseguita a regola, direzionando il Nord strumentale lungo il Nord magnetico e centrando la bolla sferica di cui è fornito, a garanzia dell'orizzontalità del posizionamento dello strumento; i dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 128 Hz e successivamente processati con il programma dedicato "Grilla".

Per migliorare l'accuratezza del dato, in sito è stato realizzato uno stendimento multicanale con strumentazione SoiSpy Rosina 25 canali, distanziando i geofoni di 2.00 m l'uno dall'altro e con geometria a lineare. Sullo stendimento è stata effettuata una prova di sismica attiva di tipo MASW

G.A.T. del Dott. Geologo Donato Lacava

Via Sicilia 43 - 85100 - Potenza - (PZ)

[E-Mail..dlacava@tiscali.it](mailto:dlacava@tiscali.it) - Tell. – 0971 34410

C.F. : LCVDNT72E10G942U

P.I. : 01496670769

(Multichannel Analysis of Surface Waves), utilizzate in fase di processamento dati per la taratura delle acquisizioni di microtremore.

Gli scoppi, sono stati ottenuti mediante percussione con mazza da 10 Kg lateralmente ad una traversina metallica, che sono stati posizionati in testa e in coda allo stendimento.

La metodologia MASW consente di ottenere un modello verticale delle Vs, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Love contenute nel segnale provocato dalle energizzazioni.

Dal segnale registrato sono stati ricavati i grafici di dispersione frequenziale relativi ad ogni Staking, ed il piking è stato eseguito manualmente al centro della curva di dispersione.

La curva di dispersione, ottenuta mediante la procedura sopra citata, è stata invertita creando una serie di modelli sintetici (che contemplano la propagazione delle onde di Love nel modo fondamentale e nei modi superiori, in sistemi multistrato), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alla curva sperimentale.

Per Tromino è possibile eseguire l'analisi spettrale completa delle tracce, calcolo delle curve HVSR per la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo, procedure di pulizia dei tracciati nel dominio del tempo e della frequenza, test sulla significatività dei picchi secondo le linee guida europee, determinazione delle frequenze dei modi di vibrare delle strutture.

G.A.T. del Dott. Geologo Donato Lacava

Via Sicilia 43 - 85100 - Potenza - (PZ)

E-Mail: dlacava@tiscali.it - Tell. - 0971 34410

C.F. : LCVDNT72E10G942U

P.I. : 01496670769

PONTE MUSMECI, HVSR 1

Strumento: TEN-0013/01-07

Inizio registrazione: 02/07/15 17:14:50 Fine registrazione: 02/07/15 17:34:51

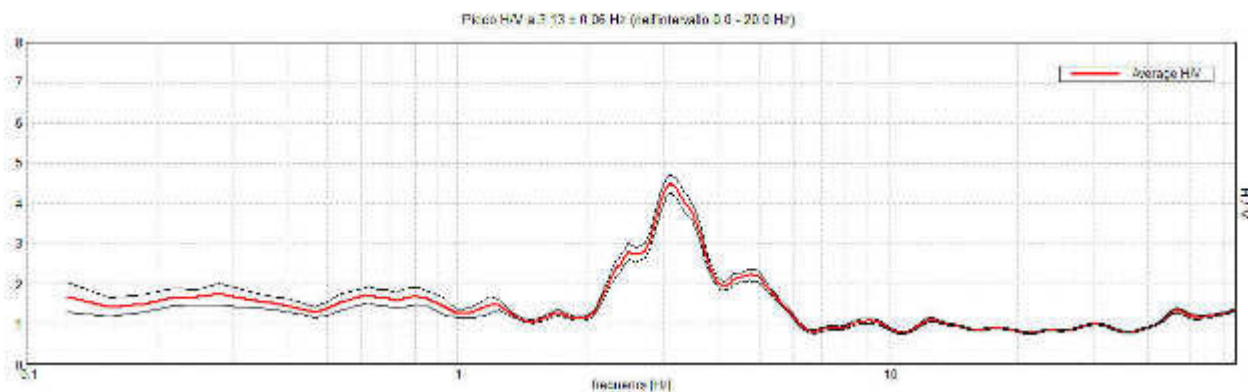
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 87% tracciato (selezione manuale)

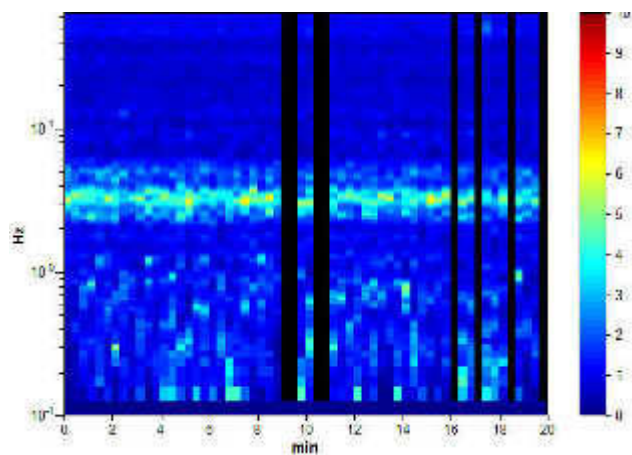
Freq. campionamento: 128 Hz Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window Lisciamento: 10%

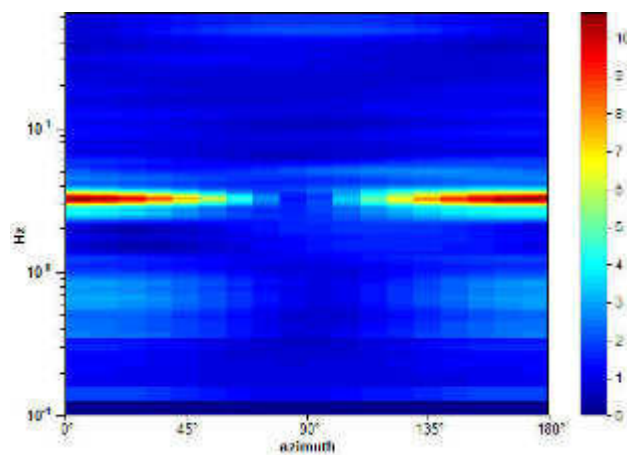
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



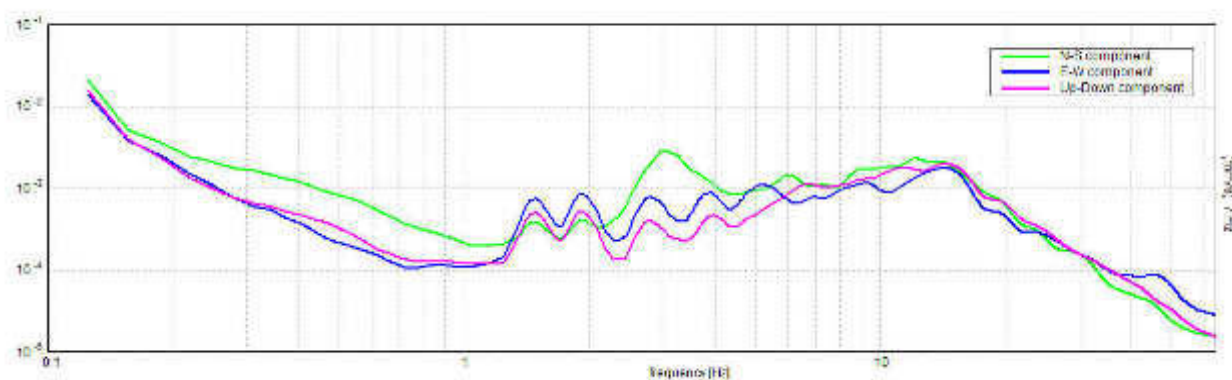
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a 3.13 ± 0.06 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.13 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3250.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 151	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.281 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.938 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.51 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01845 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.05765 < 0.15625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2291 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

G.A.T. del Dott. Geologo Donato Lacava

Via Sicilia 43 - 85100 - Potenza - (PZ)

E-Mail: dlacava@tiscali.it - Tell. - 0971 34410

C.F. : LCVDNT72E10G942U

P.I. : 01496670769

PONTE MUSMECI, HVSR 2

Strumento: TEN-0013/01-07

Inizio registrazione: 02/07/15 17:42:18 Fine registrazione: 02/07/15 18:02:19

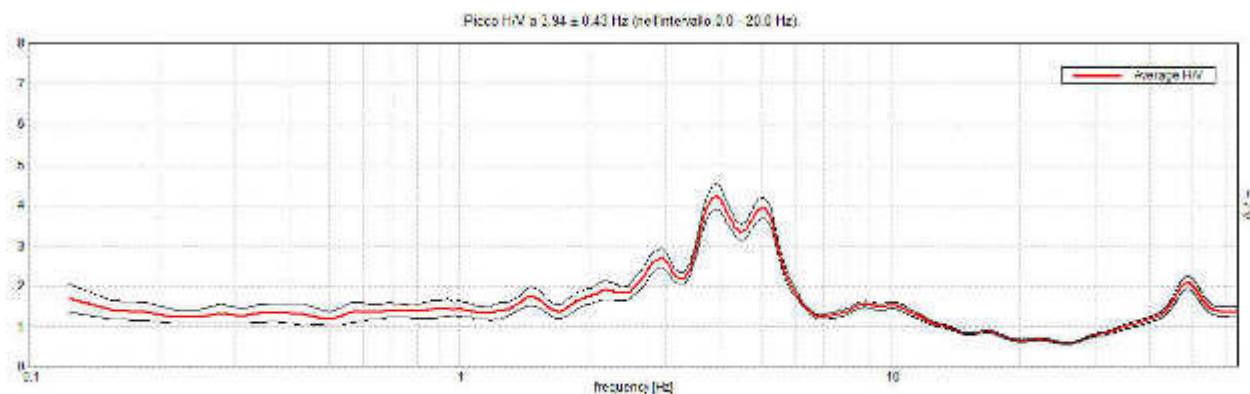
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 75% tracciato (selezione manuale)

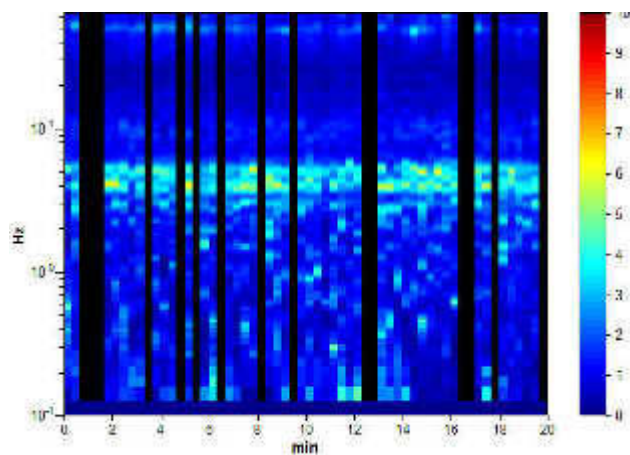
Freq. campionamento: 128 Hz Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window Lisciamento: 10%

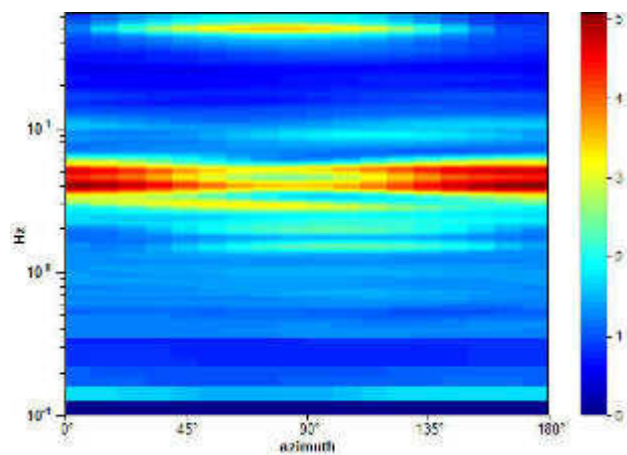
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



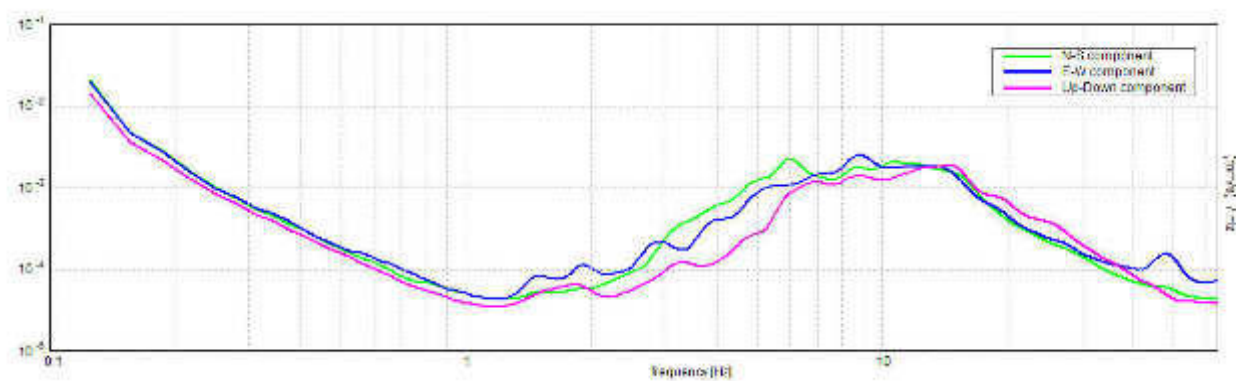
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



