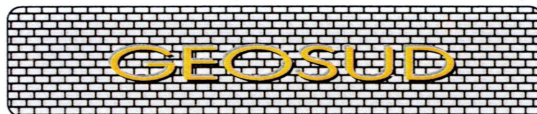


STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Geol. Dr.
Raffaele
DE ANGELIS



Tel.:
0824335811
0824986377
Via M. Russo, 4
82100 BENEVENTO

O.R.G. n. 605 del 15-07-1988
C. F.: DNG RFL 63E30 Z133M ✦ P. IVA: 00 849 280 623

Comune di CASALBORE (AV)

OGGETTO

Progetto dei Lavori
per la REALIZZAZIONE di un COLLETTORE
FOGNARIO a SALVAGUARDIA delle CAPTAZIONI IDRICHE
nelle LOCALITA' S. ELIA, MAINARDO e FONTANA MURATA

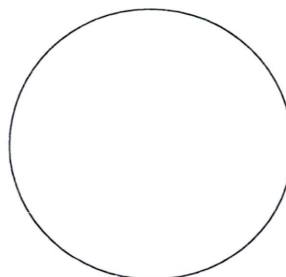
COMMITTENTE

Amministrazione Comunale
CASALBORE (AV)

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Il Progettista fa proprie le conclusioni del
Geologo e le sottoscrive.

Data: 07/11/2025



INDICE

1. PREMESSA

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

3. CARATTERISTICHE GEOLITOLIGHE

4. GEOMORFOLOGIA E STABILITA'

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

6. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

7. CARATTERI SISMICI

8. CONCLUSIONI

1. PREMESSA

Il progetto in discussione prevede la realizzazione di un collettore fognario a salvaguardia delle captazioni idriche nelle località S. Elia, Mainardo e Fontana Murata.

In particolare:

a. la realizzazione di un collettore fognario destinato al collegamento dei reflui domestici provenienti dagli insediamenti abitativi adiacenti la “Strada Comunale Montagna” -Tratto A-D.

b. La realizzazione di un piccolo collettore che si sviluppa su “Strada vicinale Fontana Cupazzo” - Tratto B-C.

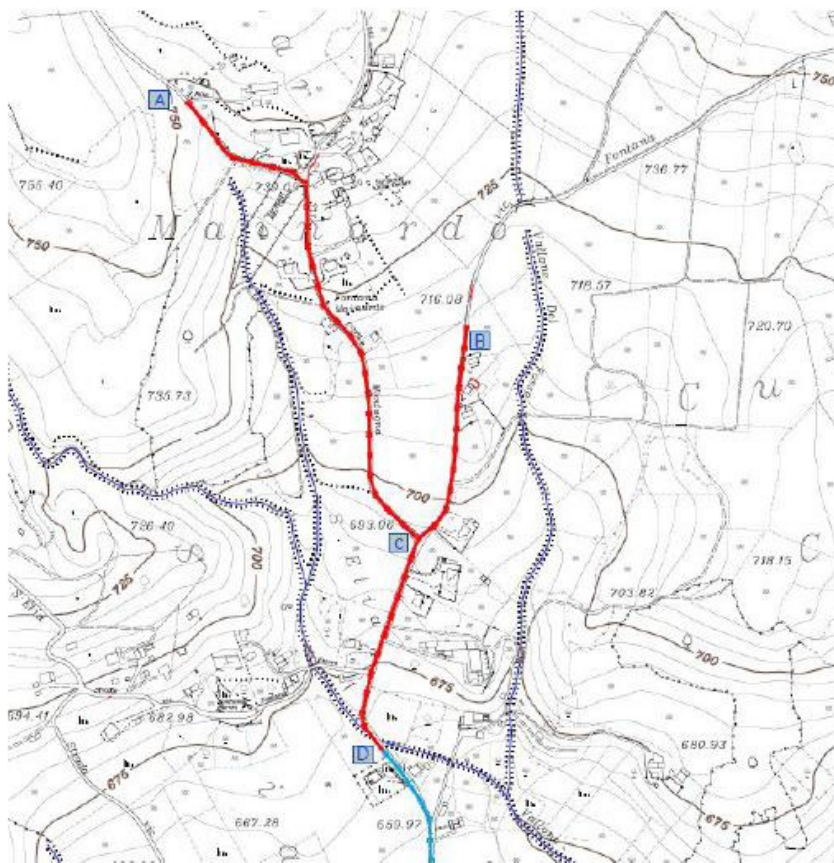


Figura 1 - Planimetria area d'intervento

Lo scrivente, per ottemperare all'incarico ricevuto, ha innanzitutto eseguito un rilevamento di superficie allo scopo di individuare i caratteri geolitologici, idrogeologici e geomorfologici dell'area oggetto di studio.

Successivamente, per la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche, si è fatto riferimento alle indagini già condotte nell'area in studio ed in quelle contermini, allegate al vigente P.U.C.:

- **Sondaggio a carotaggio continuo P26;**
- **Prova sismica del tipo MASW L2;**
- **N°1 Analisi di laboratorio su di un campione indisturbato.**

Lo studio è stato condotto nel rispetto del D.M. del 17 gennaio 2018.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Al fine di delineare le principali tappe dell'evoluzione geologica del territorio in esame, è necessario inquadrarla nel contesto geologico generale dell'area appenninica.

INTRODUZIONE

L'Appennino meridionale è un segmento del sistema orogenico circum-Mediterraneo, compreso tra l'Appennino centrale e l'Arco Calabro, la cui evoluzione tardo-miocenica e pliocenica si colloca in un contesto di tettonica post-collisionale, legato alla complessa interazione tra la zolla africana, la zolla europea e le altre microzolle interposte (ALVAREZ et alii, 1974; ROURE et alii, 1991; GUERRERA et alii, 1993).

L'attuale assetto strutturale dell'Appennino meridionale è il risultato di eventi, compressivi, distensivi e trascorrenti, connessi alla subduzione e al successivo arretramento flessurale della microplacca apulo-adriatica, cui si accompagna, sul bordo interno della catena, a partire dal Tortoniano, l'estensione connessa all'apertura del bacino di retroarco tirrenico (SARTORI, 1989; PATACCA et alii, 1990).

La propagazione spazio-temporale dell'onda di compressione-estensione, iniziata a partire dai domini interni nel Miocene inferiore-medio, è proseguita fino al raggiungimento dell'attuale configurazione, che mostra la catena appenninica e l'avanfossa limitate dall'area tirrenica in distensione ad occidente e dall'avampaeseapuloadriatico poco deformato ad oriente.

Gli eventi compressivi sembrano essersi esauriti nel corso del Pleistocene (CINQUE et alii, 1993).

Uno dei principali argomenti ancora dibattuti nella letteratura scientifica sull'evoluzione geologica dell'Appennino meridionale è un'accurata cronologia della migrazione del sistema catena-avanfossa (PATACCA & SCANDONE, 1989, 2004, 2007; SGROSSO, 1998; BONARDI et alii, 1988a; AMORE et alii, 2005a).

Per mettere a fuoco il più possibile i problemi al riguardo, viene proposta una carta delle unità cinematiche dell'area compresa tra la linea

tettonica Campobasso Roccamonfina (linea Ortona-Roccamonfina Auct.) a nord e l'allineamento Maratea-Val d'Agri a sud, che comprende la Campania e parte della Lucania, della Puglia e del Molise.

L'elaborato, sulla base dei dati stratigrafici più recenti disponibili, evidenzia, anche se in maniera schematica, l'evoluzione tettono-stratigrafica dell'orogene sud-appenninico.

Per unità cinematica intendiamo un corpo geologico costituito da una o più unità tettoniche che, nel suo insieme, ha subito una propria storia deformativa, sostanzialmente differente da quella che caratterizza altre unità cinematiche.

La maggior parte degli elementi per ricostruire questa storia, sempre più complessa man mano che ci si sposta verso le zone interne, derivano dallo studio dei depositi miocenici in contatto stratigrafico su ciascuna unità riconosciuta (G. BONARDI et al.).

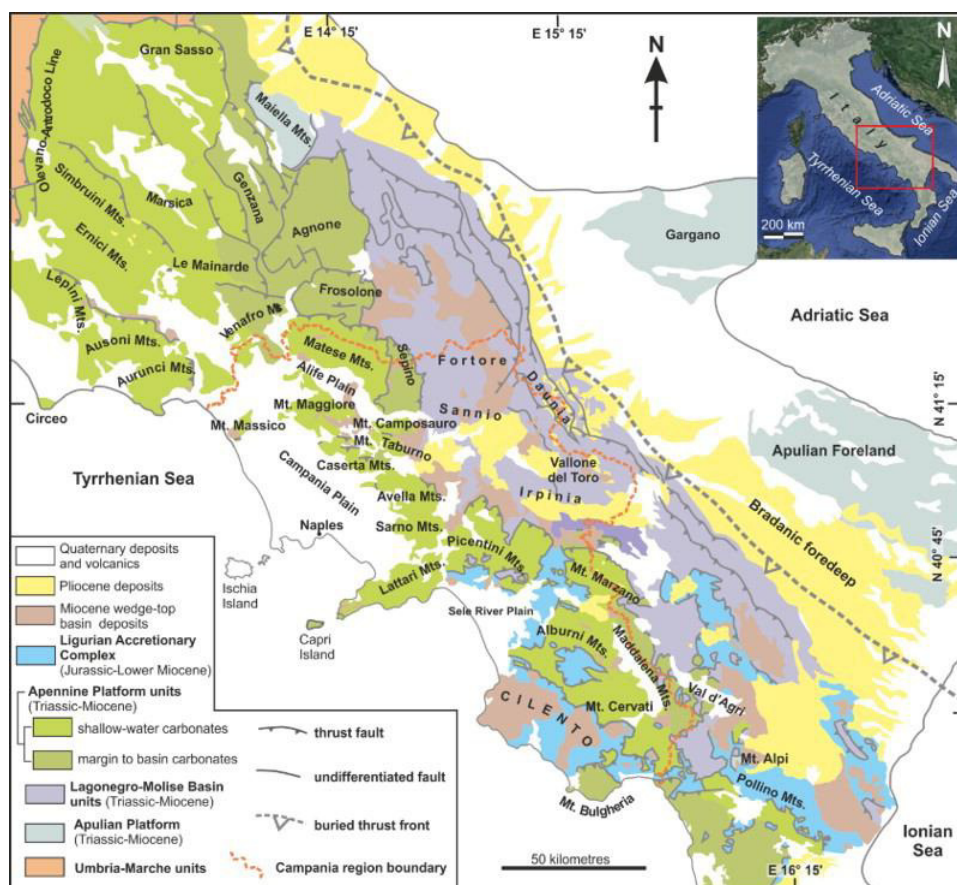


fig.1 Mappa schema geologico dell'Appennino meridionale.

Il più delle volte le unità cinematiche non corrispondono ad una intera unità paleogeografica, ma possono rappresentare una porzione di essa.

Pertanto, i criteri per l'individuazione delle unità cinematiche in una zona geologicamente complessa come quella dell'Appennino meridionale – discussi in questo lavoro – sono stati elaborati tenendo conto, oltre che dei numerosi e talora contrastanti dati presenti in letteratura, anche di quelli, ancora inediti, scaturiti dai rilevamenti in corso.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'Appennino meridionale è una catena a falde, con vergenza orientale, originatasi a partire dal Miocene inferiore per subduzione verso ovest (sensu DOGLIONI, 1991) e dal Tortoniano superiore per arretramento flessurale della litosfera adriatico-apula (MALINVERNO & RYAN, 1986; PATACCA & SCANDONE, 1989; DOGLIONI, 1991; DOGLIONI et alii, 1991).

Nell'ambito del contesto geodinamico così delineato, appare opportuno ribadire alcuni concetti generalmente accettati dalla comunità scientifica, a cui è stato fatto riferimento nell'elaborazione della carta delle unità cinematiche:

- l'inizio della sedimentazione silico-clastica immatura ed il suo progressivo prevalere, caratterizza il depocentro dei bacini di avanfossa.

- I depositi di avanfossa poggiano in concordanza sui precedenti depositi di avampaese, in quanto la discordanza angolare legata alla progressiva flessurazione della zolla non è apprezzabile a scala locale.

- La prima deformazione compressiva, che segue la fase depocentrale dell'avanfossa, interessa solo una parte dell'avampaese flessurato, che viene in tal modo accreta all'orogene. Questa deformazione si sposta in momenti successivi verso l'esterno, interessando ulteriori porzioni dell'avanfossa e del suo substrato e determinando una progressiva migrazione all'incirca da sud-ovest verso nord-est (coordinate attuali) del sistema catena-avanfossa-avampaese.

- La deformazione è il risultato relativamente discontinuo e localizzato («fasi» o meglio «eventi» tettonici) di un processo continuo di subduzione, seguito da arretramento flessurale, che condiziona la crescita dell'orogene.

La struttura attuale dell'Appennino meridionale viene interpretato (CASERO et alii, 1988; PATACCA & SCANDONE, 1989, 2007; LENTINI et alii, 1990), almeno in profondità, come un complesso sistema di tipo duplex, in cui unità di provenienza paleogeografica interna sovrastanti il roofthrust sono state trasportate verso il margine occidentale dell'avampaese, ricoprendo horses attualmente solo in parte affioranti, corrispondenti a unità tettoniche derivate da domini paleogeografici più esterni, a loro volta sovrastanti a un floorthrust che li porta ad accavallarsi sui domini ancora più esterni in flessurazione.

