



COMUNE DI CAPACCIO PAESTUM

AREA

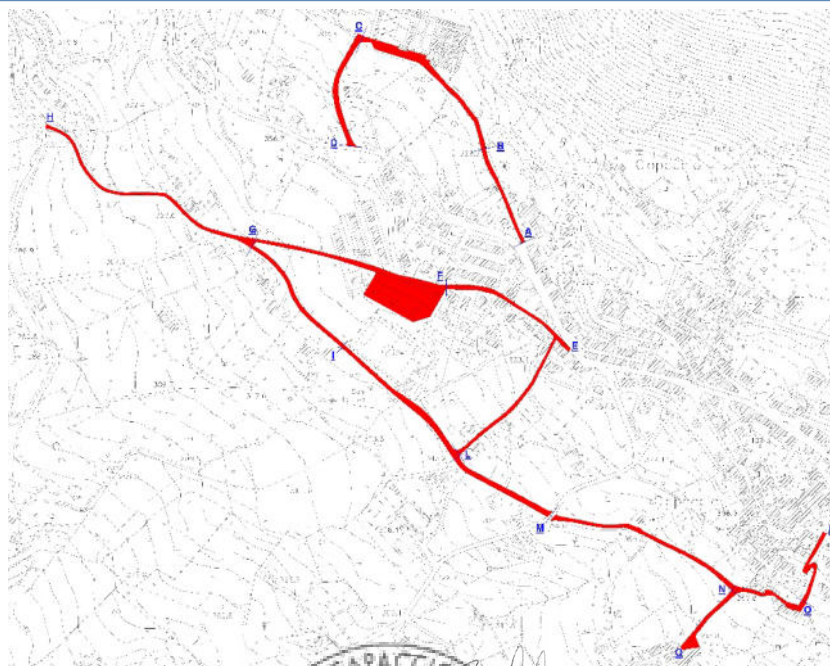
Lavori Pubblici - Servizi Idrici Integrati - Manutenzioni



**INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO NELLE  
AREE CHE PRESENTANO ELEVATO RISCHIO DI FRANA DENOMI-  
NATE VIA CUPONE, VIA CHIUSA DI LEONE E VIA RODIGLIANO  
IN CAPACCIO CAPOLUOGO**

Progetto esecutivo approvato con

[ ] Delibera di CC [ ] Delibera di GC [ ] Determinazione Dirigenziale  
n. \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_/\_\_\_\_/2021



RUP: Ing. Giovanni Vito BELLO

PROGETTO: Geom. Antonio FRANCO



*Antonio Franco*  
*Giuseppe*



SINDACO

Avv. Francesco ALFIERI

SEGRETARIO GENERALE

dott. Andrea D'AMORE

VER. N°	NOTE DI VERSIONE	DATA VERSIONE
1.0	VERSIONE INIZIALE	VEDI DATA DI APPROVAZIONE

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO

Progetto esecutivo

SERIE

REL

NUMERO

2.0

RAPP:

**S.I.GE.A**

Società di Ingegneria Geologia e Architettura

Via Firenze 11 – 84075 STIO (SA)

**COMUNE DI CAPACCIO PAESTUM (SA)**

**INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO  
NELLE AREE CHE PRESENTANO ELEVATO RISCHIO DI  
FRANA DENOMINATE VIA CUPONE VIA CHIUSE DDI  
LEONE E VIA RODIGLIANO**

**COMMITTENTE Amministrazione Comunale**

**RELAZIONE GEOLOGIA E DI COMPATIBILITA'  
IDROGEOLOGICA**

  
**Dr. Geol. Luigi Lillo**

## **PREMESSA**

Nella presente relazione vengono riportati i risultati dell'indagine geologica eseguita su incarico dell'Amministrazione Comunale di Capaccio Paestum, a corredo del progetto "Intervento di messa in sicurezza del territorio nelle aree che presentano elevato rischio di frana denominate Via Cupone Via Chiude di Leone e via Rodigliano."

L'intervento in esame ha come scopo la mitigazione ed l'eliminazione del rischio idrogeologico in alcuni tratti stradali compresi nel settore occidentale dell'abitato del capoluogo racchiuso tra la strada a valle del capo sportivo ed il Cimitero Comunale. In particolare oggetto di interventi strutturali interesseranno un tratto della via Rodigliano in prossimità del Cimitero, l'area compresa fra la via Cupone ed il Campo sportivo ed un tratto di Via S. Bernardino (via Luca).