G.A.T. del Dott. Geologo Donato Lacava

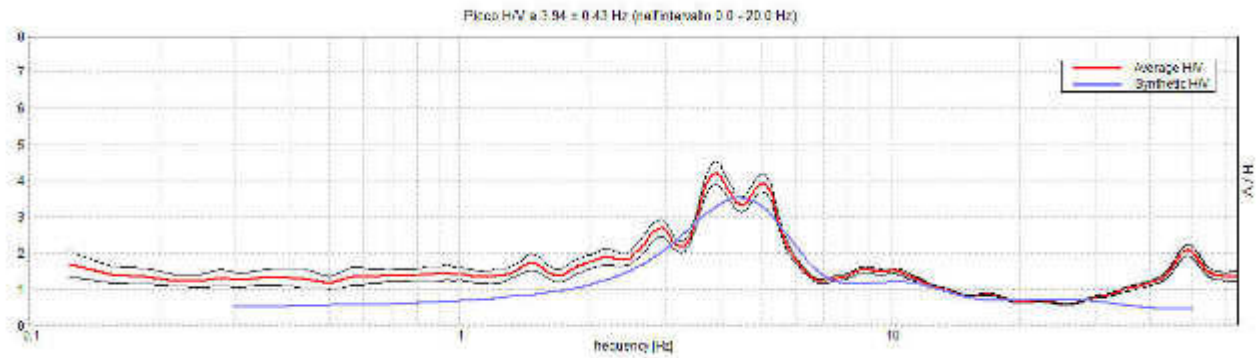
Via Sicilia 43 - 85100 - Potenza - (PZ)

E-Mail..dlacava@tiscali.it - Tell. - 0971 34410

C.F. : LCVDNT72E10G942U

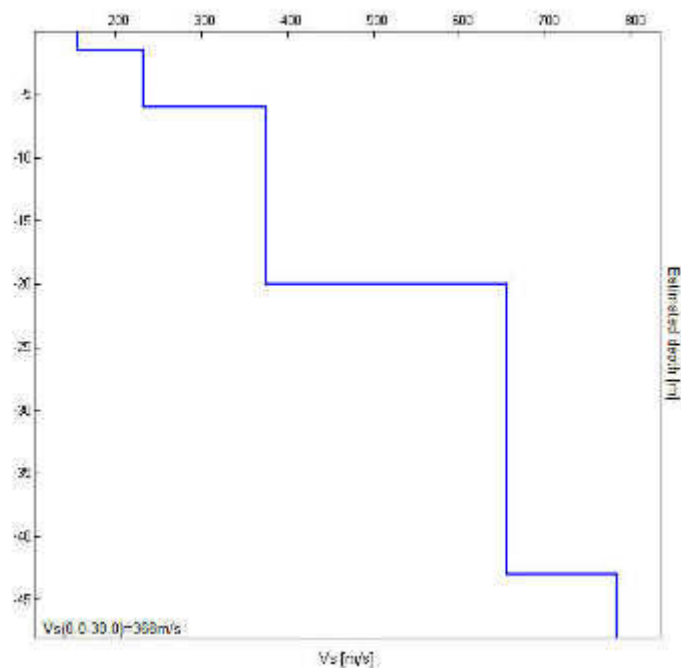
P.I. : 01496670769

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.50	1.50	156	0.38
6.00	4.50	232	0.38
20.00	14.00	375	0.35
43.00	23.00	655	0.35
inf.	inf.	783	0.35

Vs(0.0-30.0)=368m/s



Picco H/V a 3.94 ± 0.43 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.94 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3543.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 190	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

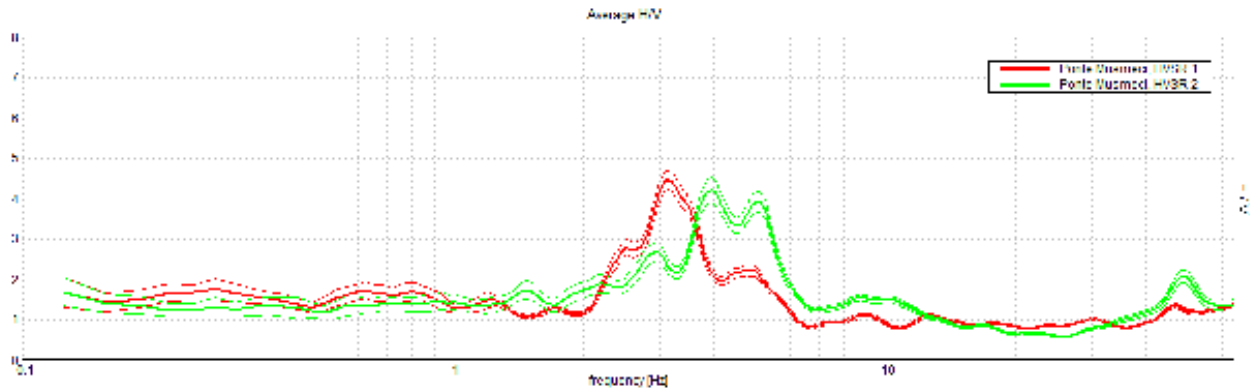
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.594 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.844 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.20 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.10848 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.42713 < 0.19688$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3166 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SPETTRO DI RISPOSTA HVSR 1 – HVSR 2

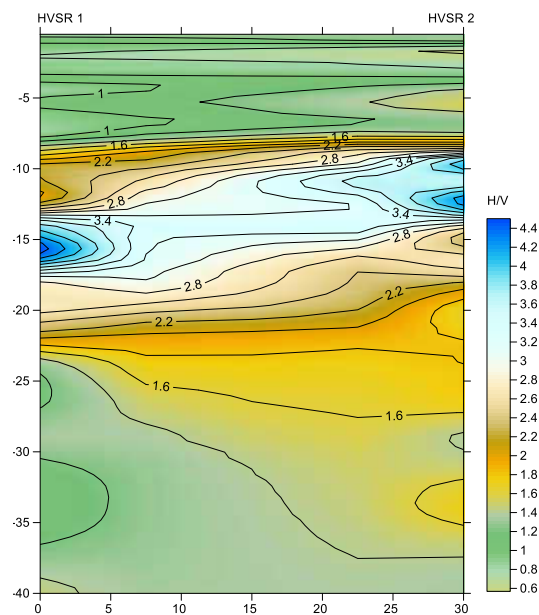


Analizzando gli spettri di risposta di tutte le registrazioni HVSR sovrapposte, si nota che il picco di risonanza più amplificato è presente nelle due misure a frequenze differenti e rispettivamente a circa 3 Hz nella registrazione HVSR 1 e a circa 4 Hz nella registrazione HVSR 2, indicativo di strati immergenti verso la HVSR 1. Il valore dei rapporti spettrali in entrambe le misure è rilevato intorno ai 4 H/V, denunciando un **alto valore di amplificazione locale**.

Alle basse frequenze (1 – 6 Hz) tutte le registrazioni sono praticamente sovrapposte, la persistenza dei picchi e delle depressione degli spettri, delle diverse misure, alle medesime frequenze è indicativo di giaciture sub-orizzontali con valore dei rapporti spettrali, intorno a 1.5 – 2.0 H/V, denunciando un **medio-basso valore di amplificazione locale**.

La registrazione HVSR 2, è stata invertita in fitt congiunto con la misura MASW, pertanto il profilo di Vs risultante è univoco per le due tecniche, questo consente di avere un vincolo alla elaborazione per diminuire l'incertezza insita nelle prove geofisiche.

SEZIONE DEI CONTRASTI DI IMPEDENZA SISMICA DA HVSR



6 - ANALISI MASW

È noto che la propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità, ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda. Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità. Questo comportamento viene definito dispersione in frequenza ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie. Ovviamente le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità, al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie. Il metodo di prospezione sismica MASW utilizza le onde di superficie e si basa su modelli fisico-matematici nei quali il sottosuolo viene schematizzato come una serie di strati sovrapposti con caratteristiche elastiche lineari. Per ogni strato si devono definire quattro parametri: lo spessore **H** dello strato, ad esclusione dell'ultimo considerato infinito; la densità **ρ** dello strato; la velocità di propagazione delle onde di taglio **V_s** all'interno dello strato; il coefficiente di Poisson **ν** .

A partire dai parametri del sottosuolo è quindi possibile ricavare le proprietà dispersive delle onde di Love, per il sito in esame.

Quanto detto rappresenta il problema diretto; quello cioè che a partire dalla conoscenza delle caratteristiche del terreno permette di descrivere la dispersione delle onde di Love.

Nell'analisi dei dati occorre invece affrontare il problema inverso; a partire dalla curva di dispersione rilevata, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri meccanici e sismici. La procedura utilizzata può essere suddivisa in tre fasi:

1. Acquisizione: registrazione e osservazione dei dati sismici "grezzi" contenenti le onde di Love per un intervallo sufficientemente ampio di frequenze. A tale proposito, si è settato lo strumento sismica multicanale SoilSpy Rosina (con geofoni orizzontali a frequenza 4.5 Hz) ad una frequenza di campionamento di 1028 Hz, si è proceduto al posizionamento dello stendimento distanziando i geofoni di 3.00 m l'uno dall'altro, si è poi proseguito sistemando punti di energizzazione in testa e in coda all'antenna sismica.

2. Processing: trattamento dei dati attraverso filtraggio e altre tecniche finalizzate all'estrazione delle caratteristiche di dispersione, in particolare espresse come velocità di fase in funzione della frequenza.

3. Inversione: uso di un modello del terreno che permette di ricavare un profilo monodimensionale della velocità delle onde S ed altri parametri in funzione della profondità. Tutto ciò è quindi possibile sfruttando le relazioni che legano le proprietà meccaniche alla dispersione frequenziale.

La procedura MASW viene presentata nel 1999 in seguito agli studi effettuati dal Kansas Geological Survey (Park et al., 1999). L'acquisizione simultanea di molti canali, che aumentano la ridondanza statistica, insieme alla semplicità delle operazioni, permettono al MASW, metodo attivo, di superare pienamente le limitazioni incontrate con precedenti metodi. Normalmente si accetta l'approssimazione secondo cui la massima profondità di indagine MASW per la quale

G.A.T. del Dott. Geologo Donato Lacava

Via Sicilia 43 - 85100 - Potenza - (PZ)

[E-Mail..dlacava@tiscali.it](mailto:dlacava@tiscali.it) - Tell. – 0971 34410

C.F. : LCVDNT72E10G942U

P.I. : 01496670769

calcolare il valore V_s può essere paragonata alla metà della lunghezza d'onda λ_{max} misurata dai ricevitori (Park et al., 1999), quest'ultima in generale è considerata circa pari alla lunghezza L dello stendimento.

Nel metodo MASW la curva di dispersione viene ricavata dallo spettro selezionando i valori di frequenza e numero d'onda ai quali è associata l'energia massima. A tale proposito si procede con la fase di processamento dati che consiste nella inversione della curva di dispersione ricavata che ci porta alla definizione del profilo verticale delle onde di taglio negli ultimi 30 m di sottosuolo.

Di seguito sono riportate le elaborazioni con tecnica MASW.

G.A.T. del Dott. Geologo Donato Lacava

Via Sicilia 43 - 85100 - Potenza - (PZ)

E-Mail: dlacava@tiscali.it - Tell. - 0971 34410

C.F. : LCVDNT72E10G942U

P.I. : 01496670769

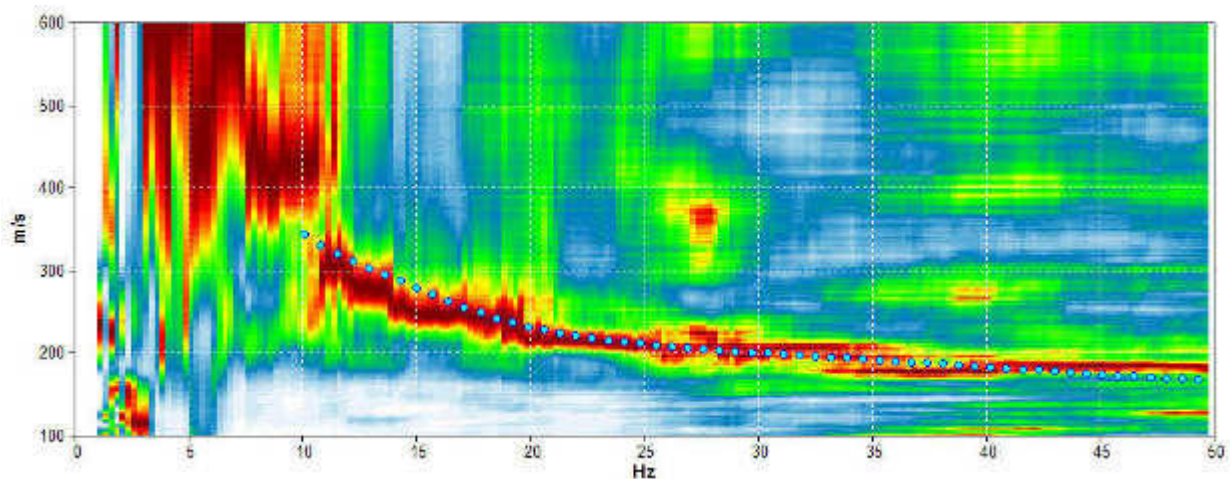
PONTE MUSMECI, MASW

Inizio registrazione: 03/07/15 17:24:47 Fine registrazione: 03/07/15 17:26:08

Durata registrazione: 0h00'01". Freq. campionamento: 1024 Hz

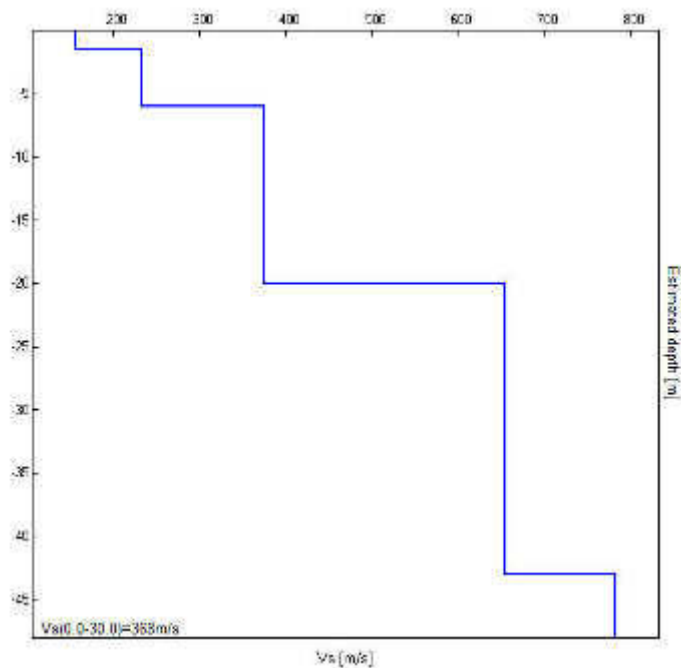
Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.50	1.50	156	0.38
6.00	4.50	232	0.38
20.00	14.00	375	0.35
43.00	23.00	655	0.35
inf.	inf.	783	0.35