La tettonica a thrust è stata accompagnata e/o seguita da faglie trascorrenti (legata sia ai movimenti lungo rampe laterali che alle rotazioni di blocchi) e faglie dirette ad alto e basso angolo (MAZZOLI et alii, 2001).

Le unità di provenienza paleogeografica più interna (Liguridi e Sicilidi), originatesi da un'area oceanica e/o a crosta assottigliata, hanno iniziato a impilarsi non prima del Miocene inferiore (DI STASO & GIARDINO, 2002), formando un prisma di accrezione sigillato da una successione thrust-top. Successivamente (non prima del Tortoniano medio-superiore, secondo SGROSSO, 1988; AMORE et alii, 2003) questo assieme è sovrascorso su domini di piattaforma carbonatica impostati su crosta continentale (piattaforma sud-appenninica, MOSTARDINI & MERLINI, 1986; PESCATORE, 1988; piattaforma campano-lucana, SCANDONE, 1972; D'ARGENIO et alii, 1973, 1975; piattaforme laziale-campano-lucana e campano-lucano-calabrese separate dal bacino del M. Foraporta, SGROSSO, 1986, 1998; piattaforme appenniniche separate dal bacino del M. Foraporta, VAN DIJK et alii, 2000).

Nel Miocene superiore il prisma tettonico si è ulteriormente spostato verso l'esterno, coinvolgendo nella deformazione prima l'ampio bacino di Lagonegro e quindi tutti i domini paleogeografici più esterni (piattaforma abruzzese-campana e bacino molisano, D'ARGENIO et alii, 1973, piattaforme abruzzese-laziale-campana, abruzzese-molisana e abruzzese, intercalate dai bacini «molisani», SGROSSO, 1986, 1988, 1998; piattaforme apule interna ed esterna separate dal bacino apulo, MOSTARDINI & MERLINI, 1986; piattaforme apule separate da un

bacino, VAN DIJK et alii, 2000; un'articolazione di piattaforme e bacini tra una piattaforma appenninica e una piattaforma apula, PATACCA & SCANDONE, 2007) sino alla piattaforma apula interna.

Ulteriori eventi compressivi hanno provocato sensibili raccorciamenti nella catena fino al Pleistocene inferiore (CINQUE et alii, 1993; MOSTARDINI & MERLINI, 1986).

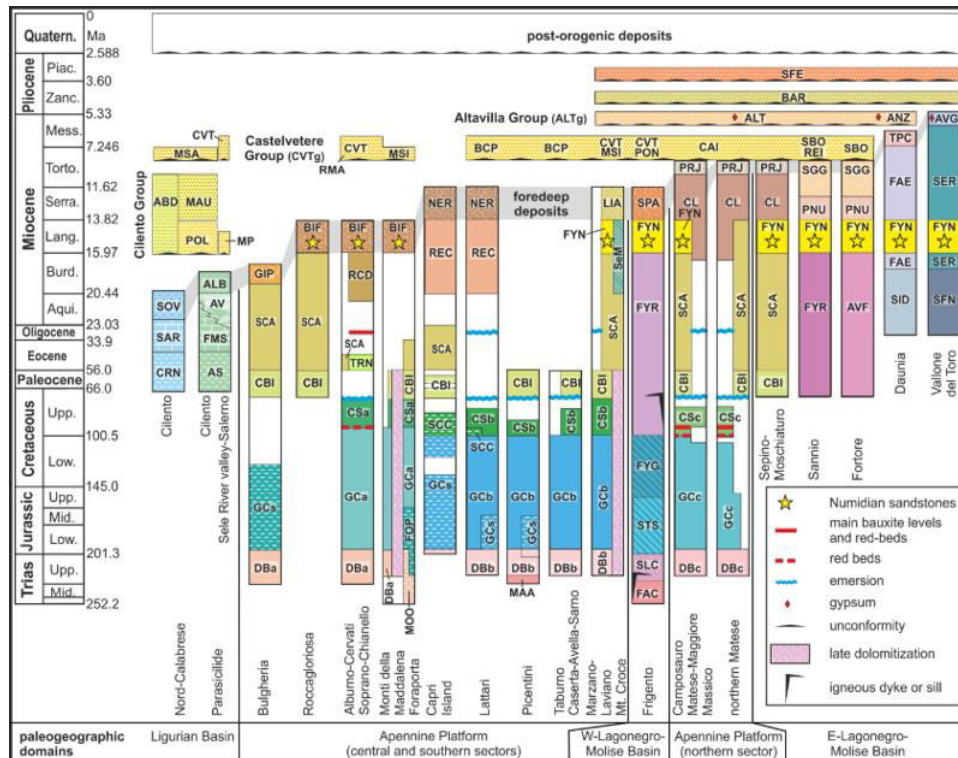
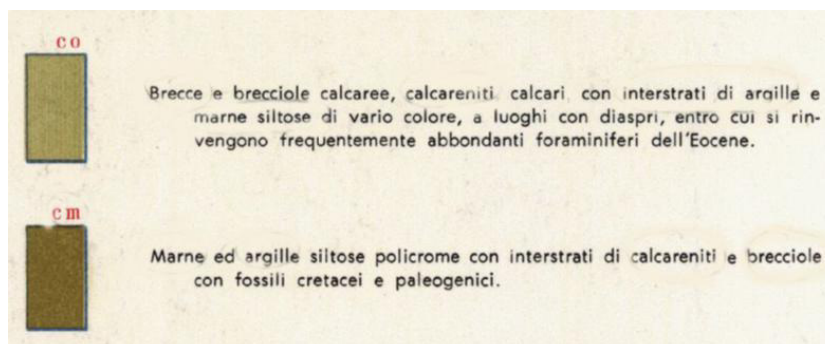
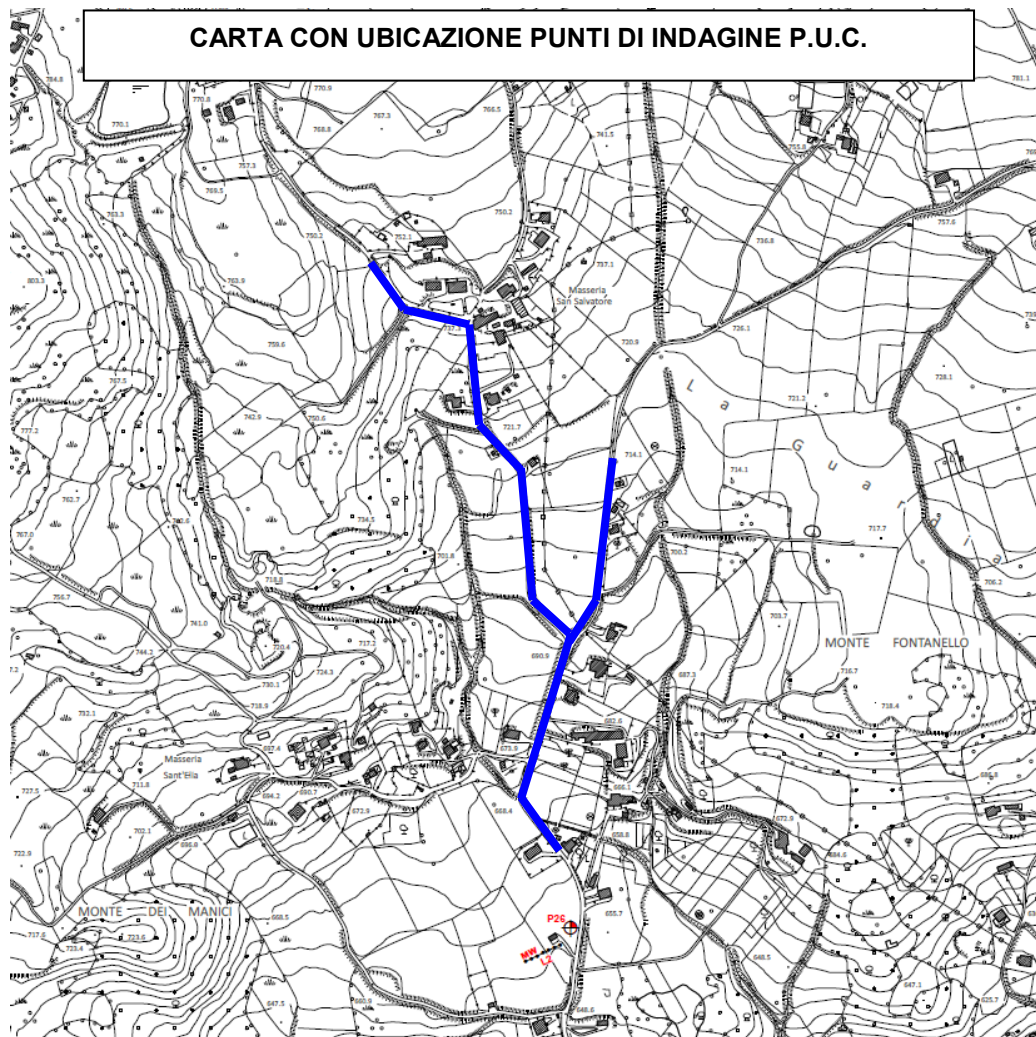


fig.2Grafico stratigrafico che mostra le successioni sedimentarie esposte nella regione Campania.



- sondaggio a carotaggio continuo P26;
- prova sismica del tipo MASW L2;
- n°1 analisi di laboratorio su di un campione indisturbato.



TRATTI OGGETTO DI INTERVENTO

PROVA SISMICA



SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

Il sondaggio P26 ha messo in evidenza una coltre, dallo spessore di 2,10 m, costituita da limo argilloso di colore brunastro plastico, alterato (inclusi rari elementi lapidei minuti).

A partire dalla profondità di 2,10 m e fino alla profondità di 5,60 msi
rinviene del limo argilloso debolmente sabbioso di colore giallastro, con
Comune di Casalfore (AV)

 Geo-In srl Zona industriale Ponte Valentino - 82100 Benevento tele e fax 0824-351344 e-mail: info@geo-in.it	Sondaggio geognostico S1	
	Accettazione n°0507 del 25/08/2014 Certificato n° 260 del 6/11/2014 Committente: Spina Antonio e Spina Addolorata Richiedente: dott. geol. Giuseppe De Cosmo Progetto: Ristrutturazione edilizia con ampliamento Località: C/da S. Elia Comune di: Casalbore (AV)	
LABORATORIO AUTORIZZATO MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI N°5024 del 25-5-2011 DPR 380/01 INDAGINI GEOGNOSTICHE, PRELIEVO DEI CAMPIONI ED INDAGINI IN SITO		

Profondità: 30,00 mt Cassetta n°4 quota p.c.: ___ mt data: dal 6/11/2014 al 6/11/2014 Attrezzatura: sonda CMV600 MK
 Tipo carotaggio: continuo Ø mm 101 Tipo Carotiere: semplice Rivestimento 127 Ø mm 1,5 Operatore: sig. Giglio Giuseppe
 Condizionamento foro e note:

Prof. metri	Spes. metri	SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Carot 25 50 75	Camp. S=Shelby O=Osterberg N=Jenkinson	Pocket Kg/cm ²	H ₂ O	SPT A=Punta Aperta C=Punta Chiusa
1			Limo argilloso di colore brunastro plastico, alterato terreno vegetale;					
2	2,1	2,1	inclusi rari elementi lapidei minuti		2,3			
3					C1	S		
4			Limo argilloso debolmente sabbioso di colore giallastro con abbondanti		2,8			
5			depositi carbonatici biancastri in fase di dissoluzione, a tratti presenza di					
6	5,6	3,5	piccoli elementi lapidei di natura calcarea e calcarea-marnosi.					
7	5,9	0,3	Limo argilloso commisto a livelli litoidi intensamente fratturati					
8								
9	9,0	3,1	Limo argilloso giallastro debolmente plastico					
10	9,5	0,5	Limo argilloso commisto a livelli litoidi intensamente fratturati					
11								
12								
13			Limo argilloso giallo-verdastro con livelli marnosi e calcari marnosi litoidi e					
14			pseudolitoidi					
15	15,0	5,5						
16								
17			Limo argilloso a tratti debolmente sabbioso di colore rossastro con inclusi					
18			abbondanti elementi litoidi tra 16,0+16,6 e tra 18,7+19,1 in cui è presente					
19			anche una circolazione idrica					
20	20,0	Fine Foro						
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								



abbondanti depositi carbonatici biancastri in fase di dissoluzione; a tratti si osserva la presenza di piccoli elementi lapidei di natura calcarea e calcareo-marnosa.

Fino alla profondità di 5,90 m segue del limo argilloso commisto a livelli litoidi intensamente fratturati.

Per uno spessore di 3,10 m si rinviene del limo argilloso giallastro debolmente plastico.

Fino alla profondità di 9,50 m segue del limo argilloso commisto a livelli litoidi intensamente fratturati.

Per uno spessore di 5,50 m si rinviene del limo argilloso giallo-verdastro con livelli marnosi e con calcari marnosi litoidi e pseudolitoidi.