Nel primo caso un tratto di sede stradale risulta dissestato a causa di un inefficiente sistema di raccolta acque meteoriche che ha causato un avvallamento della sede stradale e dissestato il muro di sottoscarpa in cls e prive di qualsiasi caditoie.

Nel secondo caso è prevista la sistemazione dell'area valle della via Cupone che attualmente si presenta in equilibrio statico precario a causa di opere di sistemazione incompiute.

Nel terzo caso lungo via S. Bernardino (Via Luca) nella parte centrale la sede stradale (ca 30 m) risulta del tutto deformata a causa di un cedimento della scarpata stradale di valle con conseguente coinvolgimento anche del muretto di monte in cls.

Finalità dell'indagine è stata quella di acquisire tutti i dati relativi agli aspetti geologici - geomorfologici ed idrogeologici dell' area in studio in modo da comprendere gli attuali processi erosionali in atto.

Una prerogativa allo studio è stata la lettura e l'interpretazione delle foto aeree della zona e della cartografia topografica e tematica esistente nonché la ricerca bibliografica di lavori eseguiti da vari autori nell'area in oggetto.

Successivamente in campagna si è eseguito un accurato rilevamento geologico di dettaglio nell'ambito del tratto di bacino in studio, che ha consentito di accertare le caratteristiche litologiche-giacitoriali ed idrogeologiche dei terreni affioranti e di trovare un riscontro insito di quelle situazioni morfologiche individuate in prima analisi dalla lettura delle foto aeree e della cartografia topografica. Data la litologia presente nei siti, costituita in tutti i casi da materiale flyschioide litoide in affioramento e/o ricoperto da un coltre alteritica, e vista la modestia delle opere previste in progetto, lo scrivente ha ritenuto opportuno eseguire in prossimità delle aree interessate da interventi strutturali tre indagini sismiche MASW e prelevare un campione di terreno nell'area ritenuta



più rappresentativa (area a monte del Campo Sportivo) da sottoporre ad analisi e prove di laboratorio geotecnico da parte di un laboratorio geotecnico autorizzato (PLP).

L'attenta analisi di questi dati ha permesso di valutare e definire le opere di sistemazione e prevenzione più idonee, e di proporre soluzioni tecniche più adeguate alle locali condizioni geologiche ed integrabili nel contesto paesaggistico ed ambientale della zona.

#### RILEVAMENTO GEOLOGICO

L'abitato di Capaccio (SA), si colloca alla base del versante sud occidentale del rilievo carbonatico M. Soprano (1082 m s.l.m.) sulla fascia pedemontana costituita dai rilievi collinari terrigeni che raccorda gli alti topografici costituiti dai rilievi carbonatici della dorsale carbonatica, con la sottostante Piana di Paestum.

Nelle aree di nostro interesse come in buona parte dell'abitato affiorano materiali terrigeni in facies di flysch appartenenti alla formazione basale di un Unità Strutturale nota in Geologia regionale come Terreni ad Affinità Sicilide.

Trattasi di un'alternanza di strati di calcilutiti più o meno silicifere dell'ordine dei 20 - 40 cm., con marne grigio giallastre anch'esse con medesimi spessori. Su tale formazione, comunque, è sempre presente un manto eluviale pedogenizzato, con spessore variabile da alcuni decimetri a qualche metro, costituito da pezzame litoide calcilutitico e marnoso di

medie dimensioni immerso in un abbondante matrice argillosa grigio giallastra.

Trattasi di terreni caratterizzati da una media permeabilità sia primaria che secondaria in cui, laddove la coltre alteritica raggiunge spessori significativi (4 – 5m) costituisce un modesto serbatoio idrico sostenuto dal sottostante substrato impermeabile, si origina una circolazione idrica sotterranea. Si precisa che nel sottosuolo dell'area non è presente alcuna falda idrica.

Dal punto di vista sismico, il comprensorio comunale di Capaccio Paestum, secondo le vigenti classificazioni del territorio nazionale, è dichiarato sismico con grado di sismicità S=9.

Dal punto di vista geomorfologico la zona in studio può essere raggruppato in un unico dominio ben delineabile con l'area di affioramento dei terreni flyschiodi dell'unità terrigene.

In questi terreni mancano o sono molto rari le forme a controllo strutturale e questo, non perchè mancano situazioni geologiche idonee, bensì le litologie affioranti sono poco conservative rispetto alle forme endogene (tipo i versanti di faglia) le quali vengono velocemente cancellate dai processi erosionali.