Vs(0.0-30.0)=368m/s



7 - VALUTAZIONI SISMO-STRATIGRAFICHE

Il sito investigato in questo lavoro è caratterizzato dal punto di vista sismo-stratigrafico, a partire dal piano campagna, dalla presenza dei seguenti sismostrati:

- **primo sismostrato** costituito da terreno vegetale, con spessore di circa 1.50 m, Vs di 156 m/s, con bassa rigidità sismica;
- **secondo sismostrato** mediamente addensato, con spessore di circa 4.50 m e Vs di 232 m/s, con medio-bassa rigidità sismica;
- **terzo sismostrato**, addensato, spessore di circa 14.00 m, Vs di 375 m/s con medio-buona rigidità sismica.
- **quarto sismostrato**, molto addensato, spessore di circa 23.00 m, Vs di 655 m/s con buona rigidità sismica.
- **i sismostrati sottostanti** sono caratterizzati da Vs superiori a 783 m/s, alta rigidità sismica e non producono altri picchi di risonanza significativi.

La classificazione del terreno di fondazione viene effettuata sulla base del valore di Vs 30 valutato dalla seguente espressione:

$$Vs\ 30 = 30 / \Sigma (h_i / V_i)$$

con **hi** e **Vi** rispettivamente spessore e velocità dello strato iesimo di **N** strati presenti nei primi 30 m di sottosuolo.

Il modello di Vs nei primi 30 m di sottosuolo ci dà informazioni riguardanti gli spessori e le velocità dei singoli sismostrati, per definire l'azione sismica di progetto e la categoria del terreno di fondazione del sito oggetto di studio.

L'amplificazione di sito misurata mediante analisi dei rapporti spettrali H/V rivela ampiezze di valore intorno a 4 H/V alle frequenze di picco, denunciando un **alto valore di amplificazione locale**.

In materia di microzonazione sismica, nel sito oggetto di studio sono stati determinati con le metodologie sopra citate i valori di **Vs30**, che risultano essere di **368 m/s**, calcolata dal p.c. attuale, dato che conferma l'appartenenza del sottosuolo alla categoria **B**.

Alla luce delle categorie previste dalle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", D.M. 14 gennaio 2008, e dalle misure effettuate in sito, i terreni di fondazione esaminati si collocano in categoria **"B"** descritta in normativa come: *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT, 30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu, 30 > 250 kPa nei terreni a grana fina)"*.

INDAGINI PENETROMETRICHE

INDICE

1. INDAGINI PENETROMETRICHE	pag. 1
1.1 Indagine penetrometrica dinamica	1
1.2 Descrizione prove eseguite	3

ALLEGATI

- *DIAGRAMMA COLPI-AVANZAMENTO*
- *TABULATI ELABORAZIONE PROVA*
- *COLONNA STRATIGRAFICA E PARAMETRI GEOTECNICI*

1. INDAGINI PENETROMETRICHE

Le prove sono state condotte in continuo dal piano campagna dopo la rimozione di trovanti superficiali grossolani e riporti addensati; non è stata riscontrata la presenza di falda idrica.

La campagna penetrometrica è stata effettuata il 08.07.2015.

Di seguito viene descritta la metodologia di indagine utilizzata, la descrizione delle prove eseguite e la colonna stratigrafica con i relativi parametri geotecnici; in allegato sono riportati i tabulati delle elaborazioni.

1.1. INDAGINE PENETROMETRICA DINAMICA

Le prove penetrometriche dinamiche (**DPM**) fanno parte delle prove geotecniche in sito e sono state eseguite con il penetrometro DM-30 della *DEEP DRILL*: un penetrometro dinamico medio, con maglio di 30 kg ed altezza di caduta di 20 cm.

L'attrezzatura e la metodologia di misura utilizzate sono in conformità con la classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici; le specifiche tecniche sono riportate in allegato.

La prova consiste nel contare i numeri di colpi di maglio necessari ad infiggere nel terreno una punta conica per ogni intervallo di 10 cm, fino ad ottenere un rifiuto nell'avanzamento. Si ricava una indicazione della *resistenza dinamica del terreno alla punta (Rpd)*, in funzione del numero dei colpi, riportata come documentazione sia in tabella che in diagramma.

Da una elaborazione statistica dei numeri di colpi (**N₁₀**) ricavati lungo la verticale d'indagine, considerati per intervalli di terreno scelti a discrezione dell'operatore, si ricava il numero dei colpi della prova SPT (**N_{spt}**) tramite un *coefficiente di correlazione teorico* che dipende dalle caratteristiche strumentali e varia con la profondità dell'indagine.

Sugli stessi intervalli lungo la verticale, dal numero di colpi N_{spt}, si ricavano i principali parametri geotecnici presumendo la natura dei terreni attraversati (granulari, coesivi o entrambi i caratteri).

La documentazione della prova riportata in allegato, consiste in :

- **Diagramma** con: N° colpi-avanzamento punta, Valori di Resistenza alla Punta (Rpd) e

Interpretazione stratigrafica.

- **Tabelle** con stima dei Parametri Geotecnici ricavati e correlazione usata.

Nella stima dei parametri geotecnici, ma anche nell'interpretazione stratigrafica, sono riportati gli *strati* con una numerazione crescente dall'alto verso il basso.

Questi sono individuati considerando le caratteristiche di resistenza alla penetrazione che indica caratteristiche litologiche diverse lungo la verticale d'indagine: aumenti o diminuzioni brusche dei numeri di colpi-punta individuano variazioni dello stato di consistenza e presumibilmente variazioni di litologia.

L'elaborazione attraverso il software *Dynamic Probing* della GeoStru Software prevede la distinzione dei caratteri litologici nei due gruppi principali: *coesivi* e *incoerenti* a cui vengono riferiti i parametri geotecnici ricavati e presentati in tabelle separate.

Uno stesso strato può rientrare in entrambi gruppi se presenta una composizione mista (es. limi sabbiosi, sabbie limose..), oppure presentare soltanto una caratteristica strutturale predominante (sabbie o argille pure). In questo caso vengono forniti ugualmente tutti e due i gruppi di parametri ricavati per avere un quadro completo sul tipo di terreno indagato.

I dati tabellati, riportati in allegato, vengono presentati iniziando dai *terreni coesivi*, a seguire quelli *incoerenti*.

Per tutti i parametri viene riportato l'Autore che ne ha sviluppato la correlazione. Quindi la scelta dei parametri geotecnici degli strati, da parte del Tecnico Progettista, può essere fatta confrontando agevolmente i risultati e considerando una media degli stessi nel caso in cui gli strati abbiano una composizione litologica mista (sia coesiva che incoerente).

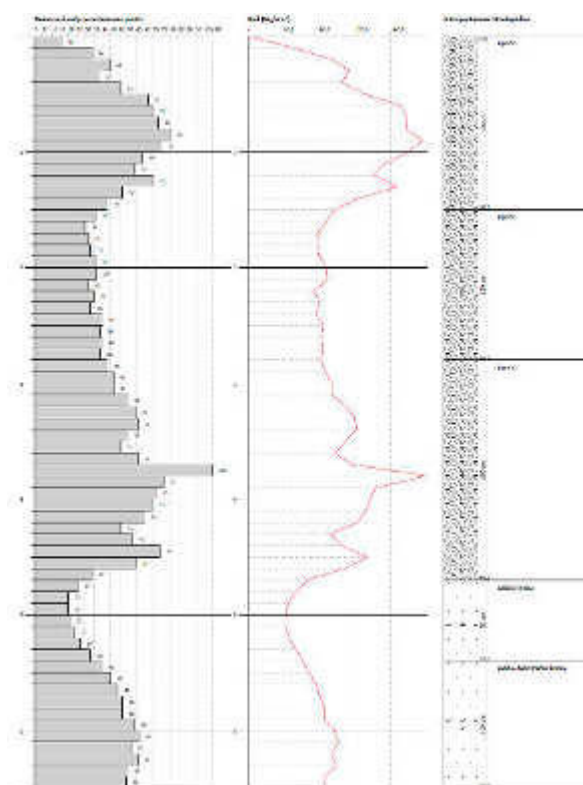
La risoluzione minima degli strati è di 10 cm, cioè il passo di lettura effettuato durante l'acquisizione in campagna.

1.2. DESCRIZIONE PROVE ESEGUITE

DPM 1

La prova è stata eseguita in continuo dal piano campagna, dopo aver rimosso alcuni trovanti superficiali, fino alla profondità di 6,5 m ed ha individuato prevalentemente dei terreni sabbioso-limoso-ghiaiosi alterati con diverso grado di addensamento in copertura a delle sabbie limose. Non è stata rilevata la presenza di falda idrica.

- Da quota 0,0 fino a 1,5 m si rinvencono delle *sabbie e ghiaie di riporto*, consistenti ed addensate (N_{10} medio = 58,6 colpi-avanzamento).
- Da 1,5 m fino a 2,8 m si rinvencono delle *sabbie limose alterate*, consistenti e moderatamente addensate (N_{10} medio = 35,5 colpi-avanzamento).
- Da 2,8 m e fino a 4,7 m di profondità si rinvencono delle *sabbie con limo*, probabilmente ancora materiale di riporto, consistenti ed addensate, con N_{10} medio = 60,3 colpi.
- Da 4,7 m fino a 5,4 m di profondità si rinvencono delle *sabbie limose* molto consistenti e moderatamente addensate, con N_{10} medio = 24,3 colpi.
- Da 5,4 m fino a 6,5 m di profondità si rinvencono infine delle *sabbie debolmente limose* estremamente consistenti e addensate, con N_{10} medio = 53,2 colpi.



DPM 1

COMUNE DI POTENZA

Intervento F.S.C. 2007/2013 – BAR1-07 denominato “La Nuova Stazione Centrale” - CUP B39D11000240006. CIG Z4F151F73A.



DPM 1

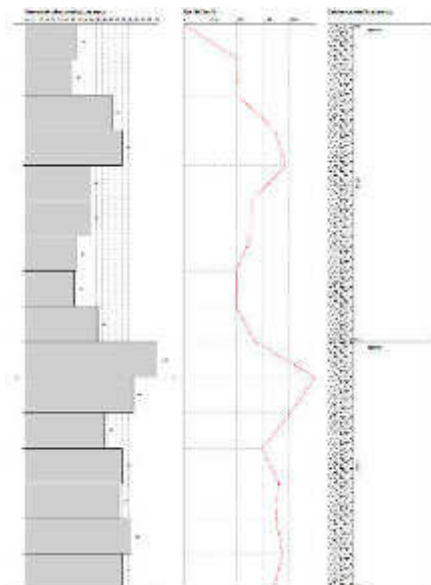
DPM 2

La prova è stata eseguita in continuo dal piano campagna, dopo aver rimosso alcuni trovanti superficiali, fino alla profondità di 1,6 m ed ha individuato prevalentemente dei terreni sabbioso-limoso-ghiaiosi alterati con diverso grado di addensamento. Non è stata rilevata la presenza di falda idrica.

- Da quota 0,0 fino a 0,9 m si rinvencono delle *sabbie e ghiaie di riporto*, consistenti ed addensate (N_{10} medio = 50 colpi-avanzamento).
- Da 0,9 m fino a 1,6 m si rinvencono delle *sabbie limose e trovanti*, consistenti e estremamente addensate (N_{10} medio = 75,2 colpi-avanzamento).
La prova termina a questa profondità per la presenza di trovanti impenetrabili.

COMUNE DI POTENZA

Intervento F.S.C. 2007/2013 – BAR1-07 denominato “La Nuova Stazione Centrale” - CUP B39D11000240006. CIG Z4F151F73A.



DPM 2



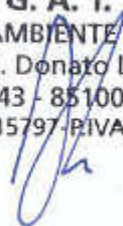
DPM 2

COMUNE DI POTENZA

Intervento F.S.C. 2007/2013 – BAR1-07 denominato “La Nuova Stazione Centrale” - CUP B39D11000240006. CIG Z4F151F73A.