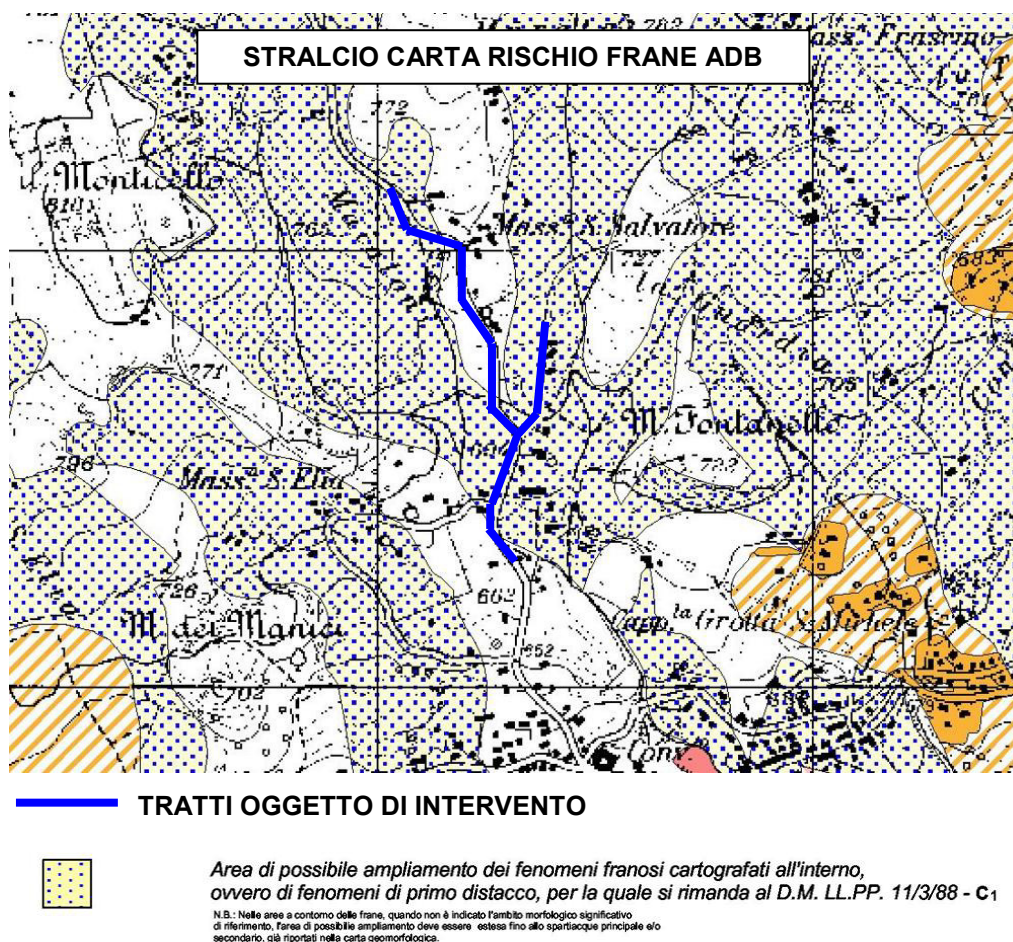
Infine, fino alla profondità di 20,00 m (fondo foro) si rileva la presenza di limo argilloso, a tratti debolmente sabbioso, di colore rossastro con inclusi abbondanti elementi litoidi, in cui è presente anche una circolazione idrica.

4. GEOMORFOLOGIA E STABILITA'

Il paesaggio morfologico del Comune di Casalbore (AV) è notevolmente condizionato sia dai fattori geologici che da quelli idrologici in conseguenza dei quali ha assunto fisionomie varie e spesso prive di significativa continuità o correlazione.

Contribuiscono in maniera marcata alla mutevolezza degli aspetti, sia l'erosione differenziata che i meccanismi che portano al disfacimento delle rocce più esposte agli agenti esogeni i quali esplicano, con rigida continuità, la loro azione demolitrice.

Il territorio comunale in esame rientra sotto la competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

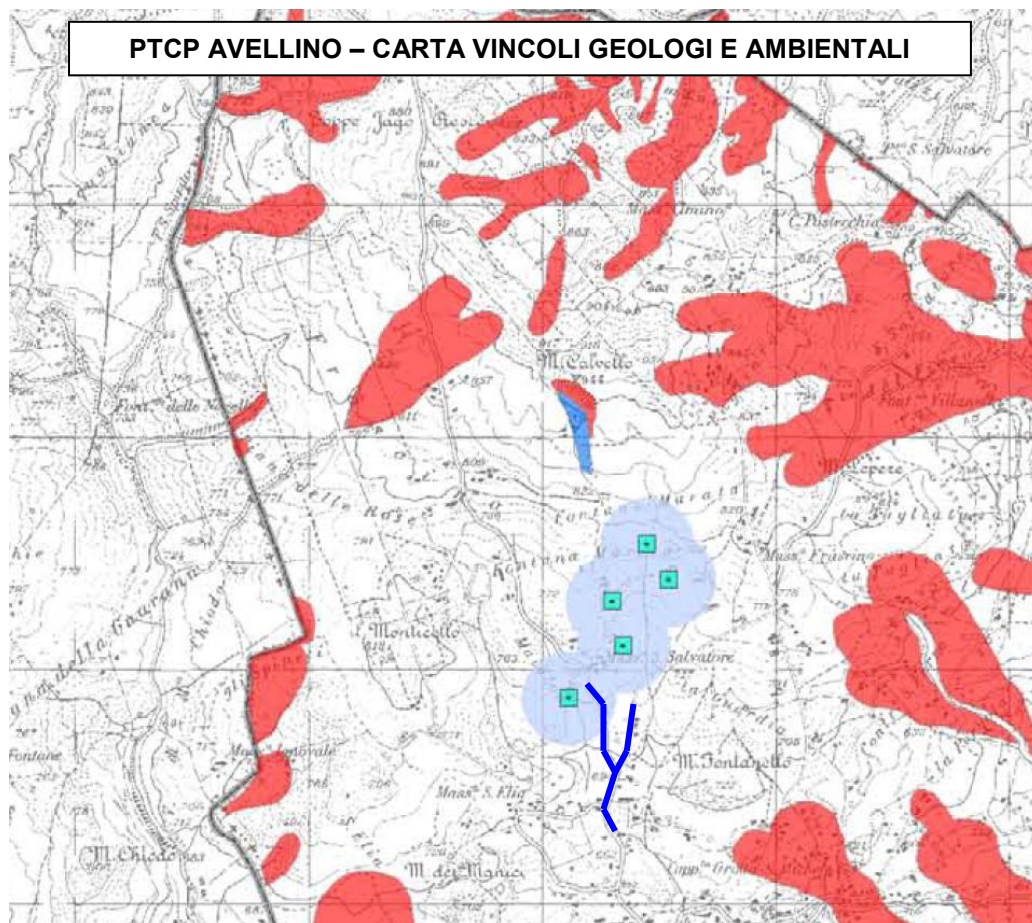


Dalla Carta del Rischio frana, redatta per il Progetto di Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico, emerge che i tratti oggetto di intervento sono perimetrati in aree di possibile ampliamento dei fenomeni franosi

(cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco) e in aree a rischio nullo.

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Le caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti nel territorio comunale oggetto di studio, quali il tipo e il grado di permeabilità, dipendono dal novero dei fattori relativi alle diverse situazioni idrogeologiche: giacitura, posizione strutturale, stratigrafia, estensione areale e tipo di alimentazione.

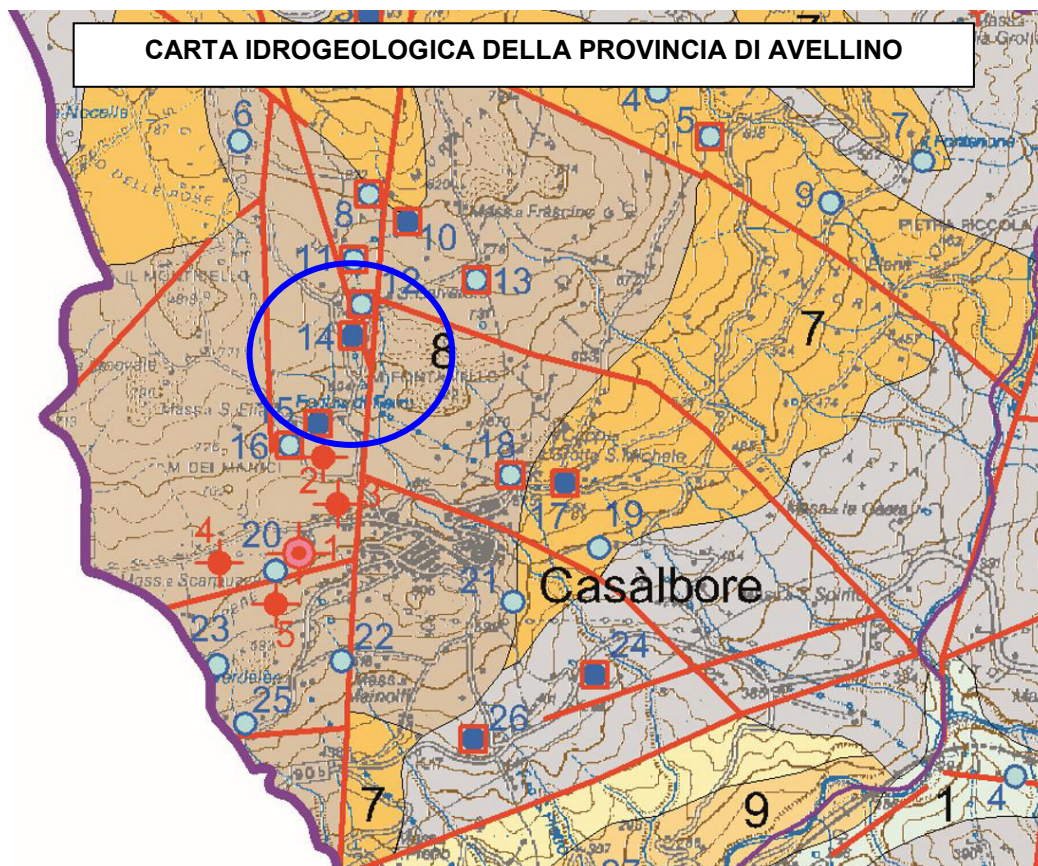


Aree rispetto prese uso potabile (D.Lgs 152/2006)

(Piano Crisi idriche - Provincia di Avellino 2009 modificato dalle osservazioni al PTCP)

-  pozzi
-  sorgenti
-  gallerie drenanti
-  Aree sorgenti ARIN
-  Zona Rispetto 200m. pozzi
-  Zona Rispetto 200m. sorgenti
-  Zona Rispetto 200m. gallerie drenanti

I terreni ricadenti nell'area di stretto interesse presentano una permeabilità bassa per fratturazione.



AREA IN ESAME



Complesso calcareo-marnoso-argilloso: marne e calcari marnosi, con sottili intercalazioni calcitorbiditiche; calcareniti bioclastiche torbiditiche, con intercalazioni di marne e calcari marnosi; alternanza di calcitorbiditi bioclastiche, in strati da medi a sottili, di marne e di argille; calcitorbiditi con liste e noduli di selce, ben stratificate, calcitorbiditi a stratificazione sottile, con intercalazioni di argilliti silicee e di diaspri; alternanza di marne selcifere, calcari marnosi e argilliti, con intercalazioni di calcareniti torbiditiche, in strati da medi a sottili; alternanza di calcareniti e calcilutiti bioclastiche torbiditiche e di marne argillose (*Flysch Rosso, Calcari con liste e noduli di selce, Unità del Fortore, Unità Daunia, etc.*).

Sorgenti

Capitate		Non capitate	
10	$Q \leq 1 \text{ l/s}$	15	$Q \leq 1 \text{ l/s}$
3	$1 < Q \leq 10 \text{ l/s}$	5	$1 < Q \leq 10 \text{ l/s}$
2	$10 < Q \leq 100 \text{ l/s}$	1	$10 < Q \leq 100 \text{ l/s}$
1	$100 < Q \leq 500 \text{ l/s}$		
1	$Q > 500 \text{ l/s}$		

Sorgenti termo-minerali

Capitate		Non capitate	
4	$1 < Q \leq 10 \text{ l/s}$	5	$Q < 1 \text{ l/s}$

La falda acquifera, dalla lettura delle stratigrafie disponibili risulta assente nei primi 15,00 m. di profondità dal p.c.; tuttavia, è possibile intercettare la falda idrica stagionale, a letto della coltre superficiale, legata agli atmosferici locali.

La superficie piezometrica è soggetta a continue variazioni di livello sia per cause naturali che artificiali.

Le principali cause naturali sono quelle legate alle precipitazioni atmosferiche, alla pressione atmosferica, alle variazioni del livello dei fiumi e all'evapotraspirazione.

Le cause artificiali sono legate all'utilizzazione delle falde, all'irrigazione, all'alimentazione artificiale ed alla costruzione di trincee drenanti.