Le linee di drenaggio superficiale, quindi, raramente rimarcano i lineamenti tettonici presenti nella massa rocciosa, il loro andamento spesso risente di antiche situazioni morfologiche riconducibili talvolta

alla fisiografia grossomodo tabulare modellata dal ciclo erosionale pre calabriano.

Le pendenze in questo dominio sono molto variabili ed i pendii hanno profili trasversali composti con diverse concavo, convessità.

La morfodinamica in atto è potenziale ed è dominata dall' erosione lenta per ruscellamento disordinato e diffuso sulle zone piane o con pendenze medio basse, dove agiscono spesso fenomeni di creep lento della coltre eluviale allentata.

La zona in studio risulta interessata da due distinti fenomeni franosi che risultano retaggio della morfogenesi passata, in entrambi i casi trattasi di due fenomeni franosi con fenomenologia e cinematismo complesso, trattasi di uno scorrimento rotazionale-colata lenta.

Sia il tratto di strada cimitero che San bernardino si collocano in due zona di testata di due vecchi movimento franosi che allo stato risultano modellate con chiari segni di maturità e apparentemente allo stato quiescente ed urbanizzate nel tratto a Valle della SP13a) Le deformazioni superficiali presenti in questi tratti in studio risultano legate esclusivamente alla cattiva sistemazione idraulica in cui persistono tali tratti stradali. Le acque piovane in queste aree non potendo defluire ristagnano (tratto cimitero) e/o vengono convogliate e concentrate in un punto privo di deflusso causando erosioni e scalzamenti alle scarpate

stradali (s.Bernardino). In quest'ultimo caso la deformazione della sede stradale con ogni probabilità ha causato la rottura della fognatura presente che a sua volta ha contribuito ulteriormente al dissesto della sede stradale.

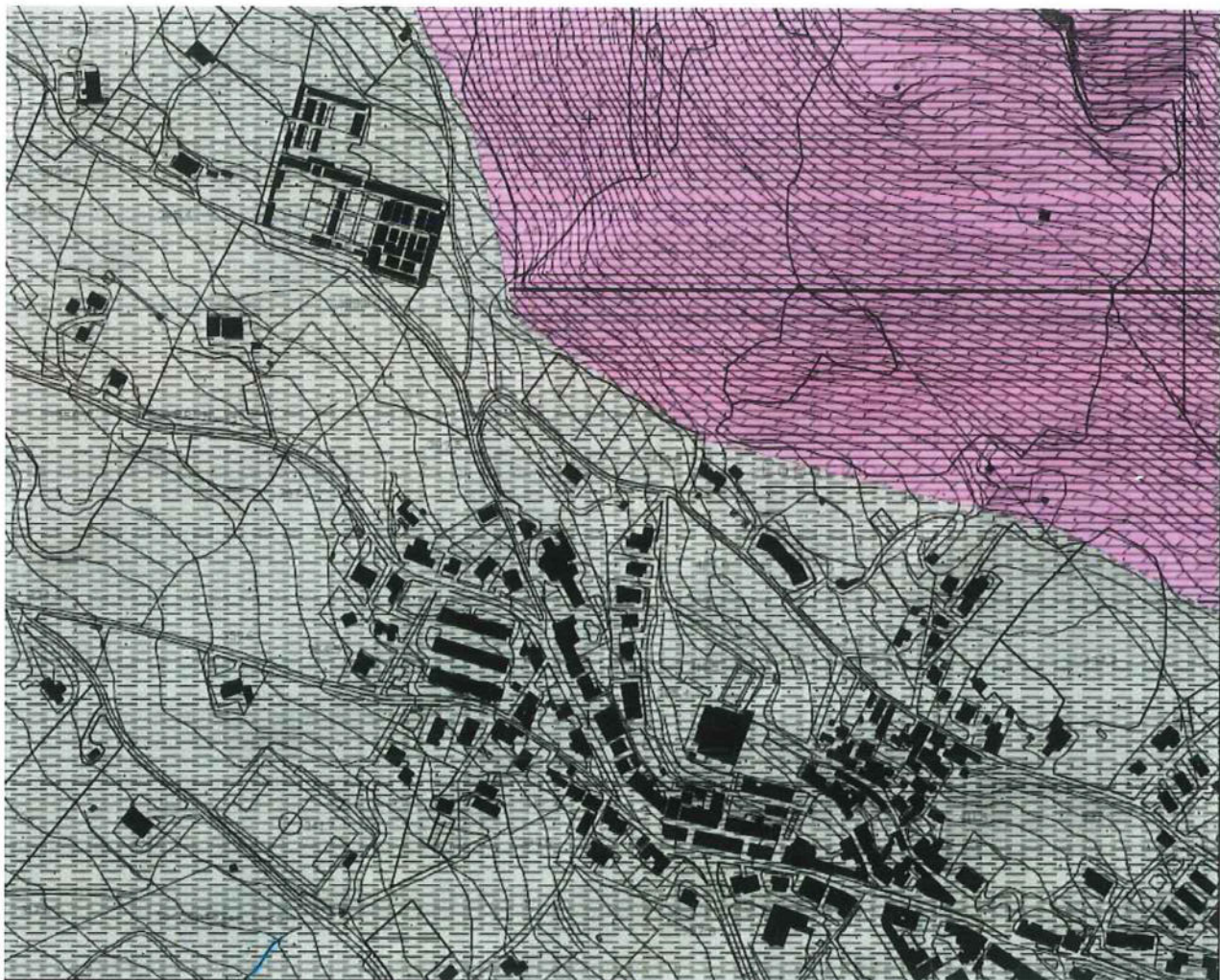
L'area a monte del Campo sportivo ricade per una parte, circa la metà, nella parte centrale del vecchio movimento franoso in parte quiescente, la cui corona è posta immediatamente a valle della strada provinciale SP13a.