LA DITTA

G. A. T.
GEOLOGIA AMBIENTE TERRITORIO
del Geol. Donato LACAVA
Via Sicilia, 43 - 85100 POTENZA
C.C.I.A.A. PZ/115797 - RIVA01496670769



ALLEGATI

- *DIAGRAMMA COLPI-AVANZAMENTO*
- *TABULATI ELABORAZIONE PROVA*
- *COLONNA STRATIGRAFICA E PARAMETRI GEOTECNICI*

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Comune di Potenza
 Cantiere: La Nuova Stazione Centrale-Intervento F.S.C. 2007/2013
 Località: F. 48 P.IIa1173 - Potenza

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DM 30 - Deep Drill

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	13,6 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	0,7 m
Peso aste a metro	2,2 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,75 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,766
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

Classificazione ISSMFE (1988) delle sonde Penetrometriche dinamiche

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa battente in Kg
Leggero	DPL (Light)	M<10
Medio	DPM (Medium)	10<M<40
Pesante	DPH (Heavy)	40<M<60
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	M>60

OPERATORE
 Donato Lacava

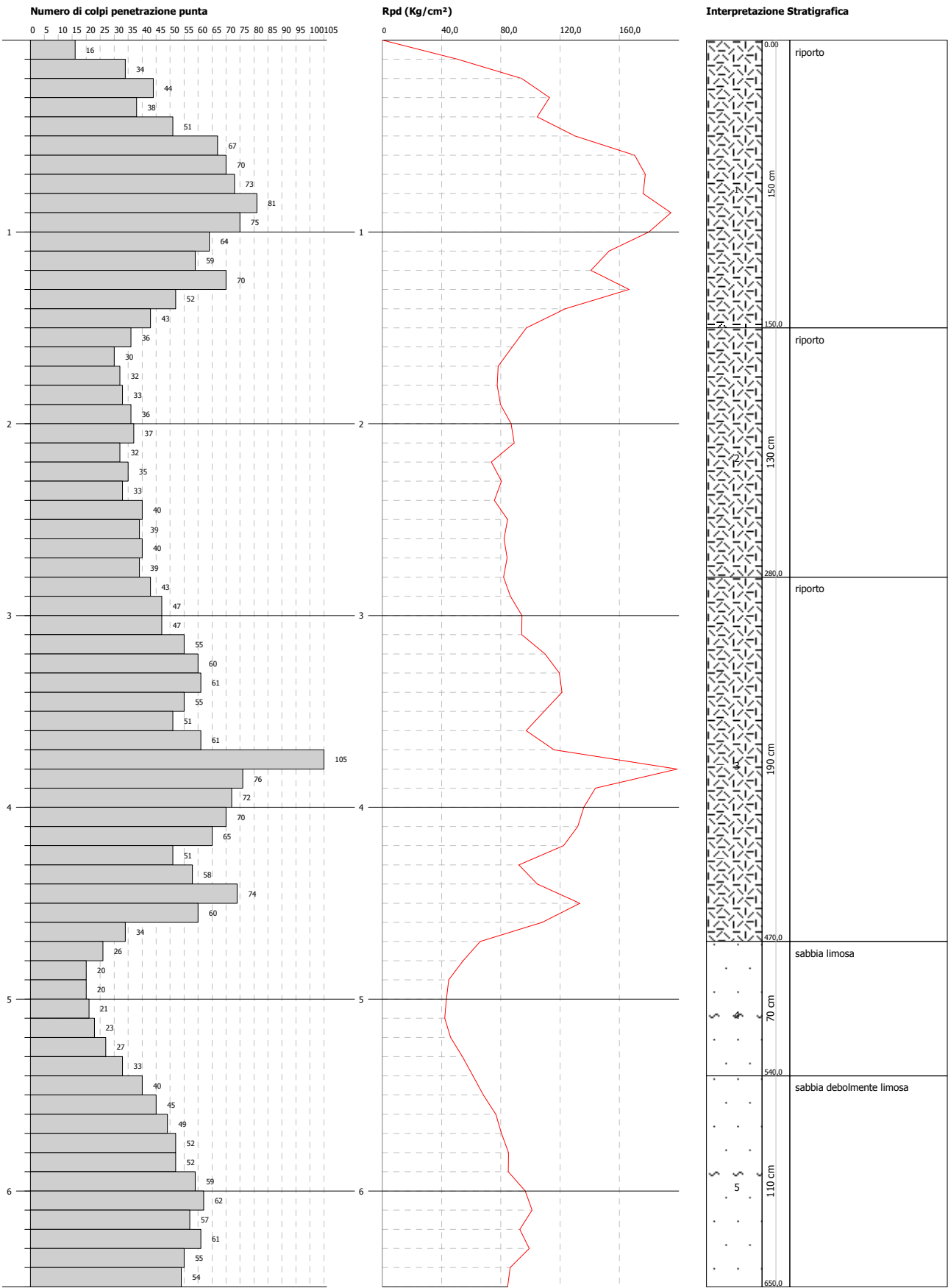
RESPONSABILE
 Donato Lacava

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 1
Strumento utilizzato... DM 30 - Deep Drill
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Comune di Potenza
Cantiere : La Nuova Stazione Centrale-Intervento F.S.C. 2007/2013
Località : F. 48 P.la1173

Data :08/07/2015

Scala 1:29



COMUNE DI POTENZA

Intervento F.S.C. 2007/2013 – BAR1-07 denominato “La Nuova Stazione Centrale” - CUP B39D11000240006. CIG Z4F151F73A.

PROVA ...DPM 1

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data
Profondità prova
Falda non rilevata

DM 30 - Deep Drill
08/07/2015
6,50 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	16	0,807	50,72	62,88	2,54	3,14
0,20	34	0,705	94,16	133,62	4,71	6,68
0,30	44	0,653	112,87	172,93	5,64	8,65
0,40	38	0,701	104,66	149,35	5,23	7,47
0,50	51	0,649	130,06	200,44	6,50	10,02
0,60	67	0,647	170,37	263,32	8,52	13,17
0,70	70	0,645	177,49	275,11	8,87	13,76
0,80	73	0,643	176,11	273,75	8,81	13,69
0,90	81	0,642	194,87	303,75	9,74	15,19
1,00	75	0,640	179,93	281,25	9,00	14,06
1,10	64	0,638	153,12	240,00	7,66	12,00
1,20	59	0,636	140,77	221,25	7,04	11,06
1,30	70	0,635	166,57	262,50	8,33	13,13
1,40	52	0,633	123,41	195,00	6,17	9,75
1,50	43	0,631	97,32	154,18	4,87	7,71
1,60	36	0,680	87,72	129,08	4,39	6,45
1,70	30	0,728	78,30	107,57	3,92	5,38
1,80	32	0,676	77,60	114,74	3,88	5,74
1,90	33	0,675	79,84	118,33	3,99	5,92
2,00	36	0,673	86,90	129,08	4,34	6,45
2,10	37	0,672	89,11	132,67	4,46	6,63
2,20	32	0,670	73,66	109,92	3,68	5,50
2,30	35	0,669	80,39	120,23	4,02	6,01
2,40	33	0,667	75,63	113,36	3,78	5,67
2,50	40	0,616	84,60	137,40	4,23	6,87
2,60	39	0,614	82,29	133,97	4,11	6,70
2,70	40	0,613	84,20	137,40	4,21	6,87
2,80	39	0,611	81,91	133,97	4,10	6,70
2,90	43	0,610	86,48	141,76	4,32	7,09
3,00	47	0,609	94,31	154,95	4,72	7,75
3,10	47	0,607	94,10	154,95	4,71	7,75
3,20	55	0,606	109,88	181,32	5,49	9,07
3,30	60	0,605	119,61	197,80	5,98	9,89
3,40	61	0,603	121,34	201,10	6,07	10,05
3,50	55	0,602	109,18	181,32	5,46	9,07
3,60	51	0,601	97,11	161,62	4,86	8,08
3,70	61	0,600	115,92	193,31	5,80	9,67
3,80	105	0,598	199,12	332,75	9,96	16,64
3,90	76	0,597	143,84	240,85	7,19	12,04
4,00	72	0,596	135,99	228,17	6,80	11,41
4,10	70	0,595	131,96	221,83	6,60	11,09
4,20	65	0,594	122,29	205,99	6,11	10,30
4,30	51	0,593	92,20	155,59	4,61	7,78
4,40	58	0,591	104,65	176,95	5,23	8,85
4,50	74	0,590	133,27	225,76	6,66	11,29
4,60	60	0,589	107,86	183,05	5,39	9,15
4,70	34	0,638	66,20	103,73	3,31	5,19
4,80	26	0,687	54,50	79,32	2,73	3,97
4,90	20	0,736	44,91	61,02	2,25	3,05
5,00	20	0,735	43,24	58,82	2,16	2,94
5,10	21	0,684	42,25	61,76	2,11	3,09
5,20	23	0,683	46,20	67,65	2,31	3,38

COMUNE DI POTENZA

Intervento F.S.C. 2007/2013 – BAR1-07 denominato “La Nuova Stazione Centrale” - CUP B39D11000240006. CIG Z4F151F73A.

5,30	27	0,682	54,16	79,41	2,71	3,97
5,40	33	0,631	61,25	97,06	3,06	4,85
5,50	40	0,580	68,24	117,65	3,41	5,88
5,60	45	0,579	76,65	132,35	3,83	6,62
5,70	49	0,578	80,44	139,12	4,02	6,96
5,80	52	0,577	85,23	147,63	4,26	7,38
5,90	52	0,576	85,09	147,63	4,25	7,38
6,00	59	0,575	96,40	167,51	4,82	8,38
6,10	62	0,575	101,14	176,03	5,06	8,80
6,20	57	0,574	92,85	161,83	4,64	8,09
6,30	61	0,573	99,21	173,19	4,96	8,66
6,40	55	0,572	86,33	150,91	4,32	7,55
6,50	54	0,571	84,63	148,17	4,23	7,41

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM 1**TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 4	18,61	5,40	Shioi - Fukui (1982)	0,47
Strato 5	40,75	6,50	Shioi - Fukui (1982)	1,02

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 4	18,61	5,40	Robertson (1983)	27,92
Strato 5	40,75	6,50	Robertson (1983)	61,13

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 4	18,61	5,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	191,6
Strato 5	40,75	6,50	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	417,42

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 4	18,61	5,40	D'Appollonia ed altri 1983	186,1
Strato 5	40,75	6,50	D'Appollonia ed altri 1983	407,5

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 4	18,61	5,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 5	40,75	6,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 4	18,61	5,40	Meyerhof ed altri	2,09
Strato 5	40,75	6,50	Meyerhof ed altri	2,58

COMUNE DI POTENZA

Intervento F.S.C. 2007/2013 – BAR1-07 denominato “La Nuova Stazione Centrale” - CUP B39D11000240006. CIG Z4F151F73A.

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 4	18,61	5,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---
Strato 5	40,75	6,50	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,77

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	44,92	1,50	44,92	Skempton (1986)	100,0
Strato 2	27,22	2,80	27,22	Skempton (1986)	92,71
Strato 3	46,16	4,70	46,16	Skempton (1986)	95,28
Strato 4	18,61	5,40	18,61	Skempton (1986)	52,46
Strato 5	40,75	6,50	40,75	Skempton (1986)	70,92

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	44,92	1,50	44,92	Meyerhof (1956)	27,83
Strato 2	27,22	2,80	27,22	Meyerhof (1956)	22,78
Strato 3	46,16	4,70	46,16	Meyerhof (1956)	28,19
Strato 4	18,61	5,40	18,61	Meyerhof (1965)	32,23
Strato 5	40,75	6,50	40,75	Meyerhof (1965)	36,96

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	44,92	1,50	44,92	Schultze-Menzenbach Sabbia ghiaiosa	615,36
Strato 2	27,22	2,80	27,22	Schultze-Menzenbach Sabbia ghiaiosa	406,5
Strato 3	46,16	4,70	46,16	Schultze-Menzenbach Sabbia ghiaiosa	629,99
Strato 4	18,61	5,40	18,61	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	143,73
Strato 5	40,75	6,50	40,75	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	261,08

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	44,92	1,50	44,92	Menzenbach e Malcev	524,93
Strato 2	27,22	2,80	27,22	Menzenbach e Malcev	333,06
Strato 3	46,16	4,70	46,16	Menzenbach e Malcev	538,37

COMUNE DI POTENZA

Intervento F.S.C. 2007/2013 – BAR1-07 denominato “La Nuova Stazione Centrale” - CUP B39D11000240006. CIG Z4F151F73A.

Strato 4	18,61	5,40	18,61	Menzenbach e Malcev	121,0
Strato 5	40,75	6,50	40,75	Menzenbach e Malcev	219,74

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	44,92	1,50	44,92	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 2	27,22	2,80	27,22	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	46,16	4,70	46,16	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 4	18,61	5,40	18,61	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	40,75	6,50	40,75	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	44,92	1,50	44,92	Meyerhof ed altri	2,22
Strato 2	27,22	2,80	27,22	Meyerhof ed altri	2,11
Strato 3	46,16	4,70	46,16	Meyerhof ed altri	2,22
Strato 4	18,61	5,40	18,61	Meyerhof ed altri	1,97
Strato 5	40,75	6,50	40,75	Meyerhof ed altri	2,20

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	44,92	1,50	44,92	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 2	27,22	2,80	27,22	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 3	46,16	4,70	46,16	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 4	18,61	5,40	18,61	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97
Strato 5	40,75	6,50	40,75	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	44,92	1,50	44,92	(A.G.I.)	0,26
Strato 2	27,22	2,80	27,22	(A.G.I.)	0,3
Strato 3	46,16	4,70	46,16	(A.G.I.)	0,26
Strato 4	18,61	5,40	18,61	(A.G.I.)	0,32
Strato 5	40,75	6,50	40,75	(A.G.I.)	0,27

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	44,92	1,50	44,92	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi	1278,06

COMUNE DI POTENZA

Intervento F.S.C. 2007/2013 – BAR1-07 denominato “La Nuova Stazione Centrale” - CUP B39D11000240006. CIG Z4F151F73A.