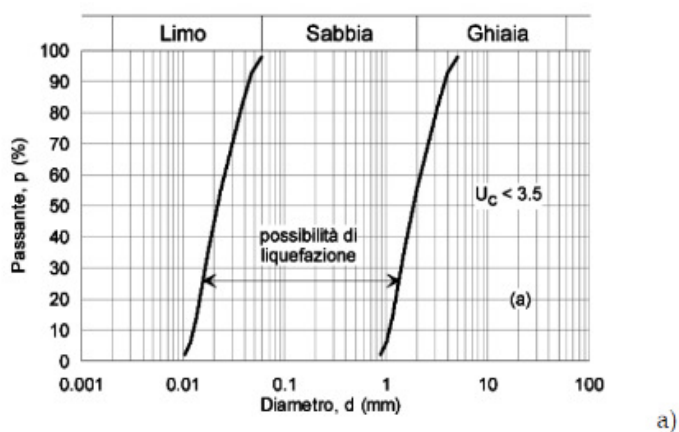
Nel paragrafo 7.11.3.4.2 del D.M. 2018 si rileva che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;

2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



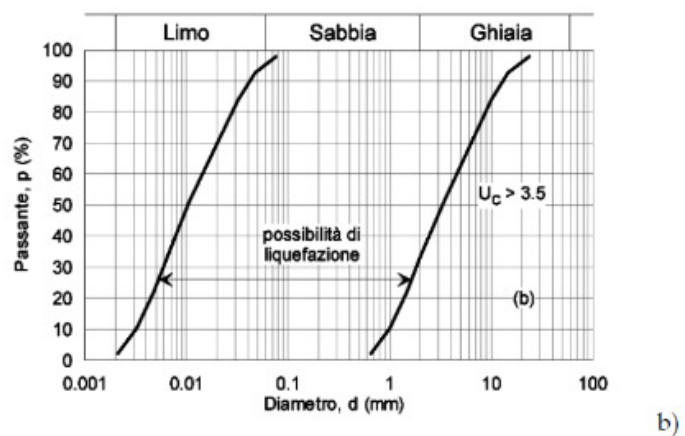


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Da tali considerazioni, la verifica nei confronti della liquefazione è stata omessa in quanto la profondità media stagionale della falda è superiore a 15 m dal piano campagna.

6. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

Per la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche, si è fatto riferimento alle indagini già condotte nell'area in studio ed in quelle contermini, allegate al vigente P.U.C.:

- **sondaggio a carotaggio continuo P26;**
- **prova sismica del tipo MASW L2;**
- **n°1 analisi di laboratorio su di un campione indisturbato.**

Le indagini sono state valutate in funzione del tipo di opera e tenendo conto del volume significativo, in modo da permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

I parametri fisici e meccanici sono stati desunti da un'analisi di laboratorio terre eseguita su un campione indisturbato prelevato alla profondità di 2,30 m. dal p.c. e da analisi effettuate su campioni di terreni prelevati in sedimenti geologicamente e geotecnicamente analoghi e, quindi, correlabili con quelli affioranti in sito.

COLTRE COSTITUITA DA LIMO ARGILLOSO DI COLORE BRUNASTRO, PLASTICO, ALTERATO, CON INCLUSI RARI ELEMENTI LAPIDEI MINUTI (da 0,00 m a – 2,10 m):

Peso dell'unità di volume naturale: 14 500 N/m³

Angolo d'attrito efficace: 15°

Coesione drenata: 0,005 N/mm²

LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO (da – 2,10 m a – 5,60 m):

Peso dell'unità di volume naturale: 18 500 N/m³

Angolo d'attrito efficace: 20°

Coesione drenata: 0,020 N/mm²

Modulo edometrico: 8,0 N/mm²

LIMO ARGILLOSO COMMISTO A LIVELLI LITOIDI INTENSAMENTE FRATTURATI (da – 5,60 m a – 5,90 m):

Peso dell'unità di volume naturale: 19 500 N/m³

Angolo d'attrito efficace: 23°

Coesione drenata: 0,015 N/mm²

Modulo edometrico: 9,0 N/mm²

LIMO ARGILLOSO GIALLASTRO DEBOLMENTE PLASTICO (da – 5,90 m a – 9,00 m):

Peso dell'unità di volume naturale: 19300 N/m³

Angolo d'attrito efficace: 23°

Coesione drenata: 0,025 N/mm²

Modulo edometrico: 10,5 N/mm²

LIMO ARGILLOSO COMMISTO A LIVELLI LITOIDI INTENSAMENTE FRATTURATI (da – 9,00 m a – 9,50 m):

Peso dell'unità di volume naturale: 19600 N/m³

Angolo d'attrito efficace: 25°

Coesione drenata: 0,020 N/mm²

Modulo edometrico: 10,5 N/mm²

LIMO ARGILLOSO GIALLO-VERDASTRO CON LIVELLI MARNOSI E CON CALCARI MARNOSI LITOIDI E PSEUDOLITOIDI (da – 9,50 m a – 15,00 m):

Peso dell'unità di volume naturale: 20 000 N/m³

Angolo d'attrito efficace: 25°

Coesione drenata: 0,025 N/mm²

Modulo edometrico: 13,0 N/mm²

**LIMO ARGILLOSO A TRATTI DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE
ROSSASTRO CON INCLUSI ABBONDANTI ELEMENTI LITOIDI (da –
15,00 m a – 20,00 m):**

Peso dell'unità di volume naturale: 20500 N/m^3

Angolo d'attrito efficace: 25°

Coesione drenata: $0,035 \text{ N/mm}^2$

Modulo edometrico: $14,5 \text{ N/mm}^2$

Si allegano gli esiti del laboratorio terre:



Geo-In srl

APPLICAZIONI ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti Concessione
n° 901 del 28 Gennaio 2011
D.P.R. n° 380/2001 - art. 59
Laboratorio Prove su Terre



C2

Accettazione Prove Terre n. 903
del 11 novembre 2014

Certificati n° 958 e n° 959

Spett.le

DOTT. GEOL. GIUSEPPE DE COSMO

Committente: **SPINA ANTONIO, SPINA ADDOLORATA**

RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON AMPLIAMENTO

C/da S.Elia - Casalbore (AV)

LABORATORIO PROVE SU TERRE





Geo-In srl

APPLICAZIONI ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti Concessione
n° 901 del 28 Gennaio 2011.
D.P.R. n° 380/2001 - art. 59
Laboratorio Prove su Terre

C2



Questo LABORATORIO PROVE SU TERRE, attrezzato con apparecchiature normalizzate ASTM÷AASHTO, ha esaminato il campione indisturbato di terreno prelevato dalla "Geo-In srl", con Ns. Acc. n. 903, ed inerente le indagini geognostiche dirette, cui al titolo.

Su di esso, come richiesto, sono state eseguite le seguenti prove:

- n° 1 Apertura del Campione Indisturbato e relativa Identificazione Visiva;
- n° 1 Determinazione delle Caratteristiche Fisiche Generali;
- n° 1 Prova di Taglio Diretto, tipo Consolidata÷Lenta.

Gli esiti sono riportati nei CERTIFICATI di prova allegati n° 958 e n° 959.

Tanto dovevasi.

Benevento, 13 novembre 2014.

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo





Geo-In srl

APPLICAZIONI ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti Concessione
n° 901 del 28 Gennaio 2011
D.P.R. n° 380/2001 - art. 59
Laboratorio Prove su Terre

C2



APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488) E RIEPILOGO PROVE ESEGUITE

ACCETTAZIONE n° 903

del 11-nov-14

pag. 1/1
rev. 1 del 24/02/2014

Committente: Spina Antonio, Spina Addolorata

Richiedente: Dott. Geol. Giuseppe De Cosmo

Progetto: Ristrutturazione edilizia con ampliamento

Località: C/da S.Elia - Casalboro (AV)

DATI DEL CAMPIONE

Identificativo campione: **S1 C1** indisturbato

Prelievo del: **N.C.**

Profondità, m: **2,50**

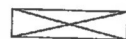
Data ricevimento campione: 11-nov-14

Data apertura campione: 11-nov-14

APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488)

Grani:	FINI
(Ø max e min - Forma - Distribuzione %)	Ø < 4,75 mm
Umidità:	MEDIA
Consistenza:	3,3 kg/cm ² (pocket penetrometer)*
Colore da tavola di Munsell:	HUE 105YR - 4/3 brown
Colore:	MARRONE
Denominazione:	LIMO ARGILLOSO SABBIOSO
OSSERVAZIONI:	*valore medio su 10 determinazioni
con: 50÷25 %Pass. ...oso: 25÷15 %Pass. debolmente ...oso: 15÷5 % Pass.	

RIEPILOGO PROVE ESEGUITE



- COSTANTI FISICHE GENERALI



- LIMITI di ATTERBERG



- ANALISI GRANULOMETRICA con SOLI VAGLI ASTM



- ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA



- TAGLIO DIRETTO, CONSOLIDATO LENTO



- TAGLIO DIRETTO + TAGLIO RESIDUO



- PROVA EDOMETRICA



- PROVA EDOMETRICA + PROVA DI PERMEABILITA'



- PROVA ad ESPANSIONE LATERALE LIBERA



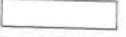
- PROVA di PERMEABILITA' a CARICO COSTANTE



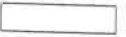
- PROVA di PERMEABILITA' a CARICO VARIABILE



- PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA (CD)



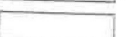
- PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)



- PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (UU)



- DETERMINAZIONE della DENSITA' RELATIVA



- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOSTANZA ORGANICA



- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOLFATI



- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di CARBONATI



- PROVA di COMPATTAZIONE PROCTOR



- PROVA CBR



CERTIFICATO N.

958

959

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo



Geo-In srl
APPLICAZIONI ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti Concessione
n° 901 del 28 Gennaio 2011
D.P.R. n° 380/2001 - art. 59
Laboratorio Prove su Terre

C2



DETERMINAZIONE delle COSTANTI FISICHE GENERALI

(ASTM D 2216 - BS 1377 T15 - ASTM D 854)

ACCETTAZIONE n° 903

del 11-nov-14

CERTIFICATO n° 958

del 13-nov-14

pag. 1/1

Mod. G.I - 7.5.1.1.c/d/e C

DATI GENERALI			
Committente: Spina Antonio, Spina Addolorata		Progetto: Ristrutturazione edilizia con ampliamento	
Richiedente: Dott. Geol. Giuseppe De Cosmo		Località: C/da S.Elia - Casalboro (AV)	
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: S1 C1	indisturbato	Prelievo del: N.C.	Profondità, m: 2,50
Data ricevimento campione: 11-nov-14		Data apertura campione: 11-nov-14	Data di prova: 11-nov-14

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (w_n) (ASTM D 2216)				
DETERMINAZIONE, N	1	2	3	
Contenitore, n	V	O	E	
Massa Contenitore, g	17,24	18,11	15,87	
Massa Cont + Terra Umida, g	49,80	56,94	58,79	
Massa Cont + Terra Secca, g	43,55	49,46	50,44	
CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (w_n), %	23,76%	23,86%	24,15%	23,92%

PESO di VOLUME NATURALE (γ_n) (BS 1377 T15)			
DETERMINAZIONE, N	1	2	
Volumometro, n	M	L	
Massa Volumometro, g	65,36	66,94	
Capacità Volumometro, cm ³	40,22	40,22	
Massa Volumometro + Terra Umida, g	139,63	141,12	
PESO di VOLUME NATURALE (γ_n), kN/m³	18,47	18,44	18,45
	PESO di VOLUME SECCO (γ_d), kN/m³		14,89

PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)			
DETERMINAZIONE, N	1	2	
Vaglio ASTM #10, % Passante	100	100	
Picnometro, n	408	357	
Massa Campione Secco, g	15,02	15,38	Temperatura, °C
Massa Picnometro + Campione + Acqua, g	89,96	90,57	20
Massa Picnometro + Acqua, g	80,58	80,98	
Fattore di Correzione, k	0,9982	0,9982	
PESO SPECIFICO dei GRANI a 20°C, kN/m³	26,58	26,52	26,55

GRANDEZZE INDICI	
• INDICE dei VUOTI (e')	0,783
• POROSITA' (n), %	43,91
• GRADO di SATURAZIONE (S_r)	81,14%
• PESO di VOLUME SATURO, (γ_{sat}), kN/m ³	19,28

OSSERVAZIONI:

Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo



Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Valentina Columbro



Geo-In srl

APPLICAZIONI ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti Concessione
n° 901 del 28 Gennaio 2011
D.P.R. n° 380/2001 - art. 59
Laboratorio Prove su Terre