La maturità del fenomeno e le evidenze geomorfologiche accertate nell'area fanno ritenere che possa trattarsi di un fenomeno dgravitativo superficiale che interessa la coltre della coltre superficiale dovuto a due fattori principali il primo alla pendenza dell'area il secondo alla cattiva sistemazione idraulica del lotto.



# CARTA GEOLITOLOGICA DEL SUBSTRATO

ELEMENTO N. 487131



00

50000

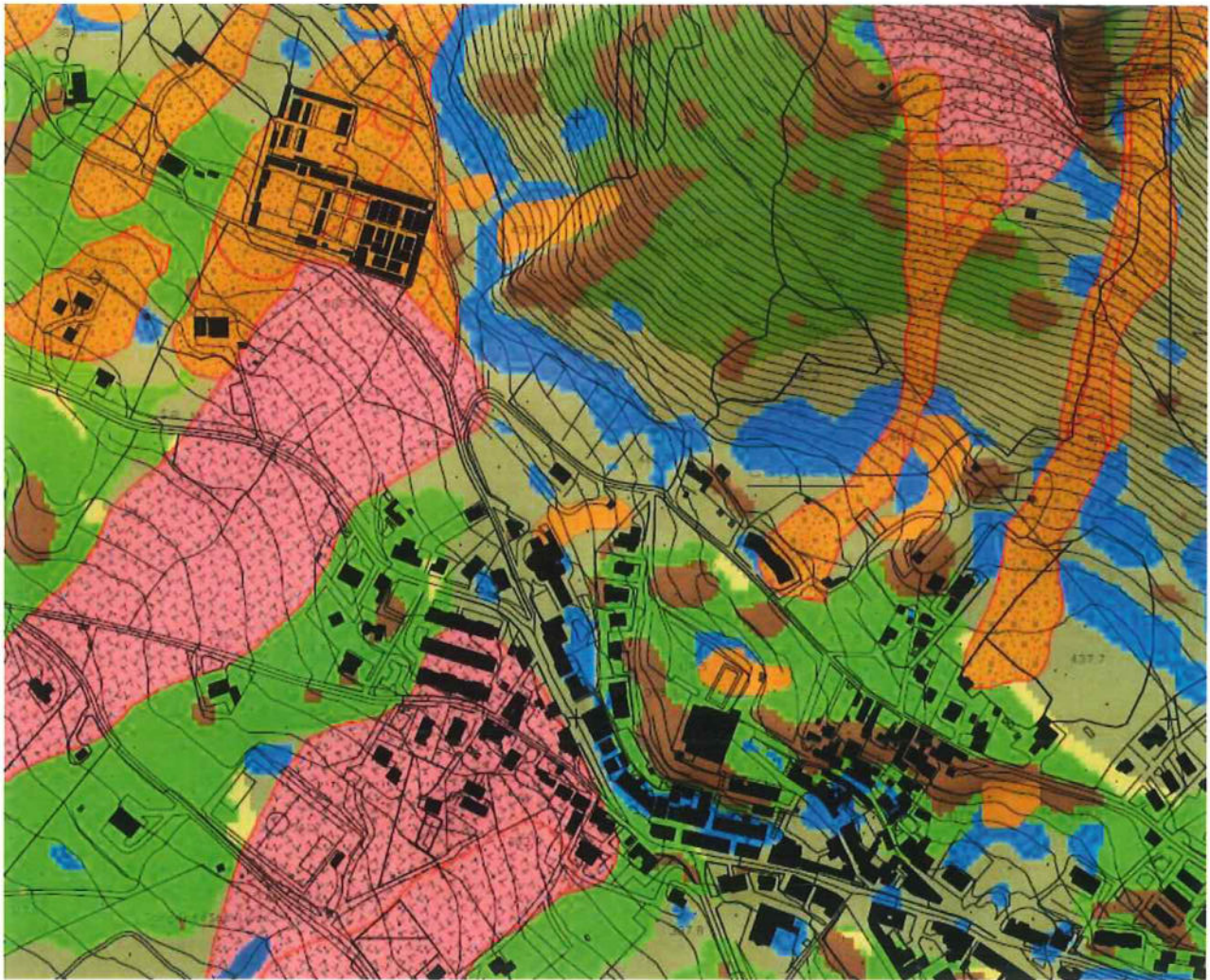
50000

Alburno Cervati Pollino

Formazione di Piaggine	Membro	PGN	Arenarie peliti argille calciruditi		ABK_B3	Argille e marne fluidali (B3), con intercalazioni di olistoliti di varia natura e corpi calciruditi canalizzati passanti verso l'alto a successione arenaceo-pelliche con A/Ph 0,3-0,7
	Pelittico	PGN <sub>2</sub>	Peliti arenarie marne calcilutiti		ABK_B3	Argille e marne fluidali (B3), con intercalazioni di olistoliti di varia natura e corpi calciruditi canalizzati passanti verso l'alto a successione arenaceo-pelliche con A/Ph 0,3-0,7
	Calcirudite	PGN <sub>1</sub>	Calciruditi		Cbr	Calciruditi e megabrecce in corpi lenti a luoghi imbattati in ABK_B3.
	Brecce di Sapi	BPR	Brecce		Cbr	Calciruditi e megabrecce in corpi lenti
	Argille residuali	ALR	Argille		Abx	Argille residuali fratturate e scagliettate (A2)
	Formazione del Bifurto	BIF	Argille arenarie calciruditi calcilutiti		ABK_B3	Argille e marne fluidali (B3), con intercalazioni di olistoliti di varia natura e corpi calciruditi canalizzati passanti verso l'alto a successione arenaceo-pelliche con A/Ph 0,3-0,7