				(1982)	
Strato 2	27,22	2,80	27,22	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	941,08
Strato 3	46,16	4,70	46,16	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	1299,50
Strato 4	18,61	5,40	18,61	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	745,98
Strato 5	40,75	6,50	40,75	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	1204,20

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	44,92	1,50	44,92		368,62
Strato 2	27,22	2,80	27,22		286,95
Strato 3	46,16	4,70	46,16		373,68
Strato 4	18,61	5,40	18,61		237,27
Strato 5	40,75	6,50	40,75		351,1

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	44,92	1,50	44,92	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 2	27,22	2,80	27,22	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35
Strato 3	46,16	4,70	46,16	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 4	18,61	5,40	18,61	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 5	40,75	6,50	40,75	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	44,92	1,50	44,92	Navfac 1971-1982	7,50
Strato 2	27,22	2,80	27,22	Navfac 1971-1982	5,21
Strato 3	46,16	4,70	46,16	Navfac 1971-1982	7,66
Strato 4	18,61	5,40	18,61	Navfac 1971-1982	3,80
Strato 5	40,75	6,50	40,75	Navfac 1971-1982	6,98

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

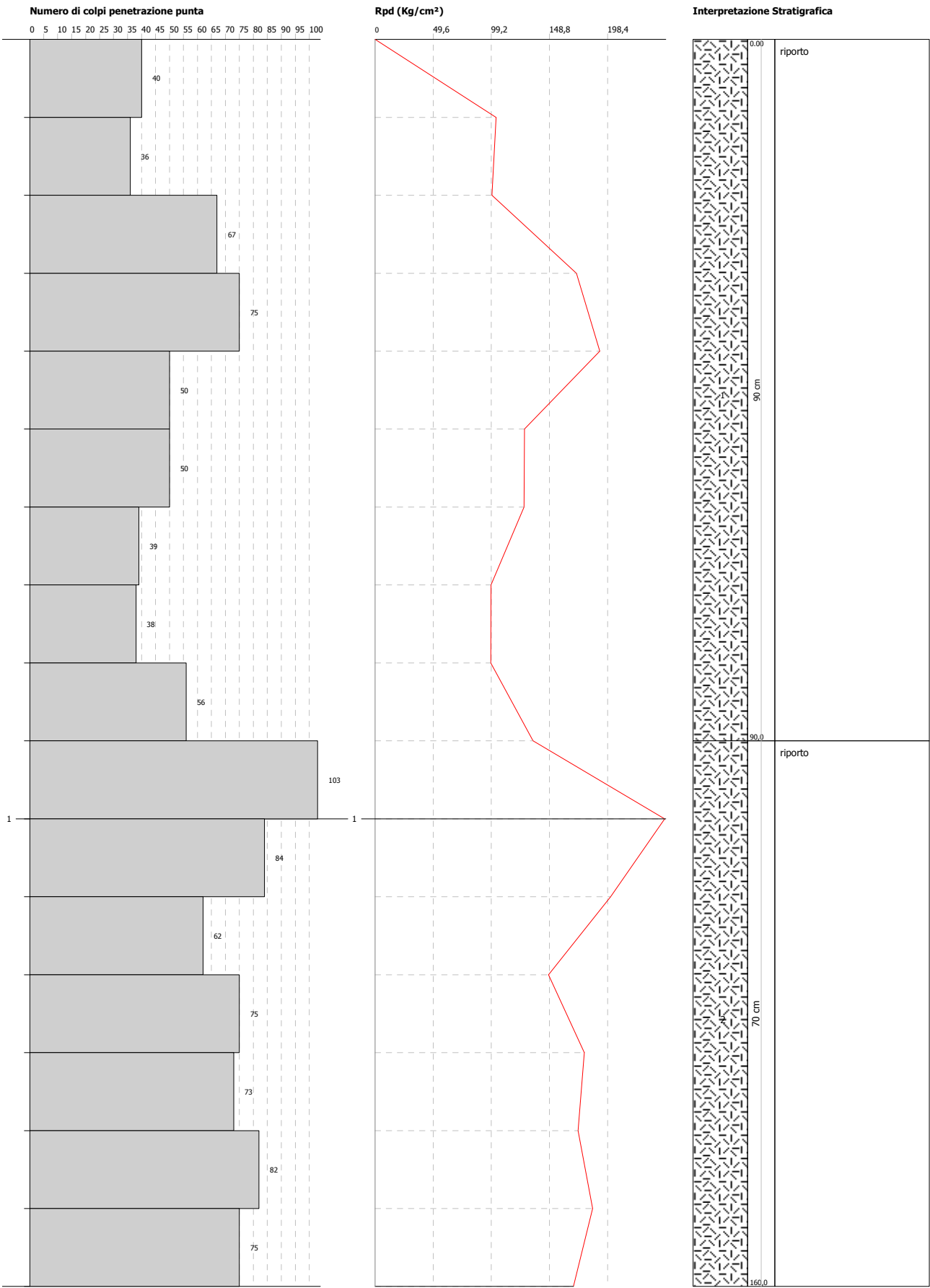
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	44,92	1,50	44,92	Robertson (1983)	179,68
Strato 2	27,22	2,80	27,22	Robertson (1983)	108,88
Strato 3	46,16	4,70	46,16	Robertson (1983)	184,64
Strato 4	18,61	5,40	18,61	Robertson (1983)	55,83
Strato 5	40,75	6,50	40,75	Robertson (1983)	122,25

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 2
Strumento utilizzato... DM 30 - Deep Drill
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Comune di Potenza
Cantiere : La Nuova Stazione Centrale-Intervento F.S.C. 2007/2013
Località : F. 48 P.la1173

Data :08/07/2015

Scala 1:7



PROVA ...DPM 2

Strumento utilizzato... DM 30 - Deep Drill
 Prova eseguita in data 08/07/2015
 Profondità prova 1,60 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	40	0,657	103,22	157,21	5,16	7,86
0,20	36	0,705	99,69	141,48	4,98	7,07
0,30	67	0,653	171,87	263,32	8,59	13,17
0,40	75	0,651	191,82	294,76	9,59	14,74
0,50	50	0,649	127,51	196,51	6,38	9,83
0,60	50	0,647	127,14	196,51	6,36	9,83
0,70	39	0,645	98,89	153,28	4,94	7,66
0,80	38	0,693	98,80	142,50	4,94	7,13
0,90	56	0,642	134,72	210,00	6,74	10,50
1,00	103	0,640	247,11	386,25	12,36	19,31
1,10	84	0,638	200,97	315,00	10,05	15,75
1,20	62	0,636	147,93	232,50	7,40	11,63
1,30	75	0,635	178,47	281,25	8,92	14,06
1,40	73	0,633	173,25	273,75	8,66	13,69
1,50	82	0,631	185,59	294,02	9,28	14,70
1,60	75	0,630	169,30	268,92	8,47	13,45

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPM 2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	38,38	0,90	38,38	Skempton (1986)	100,0
Strato 2	57,58	1,60	57,58	Skempton (1986)	100,0

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	38,38	0,90	38,38	Meyerhof (1956)	25,97
Strato 2	57,58	1,60	57,58	Meyerhof (1956)	31,45

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	38,38	0,90	38,38	Schultze-Menzenbach Sabbia ghiaiosa	538,18
Strato 2	57,58	1,60	57,58	Schultze-Menzenbach Sabbia ghiaiosa	764,74

COMUNE DI POTENZA

Intervento F.S.C. 2007/2013 – BAR1-07 denominato “La Nuova Stazione Centrale” - CUP B39D11000240006. CIG Z4F151F73A.

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	38,38	0,90	38,38	Menzenbach e Malcev	454,04
Strato 2	57,58	1,60	57,58	Menzenbach e Malcev	662,17

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	38,38	0,90	38,38	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 2	57,58	1,60	57,58	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	38,38	0,90	38,38	Meyerhof ed altri	2,19
Strato 2	57,58	1,60	57,58	Meyerhof ed altri	2,27

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	38,38	0,90	38,38	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 2	57,58	1,60	57,58	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	38,38	0,90	38,38	(A.G.I.)	0,28
Strato 2	57,58	1,60	57,58	(A.G.I.)	0,24

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	38,38	0,90	38,38	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	1160,91
Strato 2	57,58	1,60	57,58	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	1487,43

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	38,38	0,90	38,38		340,73
Strato 2	57,58	1,60	57,58		417,35

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	38,38	0,90	38,38	Seed (1979)	> 0.35

COMUNE DI POTENZA

Intervento F.S.C. 2007/2013 – BAR1-07 denominato “La Nuova Stazione Centrale” - CUP B39D11000240006. CIG Z4F151F73A.

				(Sabbie e ghiaie)	
Strato 2	57,58	1,60	57,58	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0,35

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	38,38	0,90	38,38	Navfac 1971-1982	6,69
Strato 2	57,58	1,60	57,58	Navfac 1971-1982	9,42

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	38,38	0,90	38,38	Robertson (1983)	153,52
Strato 2	57,58	1,60	57,58	Robertson (1983)	230,32

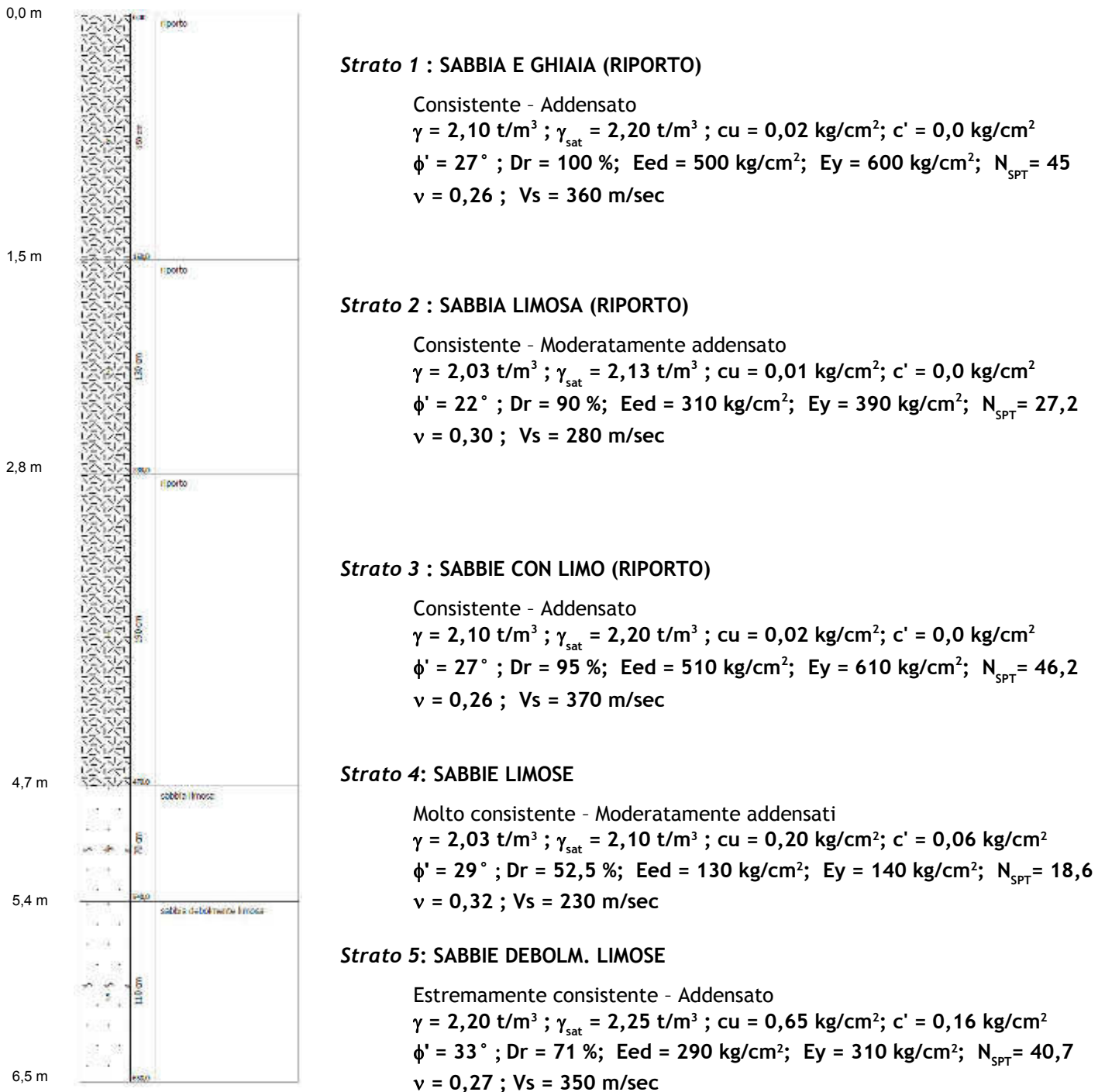
COLONNA STRATIGRAFICA e PARAMETRI GEOTECNICI MEDI

COMUNE DI POTENZA

Intervento F.S.C. 2007/2013 – BAR1-07 denominato “La Nuova Stazione Centrale”
CUP B39D11000240006. CIG Z4F151F73A.

Profondità inizio prove:
Falda:

piano campagna
Non rilevata



N.B. : I parametri qui riportati sono più cautelativi rispetto a quelli ricavati nell'elaborazione dell'indagine.