C2



PROVA di TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 903

del 11-nov-14

CERTIFICATO n° 959

del 13-nov-14

pag. 1/2

Mod. G.I - 7.5.1.2.b C

DATI GENERALI													
Committente: Spina Antonio, Spina Addolorata						Progetto: Ristrutturazione edilizia con ampliamento							
Richiedente: Dott. Geol. Giuseppe De Cosmo						Località: C/da S.Elia - Casalboro (AV)							
DATI DEL CAMPIONE													
Identificativo campione: S1 C1		indisturbato		Prelievo del: N.C.		Profondità, m: 2,50							
Data ricevimento campione: 11-nov-14				Data apertura campione: 11-nov-14				Data inizio prova: 12-nov-14					
TIPO DI PROVA: Lenta: SI		Consolidata: SI		ATTREZZATURA: Controls - Cella Dinamometrica REP TCE 350 Matr. N° 1240									
										Fattore di conversione: 1			
DATI DEL CAMPIONE IN PROVA						SCATOLA DI TAGLIO							
Peso Specifico dei Grani (Gt*) kN/m^3 26,55						Lato Fustella, cm 6,02							
Contenuto Naturale in Acqua (media) % 23,92%						Altezza Fustella, cm 3,05							
						Velocità di taglio, mm/mn 0,007							
						Sezione Fustella, cm ² 36,24							
DETERMINAZIONI													
PROVINO		n	1				2				3		
Fustella Portacampione		n	G				H				I		
Massa Fustella		g	166,24				101,40				102,81		
Massa Fustella + Campione		g	370,90				305,23				307,16		
Massa Campione		g	204,66				203,83				204,35		
			PRIMA	DOPO	Δ		PRIMA	DOPO	Δ		PRIMA	DOPO	Δ
Peso di Volume Naturale		kN/m^3	18,52	19,05	0,53		18,44	19,39	0,95		18,49	20,00	1,51
Peso di Volume Secco		kN/m^3	14,94	15,37	0,43		14,88	15,65	0,77		14,92	16,14	1,22
Indice dei Vuoti			0,777	0,727	-0,05		0,784	0,696	-0,09		0,780	0,645	-0,13
Altezza Solidi		cm	2,122				2,113				2,119		
PROVINO n. 1													
Cedimenti, cm 0,085		Altezza Finale, cm 2,965						SFORZO NORMALE, kN/m^2 : 50,0					
Tempi, mn		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm		0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
Lettura cella dinamometrica		40	79	101	118	133	142	149	149				
Trasduttore Vert., mm		0,89	0,93	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00				
SFORZI di TAGLIO, kN/m^2		10,9	21,5	27,5	32,1	36,2	38,7	40,6	40,6				
PROVINO n. 2													
Cedimenti, cm 0,150		Altezza Finale, cm 2,900						SFORZO NORMALE, kN/m^2 : 100,0					
Tempi, mn		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm		0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
Lettura cella dinamometrica		71	123	163	187	200	206	202					
Trasduttore Vert., mm		1,53	1,57	1,60	1,62	1,64	1,65	1,66					
SFORZI di TAGLIO, kN/m^2		19,3	33,5	44,4	50,9	54,5	56,1	55,0					
PROVINO n. 3													
Cedimenti, cm 0,231		Altezza Finale, cm 2,819						SFORZO NORMALE, kN/m^2 : 200,0					
Tempi, mn		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm		0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
Lettura cella dinamometrica		96	163	241	295	329	346	345	343				
Trasduttore Vert., mm		2,34	2,39	2,41	2,44	2,46	2,47	2,47	2,47				
SFORZI di TAGLIO, kN/m^2		25,2	44,4	65,7	80,4	89,6	94,3	94,0	93,4				
RIEPILOGO													
		SFORZI, kN/m^2											
Provini		Normali		di Taglio									
3		200,0		94,3									
2		100,0		56,1									
1		50,0		40,6									
OSSERVAZIONI:													

Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Valentina Columbro



Geo-In srl

APPLICAZIONI ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA

Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti Concessione
n° 901 del 28 Gennaio 2011
D.P.R. n° 380/2001 - art. 59
Laboratorio Prove su Terre

C2



PROVA di TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 903

del 11-nov-14

CERTIFICATO n° 959

del 13-nov-14

pag. 2/2

Mod. G.I - 7.5.1.2.b C

DATI GENERALI

Committente: Spina Antonio, Spina Addolorata

Progetto: Ristrutturazione edilizia con ampliamento

Richiedente: Dott. Geol. Giuseppe De Cosmo

Località: C/da S.Elia - Casalbore (AV)

DATI DEL CAMPIONE

Identificativo campione: **S1 C1** indisturbato

Prelievo del: **N.C.**

Profondità, m: **2,50**

Data ricevimento campione 11-nov-14

Data apertura campione: 11-nov-14

Data inizio prova: 12-nov-14

ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Sforzi di Taglio - Deformazioni

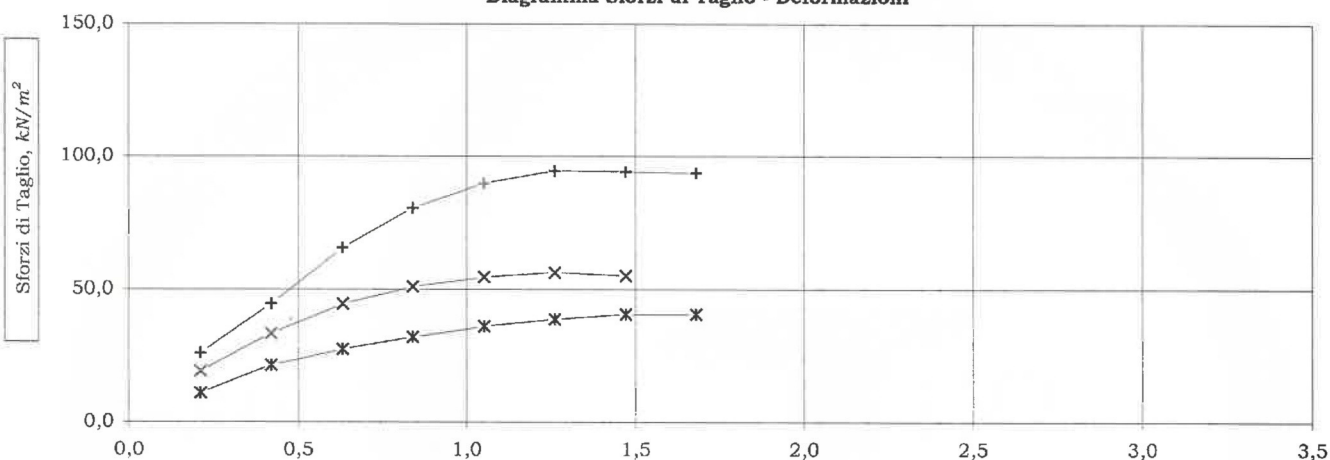
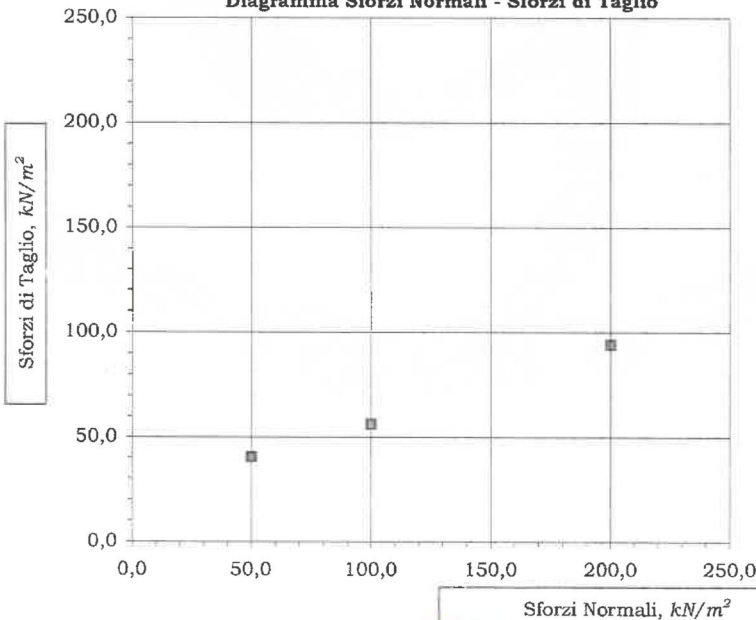


Diagramma Sforzi Normali - Sforzi di Taglio



Lo Sperimentatore:

Valentina Columbro
Dott.ssa Geol. Valentina Columbro

7. CARATTERI SISMICI

SISMICITÀ STORICA

L'Italia si trova al margine di convergenza tra la placca africana e quella euroasiatica.

La subduzione della prima sotto la seconda determina l'assetto tettonico attuale dell'intera area mediterranea.

Il movimento relativo delle due placche causa l'accumulo di energia e deformazione che vengono rilasciati sotto forma di terremoti.

La sismicità italiana riguarda prevalentemente le Alpi, gli Appennini e la maggior parte dei vulcani attivi dal Quaternario.

La maggior parte dei terremoti viene registrata nei primi 40 Km di profondità.

La registrazione avviene attraverso la rete sismica nazionale dell'INGV.

L'Appennino Campano rappresenta una delle aree con il più alto grado di rischio sismico di Italia.

Esso rappresenta una conseguenza dei processi tettonici che hanno modellato la suddetta catena e che sono tutt'ora in atto.

La valutazione della dinamica recente è necessariamente connessa in modo stretto con la sismicità storica, in quanto consente di conoscere il livello di pericolosità di un'area: una maggiore attività sismica indica, evidentemente, una maggiore dinamica e quindi una pericolosità più elevata.

Il territorio in esame è stato interessato in passato da numerosi sismi di forte intensità, così come si evince dai dati riportati nelle varie pubblicazioni consultate ai fini del presente studio.

Tra le quali si citano:

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI, 2004);
- Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 al 1990 (ING e SGA);
- Catalogo dei forti terremoti in Italia (CFTI3, 2000);
- Catalogo Strumentale dei Terremoti Italiani 1981-1996 (CSTI, 2001);
- Catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della

soglia del danno (GNDT, 1997);

- Catalogo della sismicità italiana 1981 – 2002 (CSI).

Il database Macrosismico italiano (INGV,2016) raccoglie ed organizza tutti gli eventi sismici italiani dall'anno 1000 fino al 2014, per fornire la base di dati utili per la determinazione dei parametri epicentrali del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani.

Nella tabella che segue sono elencati tutti i terremoti storici che hanno colpito la Regione Campania con una magnitudo $\geq 5Mw$.

Anno	Mese	Giorno	Epicentro	Lat	Long	Mw
1120	3	25	Valle del Garigliano	41,377	13,917	5,8
1293	9	4	Sannio-Matese	41,304	14,548	5,8
1456	12	5	Appennino centro-meridionale	41,302	14,711	7,19
1466	1	15	Irpinia-Basilicata	40,765	15,334	5,98
1499	12	5	Nola	40,926	14,529	5,56
1517	3	29	Irpinia	41,011	15,21	5,33
1561	7	31	Penisola sorrentina	40,685	14,717	5,56
1561	7	31	Vallo di Diano	40,65	15,389	6,34
1561	8	19	Vallo di Diano	40,563	15,505	6,72
1688	6	5	Sannio	41,283	14,561	7,06
1692	3	4	Irpinia	40,903	15,196	5,88
1702	3	14	Sannio-Irpinia	41,12	14,989	6,56
1732	11	29	Irpinia	41,064	15,059	6,75
1737	3	31	Monti di Avella	40,92	14,661	5,1
1741	8	6	Irpinia	41,049	14,97	5,44
1794	6	12	Irpinia	41,108	14,924	5,26
1805	10	13	Pianura Campana	41,002	14,393	5,1
1853	4	9	Irpinia	40,818	15,215	5,6
1858	3	7	Campania meridionale	40,108	15,612	5,39
1893	1	25	Vallo di Diano	40,513	15,36	5,15
1905	11	26	Irpinia	41,134	15,028	5,18
1910	6	7	Irpinia-Basilicata	40,898	15,421	5,76
1930	7	23	Irpinia	41,068	15,318	6,67
1960	1	11	Roccamonfina	41,283	13,986	5,16
1962	8	21	Irpinia	41,158	15,065	5,34
1962	8	21	Irpinia	41,248	15,069	5,68
1962	8	21	Irpinia	41,23	14,953	6,15
1980	11	25	Irpinia-Basilicata	40,655	15,452	5,39
1980	11	23	Irpinia-Basilicata	40,842	15,283	6,81
1981	1	16	Irpinia-Basilicata	40,89	15,439	5,22
1982	8	15	Irpinia	40,832	15,244	5,32
2013	12	29	Matese	41,395	14,434	5,16

tabella 1 - Catalogo cronologico degli eventi sismici a partire dall'anno 1000.

Di seguito, si riportano le mappe dell'intensità sismica dei terremoti con maggiore magnitudo:

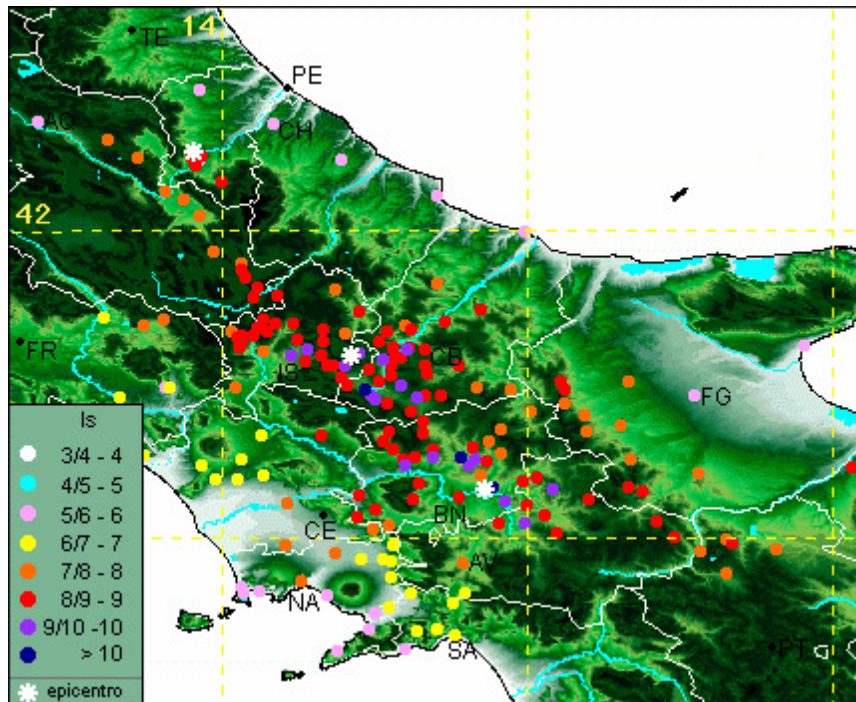


fig.9 Mappa dell'intensità sismica del terremoto avvenuto il 5 dicembre dell'anno 1456 con Mw pari a 7,19 (INGV).