	Formazione di Cerchiara	FCE	Calcareniti calcilutiti marne		CM	Successione in strati e banchi calcarenitici, calcilutitici ed alla base interstrati mamosi verdastri ("pseudogalets"). Fratture aperte e condotti carsici.
	Formazione di Trentinara	TRN	Calcilutiti calcareniti calcari mamosi argille marne		CM	Successione in strati e banchi calcarenitici, calcilutitici ed alla base interstrati mamosi verdastri ("pseudogalets"). Fratture aperte e condotti carsici.
	Calcari a radioliti	RDT	Calcareniti calcilutiti calcari dolomitici		CD	Successione di strati e banchi calcari e, subordinatamente dolomitici e scarso carsismo
	Calcari con Requienite e gasteropodi	CRQ	Calcareniti calciruditi calcilutiti calcari dolomitici		CD	Successione di strati e banchi calcari e, subordinatamente dolomitici e scarso carsismo
Calcari con Requienite e gasteropodi	Calcari a Alveolina e dolomie laminate	CRQ <sub>4</sub>	Calcareniti calciruditi calcilutiti dolomie		CD	Successione di strati e banchi calcari e, subordinatamente dolomitici e scarso carsismo
	Calcari a ooliti fibroso-raggiati	CRQ <sub>1</sub>	Calcareniti calcilutiti calciruditi		C	Successione di strati e calcarei. Fratturazione da elevata a intensa
	Calcari con Cladocoropsis e Clypeina	CCM	Calcilutiti calciruditi calcareniti		C	Successione di strati e calcarei. Fratturazione da elevata a intensa