γ = peso di volume γ_{sat} = peso di vol. saturo c_u = coesione non drenata c' = coesione efficace ϕ' = angolo di resistenza al taglio efficace Dr = densità relativa
 E_{ed} = modulo edometrico E_y = modulo di Young N_{SPT} = numero colpi SPT standard ν = modulo di Poisson V_s = velocità onde di taglio

COMUNE DI POTENZA

Provincia di Potenza

Oggetto: Relazione geologica per l'intervento F.S.C. 2007-2013 –
BAR1-07 DENOMINATO “LA NUOVA STAZIONE
CENTRALE” (CUP B39D11000240006)

Ubicazione: Via G. Marconi
Potenza
Foglio di mappa n. 48 - particelle n. 1173, 2992, 2994

Committente: COMUNE DI POTENZA

RELAZIONE GEOLOGICA

ALLEGATO3: stratigrafia sondaggio consultato + certificati prove di laboratorio

Sondaggio n°1

Committente

Arch. Antonio Vicario

Località

Piazzale G. Marconi - Potenza

Data

09/09/1997

RAPP.
GRAFICA

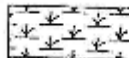
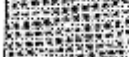
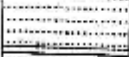
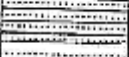
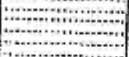
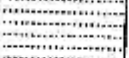
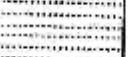
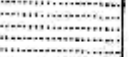
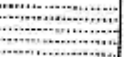
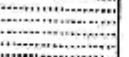
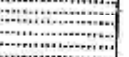
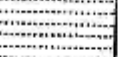
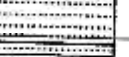
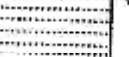
LITOLOGIA

FALDA

PIEZ.

N.S.P.T.

CAMP.

0		Materiale di riporto costituito da ghiaie e sabbie grossolane.				
1		Sabbie limose e limi sabbiosi giallastri, alterati, con sottili livelli di argille limose.				
2		Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.				
3		Sabbie grigie a grana media e fine, straterellate e ben addensate.				
4		Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.				
5		Sabbie grigie a grana media e fine, straterellate e ben addensate.				
6		Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.				
7		Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.				
8		Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.				
9		Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.				
10		Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.				
11		Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.				
12		Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.				
13		Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.				
14		Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.				
15		Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.				
16		Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.				
17		Limi sabbiosi e sabbie limose grigie, compatte, sottilmente laminate con intercalazioni centimetriche di argille azzurre e sabbie grigie a grana media e fine.				

PROVE DI LABORATORIO

COMMITTENTE: Arch. Antonio Vicario		DATA 15/09/1987
LOCALITA': Piazzale G. Marconi - Potenza		N. RIF. 0070056AB
SONDAGGIO N. 01	CAMPIONE N. 01	PROFOND. mt. 4.00
CAMPIONE:	IN IMB. DIST.	RISER.
NATURA CAMPIONE: Argilla con sabbia e ghiaia		

CARATTERISTICHE GENERALI

PESO SPECIFICO DEI GRANI..... γ_g (g/cm³) = 2.77

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME..... γ (g/cm³) = 2.08

CONTENUTO NATURALE D'ACQUA..... w (%) = 14.2

DENSITA' DEL SECCO..... γ_s (g/cm³) = 1.82

INDICE DEI VUOTI..... e = .52

POROSITA'..... n (%) = 34.25

GRADO DI SATURAZIONE..... S_r (%) = 75.52

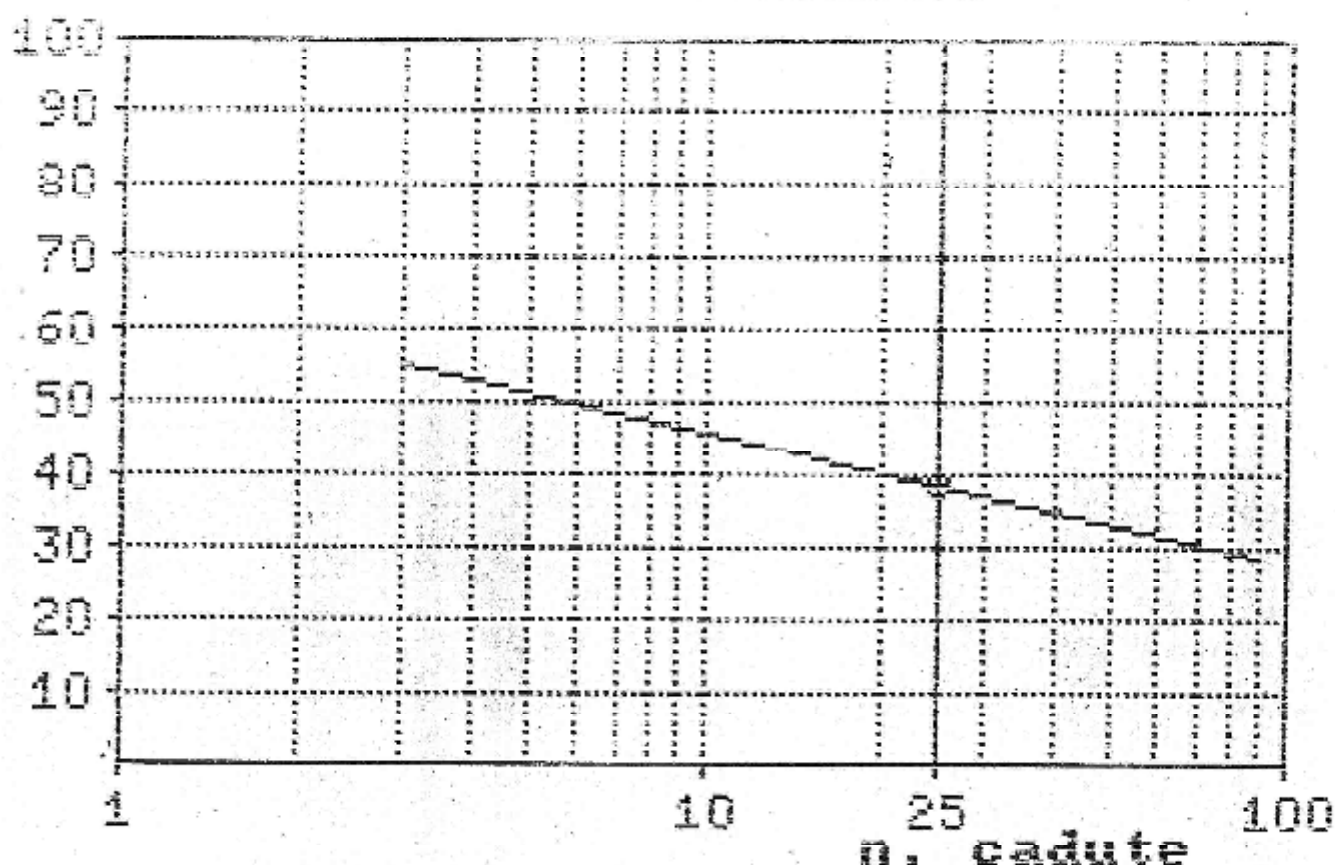
PESO VOLUME SATURO..... γ_{sat} (g/cm³) = 2.16

CONTENUTO D'ACQUA A SATURAZIONE... w_{sat} (%) = 18.8

GEOLOGICA LUCANA - Via Appia 333 POTENZA tel. 0971/471605

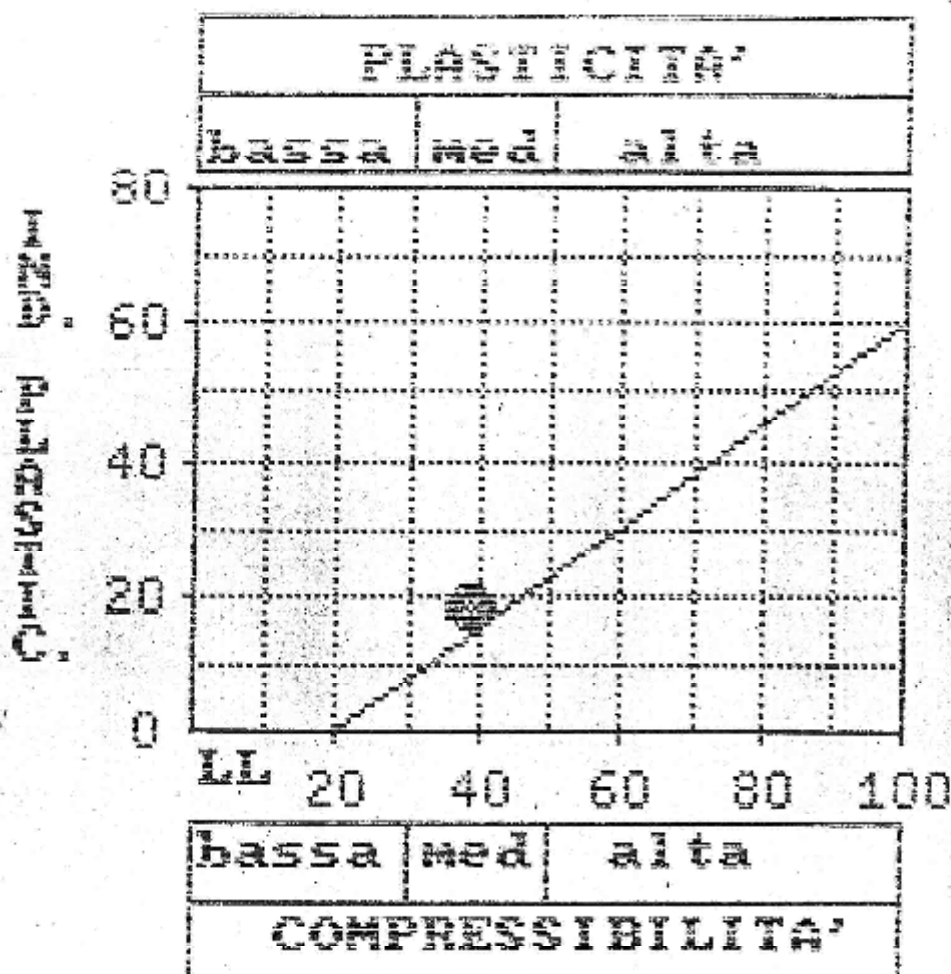
COMMITTENTE: Arch. Antonio Vicario		DATA 15/09/1987
LOCALITA': Piazzale G. Marconi - Potenza		N. RIF. C970056AP
SONDAGGIO N. 51 CAMPIONE N. 51 PROFOND. mt. 4.00		
CAMPIONE:	☒ INDIST.	DIST. RIMAN. /
NATURA CAMPIONE: Argilla con sabbia e limo		

RIEPIANIMENTO DEL CAMPIONE



LIMITE DI LIQUIDITA'.....(LL %) = 38.5
 LIMITE DI PLASTICITA'.....(LP %) = 20.3
 LIMITE DI RITIRO.....(LR %) =
 INDICE DI LIQUIDITA'.....(IL) = - 34
 INDICE DI PLASTICITA'.....(IP %) = 18.2
 RITIRO.....(R %) = -
 INDICE DI CONSISTENZA.....(IC) = 1.34

COMMITTENTE: Arch. Antonio Vicario		DATA 15/09/1997
LOCALITA': Piazzale G. Marconi - Potenza		N. RIF. C970058AB
SONDAGGIO N	SI	CAMPIONE N. C1 PROFOND. mt. 4.00
CAMPIONE:	☒ INDIST.	☐ LIBE. ☐ RIGID.
NATURA CAMPIONE: Argilla con sabbia e limo		



CLASSIFICA..... = semisolido
 PLASTICITA'..... = media
 COMPRESSIBILITA'..... = media

GEOLOGICA LUCANA - Via Appia 333 POTENZA tel. 0971/471605

COMMITTENTE: Arch. Antonio Vicario		DATA 15/09/1997
LOCALITA': Piazzale G. Marconi - Potenza		N. RIF. C97005849
SONDAGGIO N. C1	CAMPIONE N. C1	PROFOND. mt. 4.00
CAMPIONE: ☒ INDIST	☐ DIST.	☐ RIMAN.
NATURA CAMPIONE: Argilla con sabbia e limo		

GRANULOMETRIA - DISTRIBUZIONE

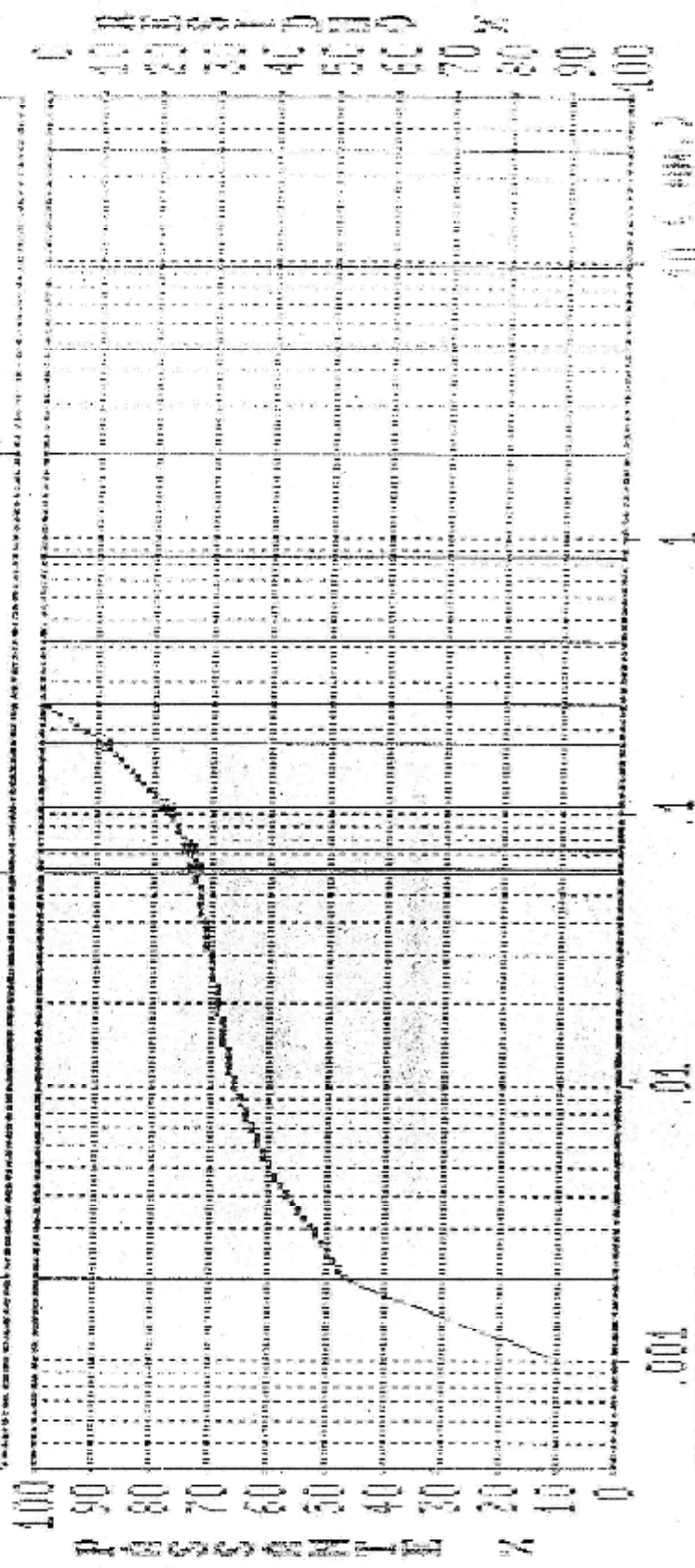
ASTM numero	RESIDUO		PASSANTE		DIAM. (mm.)
	(gr.)	(%)	(gr.)	(%)	
1	-	-	123.8	100	25
3/8	-	-	123.8	100	9.5
4	-	-	123.8	100	4.750
10	-	-	123.8	100	2
20	-	-	123.8	100	0.840
40	-	-	123.8	100	0.420
60	-	-	123.8	100	0.250
80	13.99	11.3	109.81	88.7	0.177
140	13.12	10.6	96.69	78.1	0.105
200	5.45	4.4	91.24	73.7	0.074
230	1.11	.9	90.13	72.8	0.063
FONDO	90.13	72.8	PESO TOTALE = 123.8 grammi		