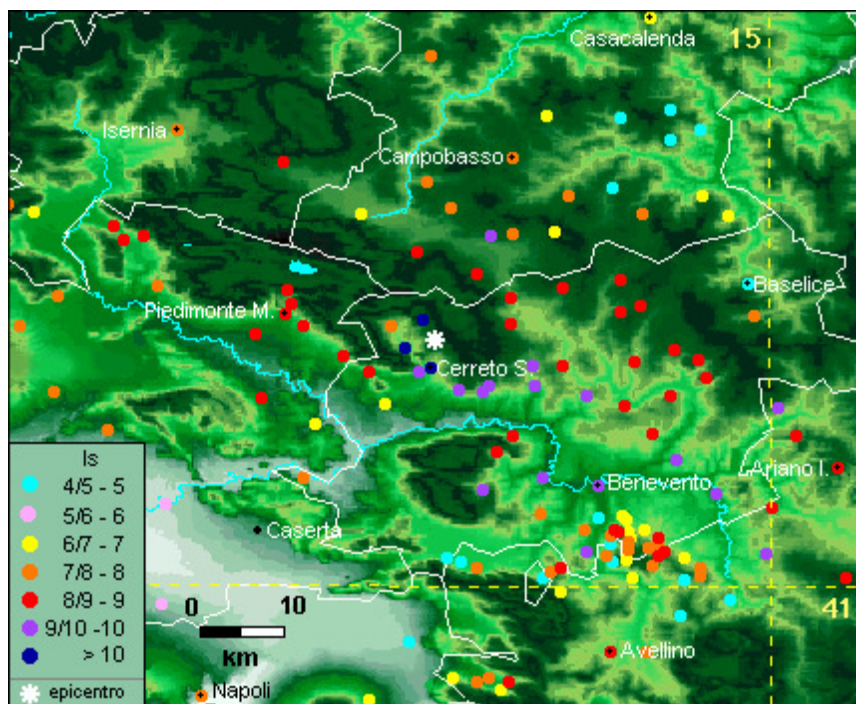


fig.10 Mappa dell'intensità sismica del terremoto avvenuto il 5 giugno dell'anno 1688 con Mw pari a 7,06 (INGV).

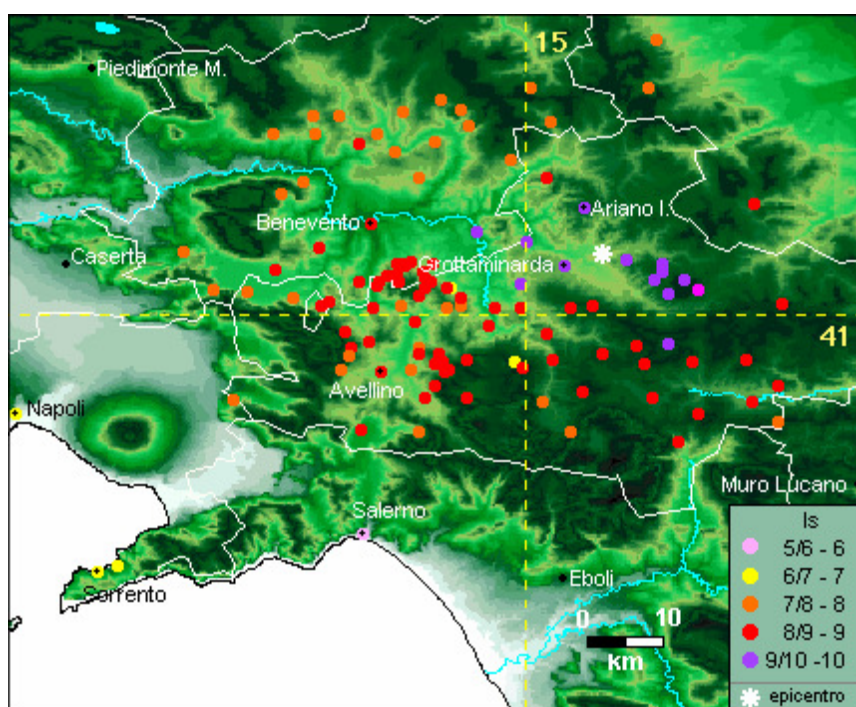


fig.11 Mappa dell'intensità sismica del terremoto avvenuto il 29 novembre dell'anno 1732 con Mw pari a 6,75 (INGV).

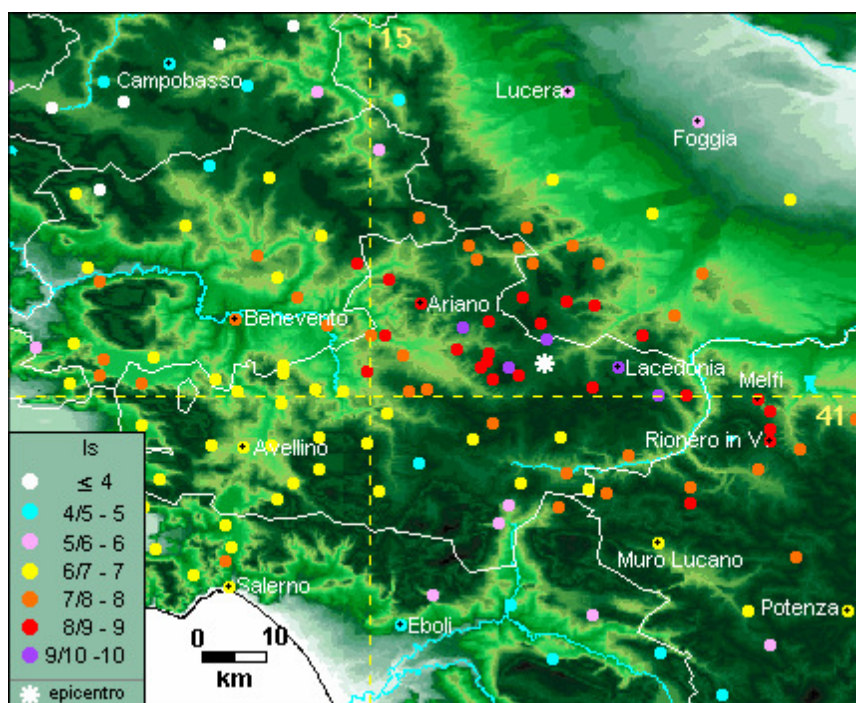


fig.12 Mappa dell'intensità sismica del terremoto avvenuto il 23 luglio dell'anno 1930 con Mw pari a 6,67 (INGV).

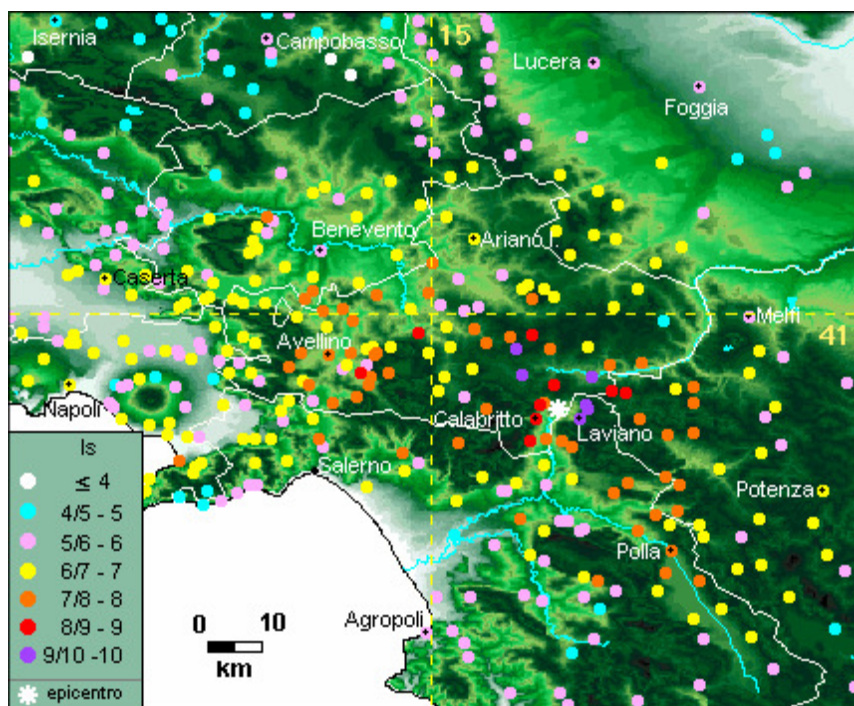


fig.13 Mappa dell'intensità sismica del terremoto avvenuto il 23 novembre dell'anno 1980 con Mw pari a 6,81 (INGV).

PROVE IN SITO

Al fine di determinare il parametro $V_{s_{eq}}$, nel rispetto delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto 17-01-18, si è fatto riferimento ad una prospezione sismica in array lineare del tipo MASW, eseguita per la redazione del vigente P.U.C. (MASW L2).

Nelle prospezioni sismiche che utilizzano le onde di tipo **P**, la maggior parte dell'energia sismica totale generata si propaga come onde superficiali di tipo **Rayleigh**.

Se si ipotizza una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente in frequenza di queste onde è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) e quindi da una diversa lunghezza d'onda.

Questa proprietà è definita *dispersione*.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di volume (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere impiegata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (**Vs**), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di **Rayleigh**, è una delle pratiche più comuni per sfruttare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Per ottenere un profilo verticale di velocità **Vs** è necessario produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

Una molteplicità di tecniche diverse è stata utilizzata nel tempo per ricavare la curva di *dispersione*, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a rifrazione.

La tecnica MASW può essere efficace anche con solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni verticali a bassa frequenza (4.5 Hz).

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori) sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte) hanno meno energia e una penetrazione superficiale.

Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizza le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

La velocità delle onde **S** (**Vs**) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati sperimentali;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D), che descrive la variazione di Vs con la profondità.

L'elaborazione del MASW con software specifico ha consentito di determinare il profilo verticale delle velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio e la frequenza caratteristica del sito.

La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della $V_{s,eq}$, definita dalla relazione:

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

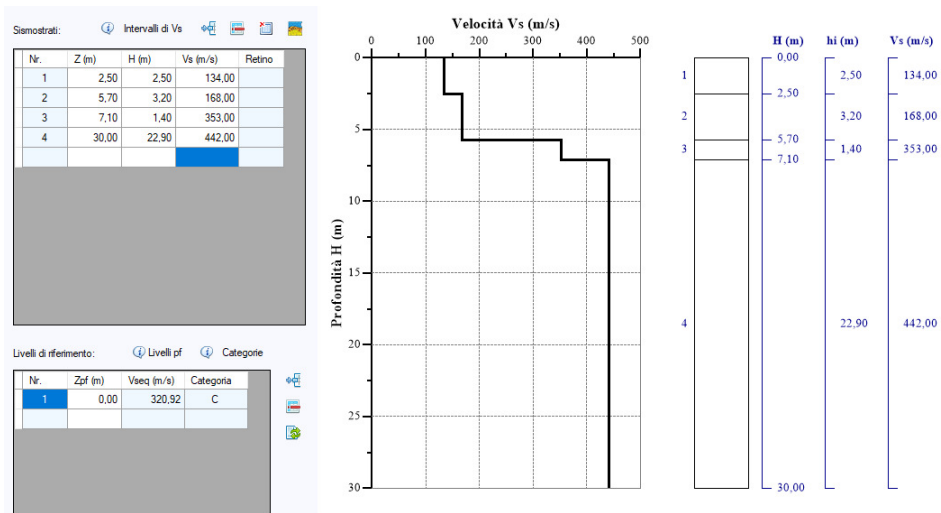
con

h_i = spessore dello stato isesimo

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato

N = numero di strati

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/sec



I dati MASW sono stati elaborati (attraverso la determinazione dello spettro di velocità, l'identificazione delle curve di dispersione e l'inversione/modellazione di queste ultime) al fine di ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_s).

La normativa Italiana prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura sia dello spessore della copertura stessa.

In tal modo vengono identificate 5 classi, a ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico.

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

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

Sulla base dei dati della campagna di indagini geofisiche, tutte le aree in esame possono essere classificate come appartenenti alla **Categoria Suolo di Fondazione C**.

L'influenza delle condizioni topografiche sarà valutata in funzione della **Categoria T₁**.

Si allega elaborazione MASW:

COMUNE DI CASALBORE

PROVINCIA DI AVELLINO

INDAGINE SISMICA

TIPO MASW

ESEGUITA PER LAVORI DI:

**RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA CON
AMPLIAMENTO**

UBICAZIONE: C/da S. Elia

COMMITTENTE: Sig. Spina Antonio, Sig.ra Spina Addolorata



Novembre 2014

Il responsabile dell'indagine
Dott. Geol. Giuseppe DE COSMO



INDICE

Premessa.....	1
Acquisizione ed elaborazione dei dati.....	1
Conclusioni	5

Allegati

1. Ubicazione indagine sismica
2. Tracce sismiche
3. Report fotografico

Premessa

La presente relazione viene redatta per la caratterizzazione sismica di un'area sita nel comune di Casalbore (Avellino) in c/da S. Elia, relativa ai lavori di "ristrutturazione edilizia con ampliamento". La ditta committente è rappresentata dal Sig. Spina Antonio, Sig.ra Spina Addolorata.