GEOLOGICA LUCANA - Via Appia 333 POTENZA tel.0971/471605

areometria e setacciatura
norme A S T M

località: Piazzale G. Marconi - Potenza
sondaggio n. 81 campione n. 61 prof. mt. 4,10

arg. 47 %	limo 25,8 %	sabbia 27,2 %	ghiaia 8%
-----------	-------------	---------------	-----------



DEFINIZIONE GRANULOMETRICA: argilla con sabbia e limo

COMMITTENTE: Arch. Antonio Vicario	DATA 15/09/1997
LOCALITA': Piazzale G. Marconi - Potenza	N. RIF. C970056AE
SONDAGGIO N. S1 CAMPIONE N. C1 PROFOND. mt. 4.00	
CAMPIONE: ☒ INDIST. ☐ DIST. ☐ RIMAN.	
NATURA CAMPIONE: Argilla con sabbia e limo	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - (CD)

CARATTERISTICHE INIZIALI MEDIE

PESO SPECIFICO DEI GRANI..... γ_g (g/cm³) = 2.77
 PESO DELL'UNITA' DI VOLUME..... γ (g/cm³) = 2.09
 CONTENUTO NATURALE D'ACQUA..... w (%) = 14.2
 DENSITA' DEL SECCO..... γ_s (g/cm³) = 1.82
 INDICE DEI VUOTI..... e = .53
 POROSITA'..... n (%) = 34.25
 GRADO DI SATURAZIONE..... S_r (%) = 75.52

DIMENSIONI DEL PROVINO

LATO.....(mm) = 60.00
 ALTEZZA.....(mm) = 20.00
 SUPERFICIE..(cm²) = 36.00
 VOLUME.....(cm³) = 72.00

RISULTATI

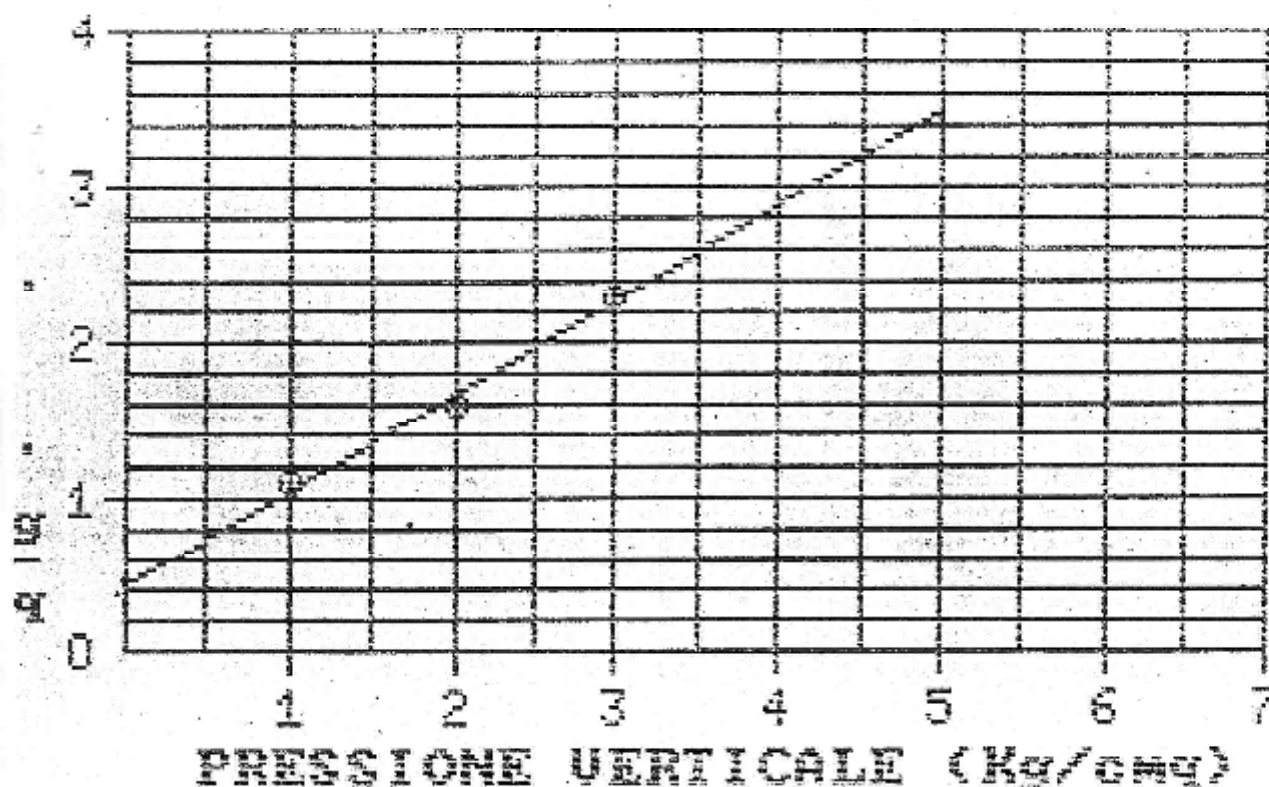
PROVINO		N.	1	2	3	4
C O N S O.	pressione verticale	Kg/cm ²	1	2	3	
	tempo consolidazione	ore	24	24	24	
	cedimento finale	mm.	0.48	0.75	0.98	
R O T T U R A	sollecitazione tang.	Kg/cm ²	1.09	1.60	2.31	
	deformazione trasver.	mm.	3.80	4.20	4.50	
	velocita' deformazione	mm/min	0.003	0.003	0.003	
	contenuto acqua finale	%	==	==	==	

GEOLOGICA LUCANA - Via Appia 333 POTENZA tel.0971/471805

COMMITTENTE: Arch. Antonio Vicario		DATA 15/09/1987
LOCALITA': Piazzale G. Marconi - Potenza		N. RIF. 0370036AB
SONDAGGIO N. 81 CAMPIONE N. C1 PROFOND. mt. 4.00		
CAMPIONE:  INDIST.	DIST.	RIKAN. ☒
NATURA CAMPIONE: Argilla con sabbia e limo		

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

DIAGRAMMA DI ROTTURA



ANGOLO D'ATTO = $31^{\circ} 23'$
 COESIONE = 0.45 kg/cm^2

COMMITTENTE: Arch. Antonio Vicario		DATA 15/09/1997
LOCALITA': Piazzale G. Marconi - Potenza		N. RIF. C970057AB
SONDAGGIO N. C1	CAMPIONE N. C2	PROFOND. mt. 3.00
CAMPIONE:	☒ INDIST. ☐ DIST.	REMAN. ☒
NATURA CAMPIONE: Argilla sabbiosa con limo		

CARATTERISTICHE GENERALI

PESO SPECIFICO DEI GRANI.....Yg (g/cmc) = 2.77

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME.....Y (g/cmc) = 2.06

CONTENUTO NATURALE D'ACQUA.....W (%) = 17.4

DENSITA' DEL SECCO.....Ys (g/cmc) = 1.75

INDICE DEI VUOTI.....e = .58

POROSITA'.....n (%) = 36.65

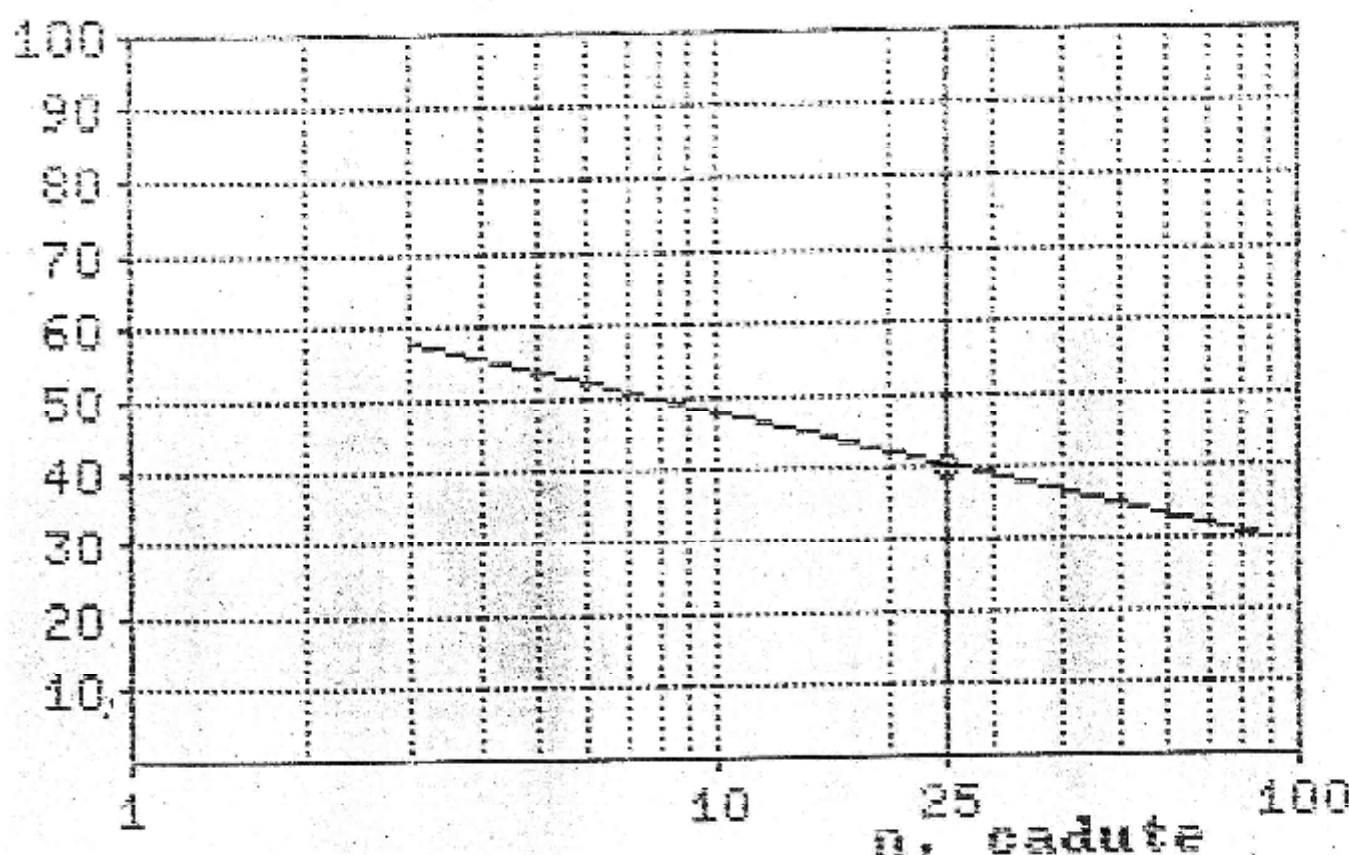
GRADO DI SATURAZIONE.....Sr (%) = 83.3

PESO VOLUME SATURO.....Ysat(g/cmc) = 2.12

CONTENUTO D'ACQUA A SATURAZIONE...Wsat.(%) = 20.89

COMMITTENTE: Arch. Antonio Vicario	DATA 15/09/1997
LOCALITA': Piazzale G. Marconi - Potenza	N. RIF. C970057AR
CONDAGGIO N. S1 CAMPIONE N. 02 PROFOND. mt. 3.00	
CAMPIONE: ☒ INDIST. ☐ DIST. ☐ RIMAN.	
NATURA CAMPIONE: Argilla sabbiosa con limo	

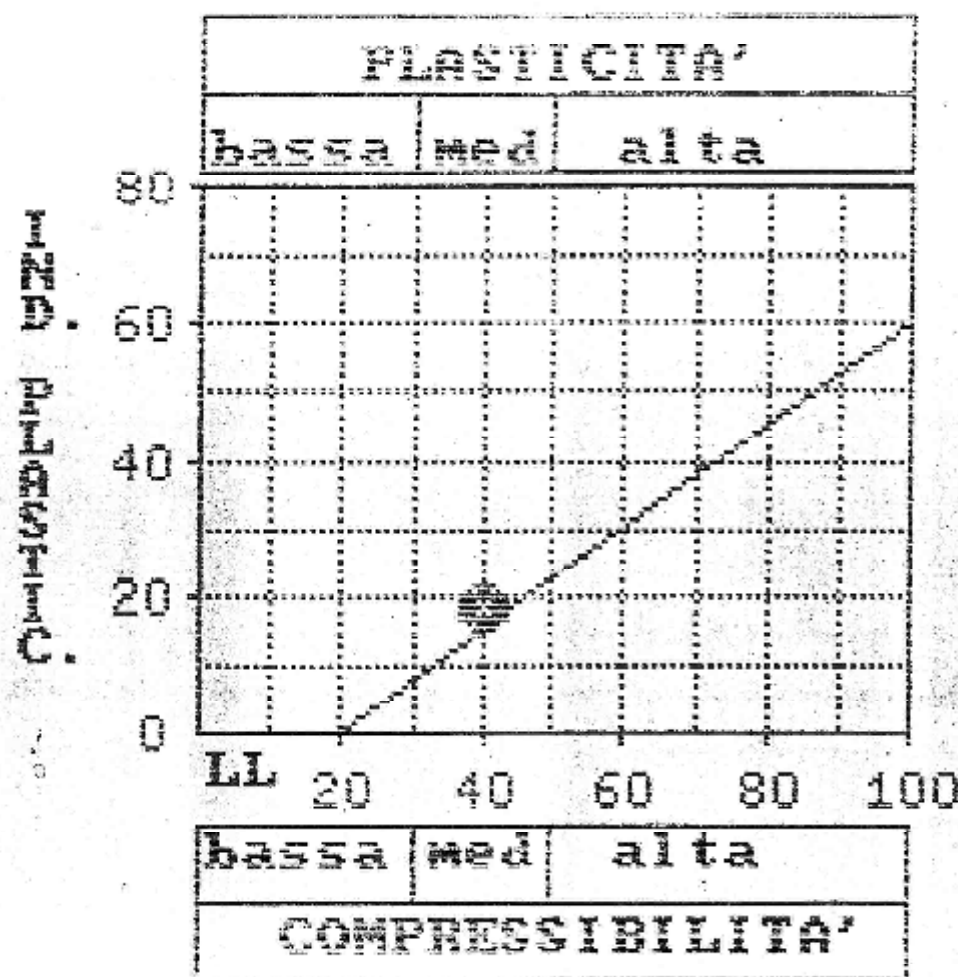
LIMITI DI CONSISTENZA



LIMITE DI LIQUIDITA'.....(LL %) = 40.3
 LIMITE DI PLASTICITA'.....(LP %) = 21.7
 LIMITE DI RITIRO.....(LR %) = -
 INDICE DI LIQUIDITA'.....(IL) = -23
 INDICE DI PLASTICITA'.....(IP %) = 18.6
 RITIRO.....(R %) = -
 INDICE DI CONSISTENZA.....(IC) = 1.23

GEOLOGICA LUCANA - Via Appia 333 POTENZA tel.0971/471605

COMMITTENTE: Arch. Antonio Vicario		DATA 15/09/1997
LOCALITA': Piazzale G. Marconi - Potenza		N. RIF. C970057AE
SONDAGGIO N. 01	CAMPIONE N. 02	PROFOND. mt. 8.00
CAMPIONE:	☒ INDIST.	☐ DIST. ☐ RIMAN.
NATURA CAMPIONE: Argilla sabbiosa con limo		



CLASSIFICA.....= semisolid
 PLASTICITA'.....= media
 COMPRESSIBILITA'.....= media

COMMITTENTE: Arch. Antonio Vicario		DATA 15/03/1987
LOCALITA': Piazzale G. Marconi - Potenza		N. RIF. 0970057A2
SONDAGGIO N. 51	CAMPIONE N. 02	PROFOND. mt. 3.00
CAMPIONE:	☒ INDIST.	☐ DIST. ☐ RIMAN.
NATURA CAMPIONE: Argilla sabbiosa con limo		

GRANULOMETRIA - DISTRIBUZIONE

ASTM numero	RESIDUO		PASSANTE		DIAM. (mm.)
	(gr.)	(%)	(gr.)	(%)	
1	-	-	134.4	100	25
3/8	-	-	134.4	100	9.5
4	-	-	134.4	100	4.750
10	-	-	134.4	100	2
20	-	-	134.4	100	0.840
40	-	-	134.4	100	0.420
60	-	-	134.4	100	0.250
80	11.42	8.5	122.98	91.5	0.177
140	11.02	8.2	111.96	83.3	0.105
200	5.25	3.9	106.71	79.4	0.074
230	3.09	2.3	103.62	77.1	0.063
FONDO	103.62	77.1	PESO TOTALE = 134.4 grammi		

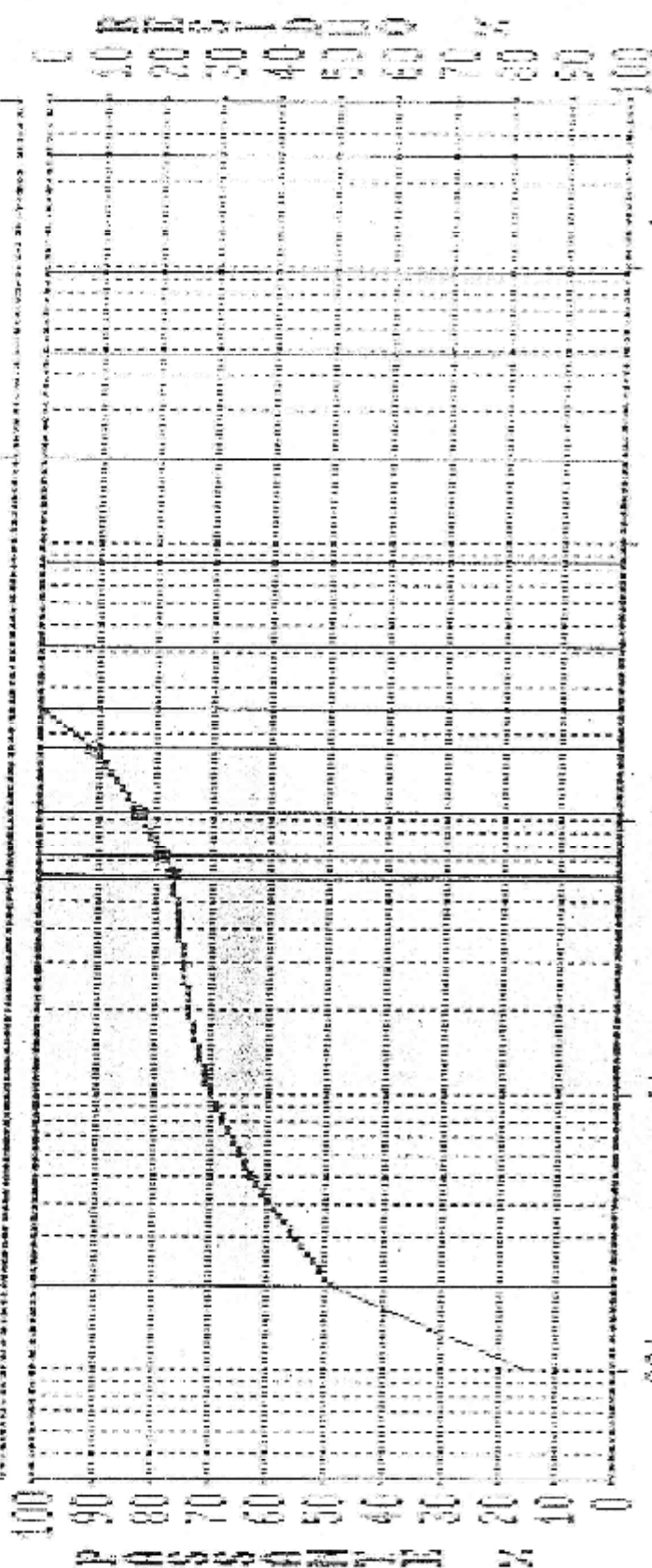
areometria e setacciatura
a S.T.M.

località: Piazzale G. Mazzoni - Potenza
sondaggio n. 81 campione n. 81

arg. 43 % limo 28.1 %

sabbia 22.9 %

ghiaia 5.9 %



DEFINIZIONE GRANULOMETRICA: Argilla sabbiosa con limo

COMMITTENTE: Arch. Antonio Vicario	DATA 15/09/1997
LOCALITA': Piazzale G. Marconi - Potenza	N. RIF. C970057AB
CONDAGGIO N. 51 CAMPIONE N. 02 PROFOND. mt. 8.00	
CAMPIONE: ☒ INDIST. ☐ DIST. ☐ RIMAN.	
NATURA CAMPIONE: Argilla sabbiosa con limo	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - (CD)

CARATTERISTICHE INIZIALI MEDIE

DIMENSIONI DEL PROVINO

PESO SPECIFICO DEI GRANI..... γ_s (g/cm³) = 2.77
 PESO DELL'UNITA' DI VOLUME..... γ (g/cm³) = 2.06
 CONTENUTO NATURALE D'ACQUA..... w (%) = 17.4
 DENSITA' DEL SECCO..... γ_s (g/cm³) = 1.75
 INDICE DEI VUOTI..... e = .58
 POROSITA'..... n (%) = 36.65
 GRADO DI SATURAZIONE..... S_r (%) = 63.3

LATO.....(mm) = 60.00
 ALTEZZA.....(mm) = 20.00
 SUPERFICIE...(cm²) = 36.00
 VOLUME.....(cm³) = 72.00

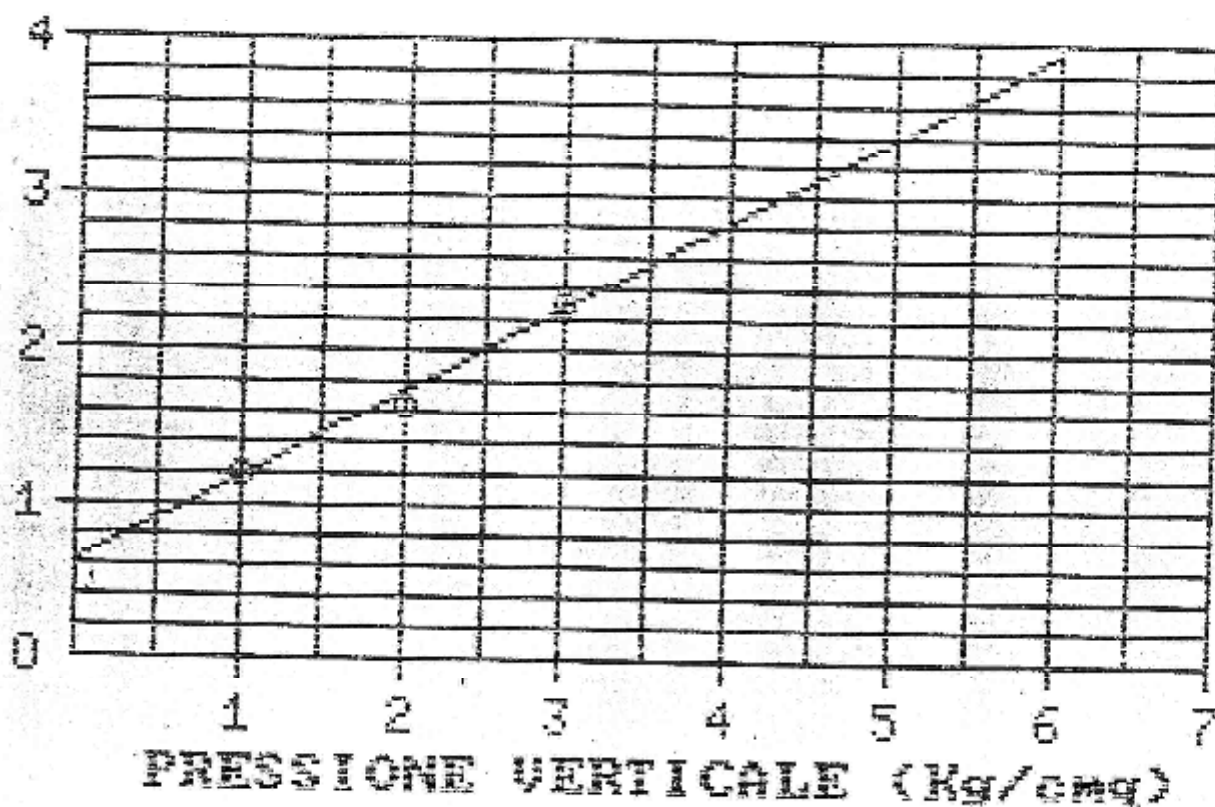
RISULTATI

PROVINO		N.	1	2	3	4
CON S O.	pressione verticale	Kg/cm ²	1	2	3	
	tempo consolidazione	ore	24	24	24	
	cedimento finale	mm.	0.52	0.82	1.02	
R O T T U R A	sollecitazione tang.	Kg/cm ²	1.20	1.65	2.30	
	deformazione trasver.	mm.	3.90	4.20	4.60	
	velocita' deformazione	mm/min	0.003	0.003	0.003	
	contenuto acqua finale	%	---	---	---	

COMMITTENTE: Arch. Antonio Vicario		DATA 15/09/1997
LOCALITA': Piazzale G. Marconi - Potenza		N. RIF. 0970057AE
SONDAGGIO N. 51	CAMPIONE N. 02	PROFOND. mt. 8.30
CAMPIONE:	☒ INDIST.	☐ DIST. ☐ RIMAN.
NATURA CAMPIONE: Argilla sabbiosa con limo		

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

DIAGRAMMA DI ROTTURA



ANGOLO ATTRITO = $23^{\circ} 43'$
 COESIONE = 0.62 Kg/cm^2