Obiettivo della presente relazione geofisica è quello di definire, secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia, il parametro Vs30 attraverso la stima delle velocità dei terreni con l'esecuzione di una prova di sismica di tipo MASW mediante la caratterizzazione dinamica del sottosuolo con l'individuazione delle principali unità sismostratigrafiche e delle relative proprietà elastiche.

Acquisizione ed elaborazione dei dati

La geometria (Figura 1) e la modalità di acquisizione dei dati (Tabella 1) sono riportate di seguito:

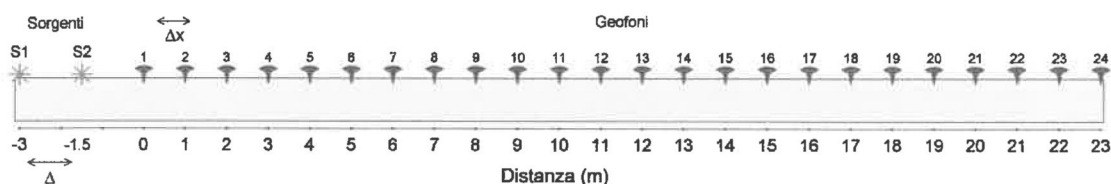


Figura 1: schema della geometria di acquisizione.

Tabella 1: caratteristiche di acquisizione dei dati

Numero geofoni	24
Tipo di geofono	Verticale
Frequenza propria dei geofoni (Hz)	4,5
Distanza intergeofonica Δx (m)	1,0
Lunghezza stendimento sismico (m)	26
Frequenza di campionamento (Hz)-MASW	1000
Intervallo di acquisizione (ms)-MASW	0.001
Tipo di starter	Meccanico
Tipo di energizzazione	Meccanico

Durante la fase di acquisizione sono stati eseguiti due shots (vedi Tabella 2) per valutare la stabilità della curva di dispersione sperimentale apparente, necessaria per verificare l'assenza di variazioni laterali, fondamentale prima di eseguire la fase di inversione 1D.

Tabella 2: schema energizzazione.

Numero di energizzazioni	2*
Scoppio S1	$\Delta_1 = -3,0$ (m)
Scoppio S2	$\Delta_2 = -1,5$ (m)

*la posizione dei punti sorgente è riportata in Figura 1.

L'analisi è stata condotta nel dominio delle frequenze attraverso la determinazione dello spettro f-k (Figura 2), piccando con una procedura manuale i massimi all'interno dello spettro. La curva di dispersione presenta la migliore definizione nell'intervallo 6-90 Hz.

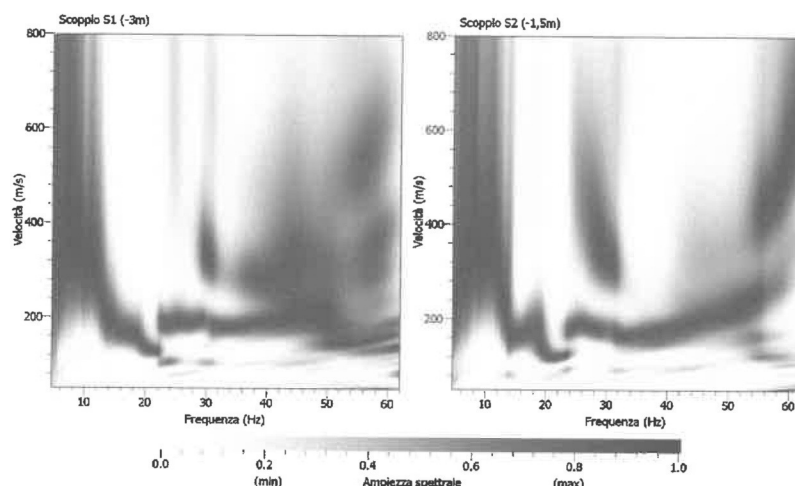


Figura 2: curve di dispersione ottenute per i due scoppi realizzati.

Attraverso una procedura manuale sono stati piccati i massimi (punti in rosso in Figura 3) all'interno dello spettro relativo allo scoppio S1 (in quanto la relativa curva di dispersione risulta essere meglio definita all'interno del range di frequenza considerato) e le curve di dispersione così ottenute sono state utilizzate successivamente per il processo di inversione.

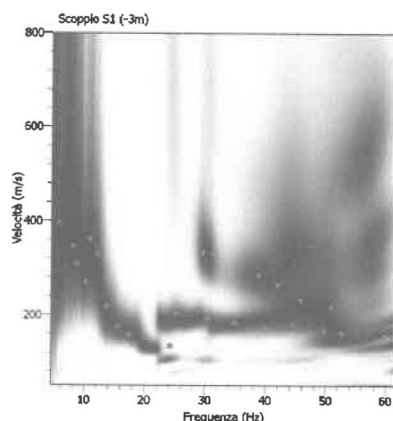


Figura 3. Picking della curva di dispersione relativa allo scoppio S1. I punti in rosso rappresentano i massimi relativi al modo di vibrazione riconosciuto.

La procedura di inversione, effettuata utilizzando il software "Dinver", prevede che il modello teorico sia costituito da una sequenza di n strati, poggianti su un semispazio, ognuno dei quali caratterizzato da un intervallo dei parametri V_p , V_s , Poisson, densità e spessore. Nell'inversione a ciascun run corrispondono 100 iterazioni, ognuna delle quali costituita da 50 modelli generati in modo random. Per ogni modello viene calcolato il minimo misfit associato alla curva di dispersione teorica confrontata con quella sperimentale. L'errore accettabile deve essere inferiore al 10%, a cui

corrisponde un misfit minore di 1. Nella Tabella 3 si riportano i parametri utilizzati nella procedura di inversione.

Tabella 3

Parametri di inversione	
Numero di run	4
Iterazione per ciascun run	100
Modelli generati per ciascun run	5050
Modelli totali generati	20200
Minimo misfit	0,0555

In Figura 4 sono riportate le curve di dispersione teoriche e i corrispondenti modelli di velocità delle onde P ed S. In rosso sono indicati la curva e il modello che presentano il minor misfit, unitamente agli intervalli minimo e massimo di variabilità dei parametri dei modelli.

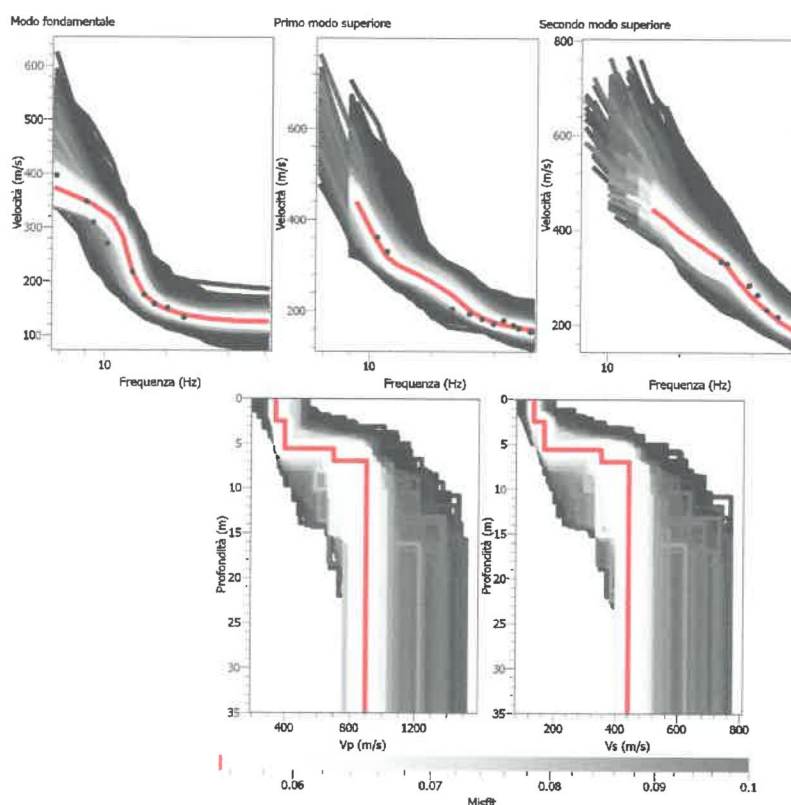


Figura 4: curve di dispersione e modelli di velocità ottenuti dalla procedura d'inversione.

Inoltre, per ottemperare a quanto previsto dalla vigente normativa sismica (NTC 2008), si riporta il profilo di velocità delle onde S (con minimo misfit) fino alla profondità di 35 m dall'attuale piano campagna.

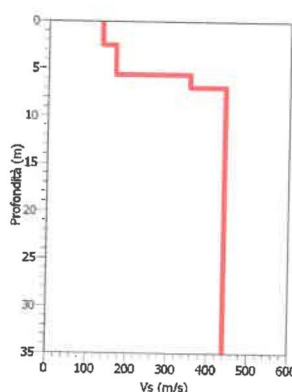


Figura 5: modello di velocità delle onde S (con minimo misfit) utilizzato per il calcolo della Vs30.

A partire dalle velocità delle onde di volume, è possibile dedurre, attraverso l'uso di semplici relazioni¹, i parametri dinamici del sottosuolo riportati in Tabella 4.

Tabella 4: parametri dinamici del sottosuolo calcolati fino a 30 m dal p.c.

Strato	Spessore (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densità ρ (kg/m^3)	Poisson ν	Modulo di taglio G (kPa)	Modulo di Young E (kPa)	Modulo di incompressibilità K (kPa)
1	2,50	341	134	1500	0,41	26934	75883	138510
2	3,20	397	168	1600	0,39	45158	125624	191963
3	1,40	699	353	1700	0,33	211835	562986	548175
4	22,90	903	442	1800	0,34	351655	944166	998863

Ai sensi del DM 14 gennaio 2008, si riporta il valore della Vs30 riferito all'attuale piano campagna.

Profondità (m)	Vs30 (m/s)
0-30	321

¹ $G = V_s^2 * \rho$

$K = \rho * (V_p^2 - \frac{4}{3}V_s^2)$

$E = V_s^2 * \rho \left[\frac{3V_p^2 - 4V_s^2}{V_p^2 - V_s^2} \right]$

$\nu = \left[\frac{1}{2} \left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1 \right] * \left[\left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1 \right]^{-1}$

Carrara E., Rapolla A., Roberti N. "Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo: metodi geoelettrici e sismici". Liguori Editore, 1992

Conclusioni

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della V_s e di conseguenza, il parametro V_{s30} , risultato per il modello con minimo misfit pari a 321 m/s (considerando come riferimento il piano campagna attuale).

In riferimento alla Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni si riportano le categorie di sottosuolo di riferimento distinte in funzione del parametro V_{s30}^* (Tabella 5 e Tabella 6).

Tabella 5: Categorie di sottosuolo (Tabella 3.2.II NTC 2008)

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s. eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m. caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m. caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m. caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 6: Categorie aggiuntive di sottosuolo (Tabella 3.2.III NTC 2008)

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tanto per incarico ricevuto.

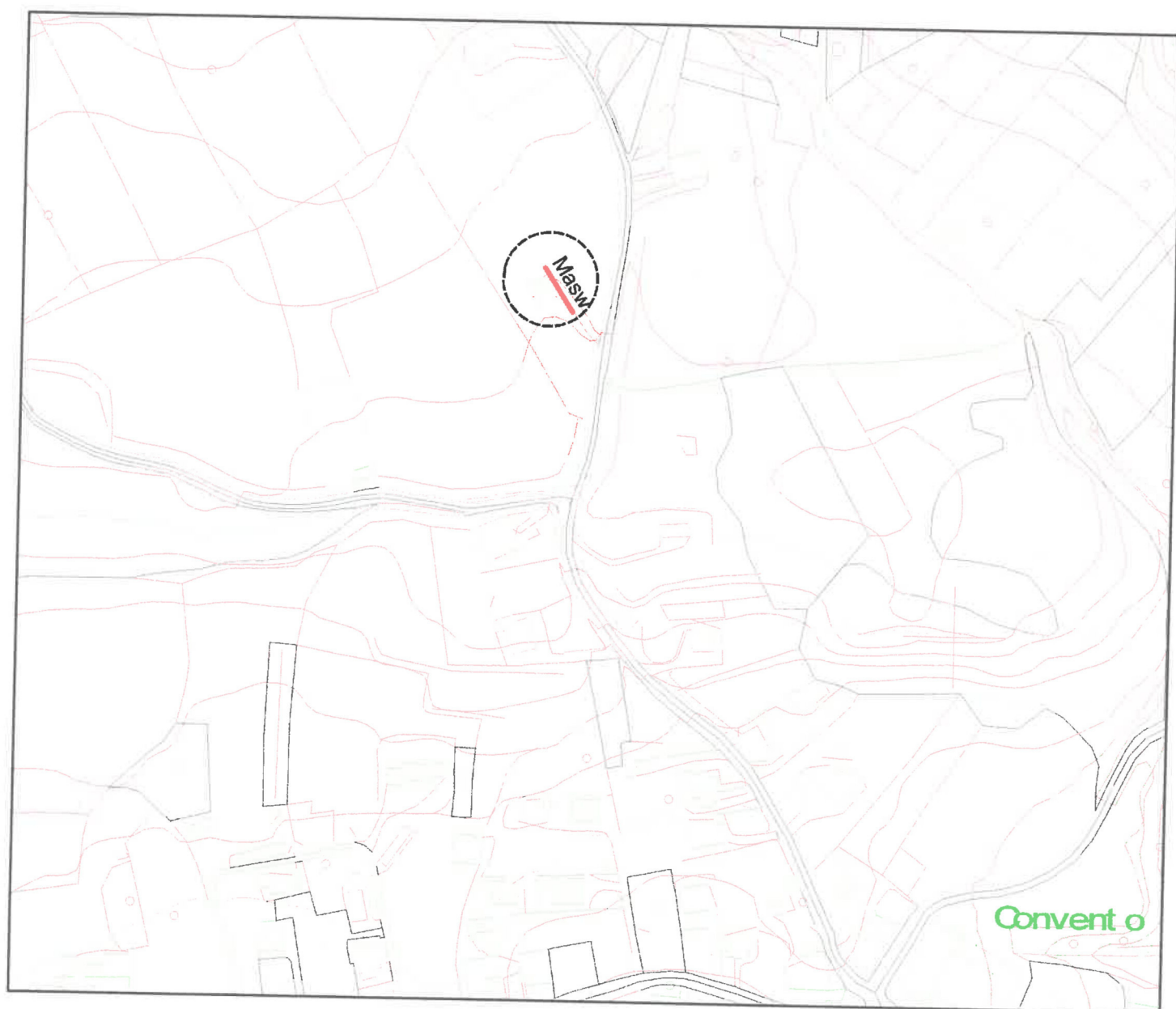
Novembre 2014

Il responsabile dell'indagine
Dott. Geol. Giuseppe DE COSMO

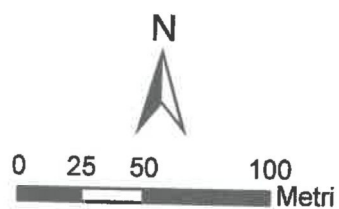


* La classificazione del terreno è di pertinenza dell'utente che ne deve valutare la tipologia sulla base della normativa vigente (NTC 2008) tenendo conto della locale successione stratigrafica. Si ricorda che il valore della V_{s30} va calcolato in funzione della profondità del piano di posa delle fondazioni.

ALLEGATO 1 UBICAZIONE INDAGINE SISMICA

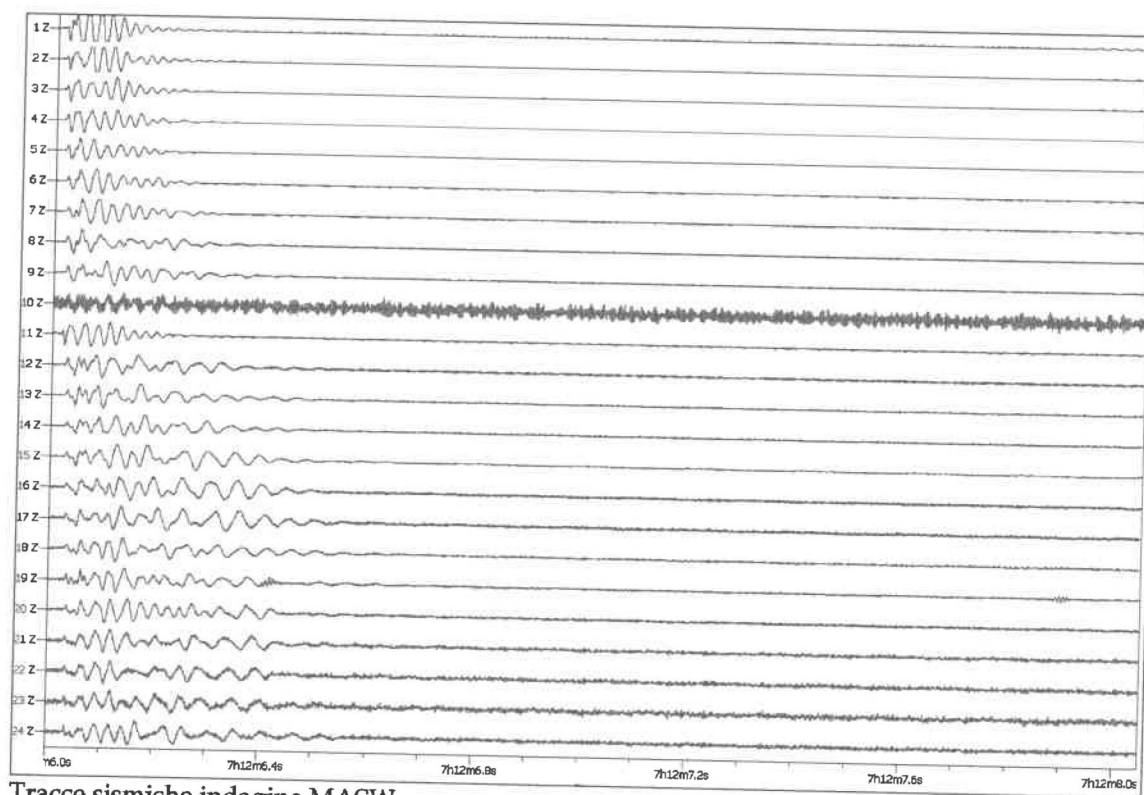


— Masw
□ Area di studio



ALLEGATO 2

TRACCE SISMICHE



Tracce sismiche indagine MASW

ALLEGATO 3
REPORT FOTOGRAFICO



8. CONCLUSIONI

Le conoscenze di geologia regionale, le osservazioni di dettaglio eseguite nell'area in esame e in quelle limitrofe, le indagini di riferimento consentono di formulare il seguente schema litostratigrafico, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e sismico.

Consultando la Carta Geologica redatta dall'ISPRA (Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale) - foglio n°174 Ariano Irpino - scala 1: 100.000 - rilevamento geologico scala 1: 25.000, si evince che il territorio di interesse ricade in un'area caratterizzata dalla presenza di due formazioni flyschoidi note in letteratura con la sigla Co e Cm.

Per la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche, si è fatto riferimento alle indagini già condotte nell'area in studio ed in quelle contermini, allegate al vigente P.U.C.:

- **sondaggio a carotaggio continuo P26;**
- **prova sismica del tipo MASW L2;**
- **n°1 analisi di laboratorio su di un campione indisturbato.**

Il sondaggio P26 ha messo in evidenza una coltre, dallo spessore di 2,10 m, costituita da limo argilloso di colore brunastro plastico, alterato (inclusi rari elementi lapidei minuti).

A partire dalla profondità di 2,10 m e fino alla profondità di 5,60 m si rinviene del limo argilloso debolmente sabbioso di colore giallastro, con abbondanti depositi carbonatici biancastri in fase di dissoluzione; a tratti si osserva la presenza di piccoli elementi lapidei di natura calcarea e calcareo-marnosa.

Fino alla profondità di 5,90 m segue del limo argilloso commisto a livelli litoidi intensamente fratturati.

Per uno spessore di 3,10 m si rinviene del limo argilloso giallastro debolmente plastico.

Fino alla profondità di 9,50 m segue del limo argilloso commisto a livelli litoidi intensamente fratturati.

Per uno spessore di 5,50 m si rinviene del limo argilloso giallo-verdastro con livelli marnosi e con calcari marnosi litoidi e pseudolitoidi.

Infine, fino alla profondità di 20,00 m (fondo foro) si rileva la presenza di limo argilloso, a tratti debolmente sabbioso, di colore rossastro con inclusi abbondanti elementi litoidi, in cui è presente anche una circolazione idrica.

Il paesaggio morfologico del Comune di Casalbore (AV) è notevolmente condizionato sia dai fattori geologici che da quelli idrologici in conseguenza dei quali ha assunto fisionomie varie e spesso prive di significativa continuità o correlazione.

Contribuiscono in maniera marcata alla mutevolezza degli aspetti, sia l'erosione differenziata che i meccanismi che portano al disfacimento delle rocce più esposte agli agenti esogeni i quali esplicano, con rigida continuità, la loro azione demolitrice.

Il territorio comunale in esame rientra sotto la competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Dalla Carta del Rischio frana, redatta per il Progetto di Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico, emerge che i tratti oggetto di intervento sono perimetrati in aree di possibile ampliamento dei fenomeni franosi (cartografati all'interno, ovvero fenomeni di primo distacco) e in aree a rischio nullo.

Le caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti nel territorio comunale oggetto di studio, quali il tipo e il grado di permeabilità, dipendono dal novero dei fattori relativi alle diverse situazioni idrogeologiche: giacitura, posizione strutturale, stratigrafia, estensione areale e tipo di alimentazione.

I terreni ricadenti nell'area di stretto interesse presentano una permeabilità bassa per fratturazione.

La falda acquifera, dalla lettura delle stratigrafie disponibili risulta assente nei primi 15,00 m. di profondità dal p.c.; tuttavia, è possibile intercettare la falda idrica stagionale, a letto della coltre superficiale, legata agli atmosferici locali.

La superficie piezometrica è soggetta a continue variazioni di livello sia per cause naturali che artificiali.

Le principali cause naturali sono quelle legate alle precipitazioni

atmosferiche, alla pressione atmosferica, alle variazioni del livello dei fiumi e all'evapotraspirazione.

Le cause artificiali sono legate all'utilizzazione delle falde, all'irrigazione, all'alimentazione artificiale ed alla costruzione di trincee drenanti.

Nel paragrafo 7.11.3.4.2 del D.M. 2018 si rileva che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;

2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Da tali considerazioni, la verifica nei confronti della liquefazione è stata omessa in quanto la profondità media stagionale della falda è superiore a 15 m dal piano campagna.

Le indagini sono state valutate in funzione del tipo di opera e tenendo conto del volume significativo, in modo da permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

I parametri fisici e meccanici sono stati desunti da un'analisi di laboratorio terre eseguita su un campione indisturbato prelevato alla profondità di 2,30 m. dal p.c. e da analisi effettuate su campioni di terreni prelevati in sedimenti geologicamente e geotecnicamente analoghi e, quindi, correlabili con quelli affioranti in sito.

COLTRE COSTITUITA DA LIMO ARGILLOSO DI COLORE BRUNASTRO, PLASTICO, ALTERATO, CON INCLUSI RARI ELEMENTI LAPIDEI MINUTI (da 0,00 m a – 2,10 m):

Peso dell'unità di volume naturale: $14\,500\text{ N/m}^3$

Angolo d'attrito efficace: 15°

Coesione drenata: $0,005\text{ N/mm}^2$

LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO (da – 2,10 m a – 5,60 m):

Peso dell'unità di volume naturale: $18\,500\text{ N/m}^3$

Angolo d'attrito efficace: 20°

Coesione drenata: $0,020\text{ N/mm}^2$

Modulo edometrico: $8,0\text{ N/mm}^2$

LIMO ARGILLOSO COMMISTO A LIVELLI LITOIDI INTENSAMENTE FRATTURATI (da – 5,60 m a – 5,90 m):

Peso dell'unità di volume naturale: $19\,500\text{ N/m}^3$

Angolo d'attrito efficace: 23°

Coesione drenata: $0,015\text{ N/mm}^2$

Modulo edometrico: $9,0\text{ N/mm}^2$

LIMO ARGILLOSO GIALLASTRO DEBOLMENTE PLASTICO (da – 5,90 m a – 9,00 m):

Peso dell'unità di volume naturale: $19\,300\text{ N/m}^3$

Angolo d'attrito efficace: 23°

Coesione drenata: $0,025\text{ N/mm}^2$

Modulo edometrico: $10,5\text{ N/mm}^2$

LIMO ARGILLOSO COMMISTO A LIVELLI LITOIDI INTENSAMENTE FRATTURATI (da – 9,00 m a – 9,50 m):

Peso dell'unità di volume naturale: $19\,600\text{ N/m}^3$

Angolo d'attrito efficace: 25°

Coesione drenata: $0,020\text{ N/mm}^2$

Modulo edometrico: $10,5 \text{ N/mm}^2$

LIMO ARGILLOSO GIALLO-VERDASTRO CON LIVELLI MARNOSI E CON CALCARI MARNOSI LITOIDI E PSEUDOLITOIDI (da – 9,50 m a – 15,00 m):

Peso dell'unità di volume naturale: $20\,000 \text{ N/m}^3$

Angolo d'attrito efficace: 25°

Coesione drenata: $0,025 \text{ N/mm}^2$

Modulo edometrico: $13,0 \text{ N/mm}^2$

LIMO ARGILLOSO A TRATTI DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE ROSSASTRO CON INCLUSI ABBONDANTI ELEMENTI LITOIDI (da – 15,00 m a – 20,00 m):

Peso dell'unità di volume naturale: $20\,500 \text{ N/m}^3$

Angolo d'attrito efficace: 25°

Coesione drenata: $0,035 \text{ N/mm}^2$

Modulo edometrico: $14,5 \text{ N/mm}^2$.

Alfine di determinare il parametro V_{se} , nel rispetto delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto 17-01-18, si è fatto riferimento ad una prospezione sismica in array lineare del tipo MASW, eseguita per la redazione del vigente P.U.C. (MASW L2).

Sulla base dei dati della campagna di indagini geofisiche, tutte le aree in esame possono essere classificate come appartenenti alla **Categoria Suolo di Fondazione C.**

L'influenza delle condizioni topografiche sarà valutata in funzione della **Categoria T₁.**