**CARTA GEOMORFOLOGICA**  
**FINALIZZATA ALLA PERICOLOSITÀ DI VERSANTE E DI FONDOVALLE**  
**ELEMENTO N. 487131**

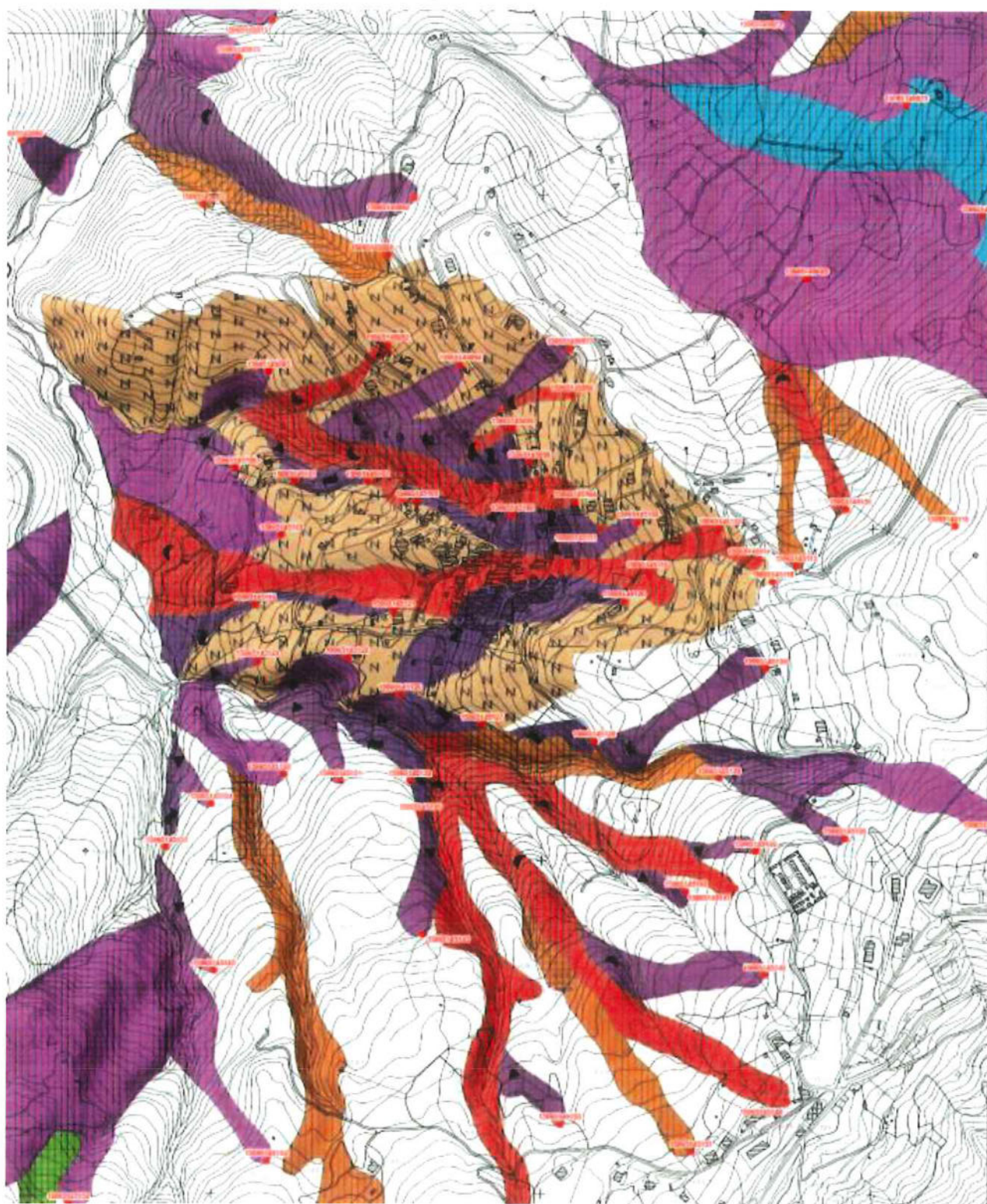


## LEGENDA

SISTEMA MORFOLOGICO	COMPLESSO MORFOLOGICO	UNITA' MORFOLOGICA
 SISTEMA SOMMITALE	 Crinali principali e secondari  Spianate carsiche	 Polje
 SISTEMA DI VERSANTE	 Versante aperto (< 30°)  Versante aperto (> 30°)  Talus e concavità morfologiche, piane e ripiani intermedi e sommitali  Valli e impluvi da poco a molto incisi, fossi di incisione, scarpate naturali ed artificiali   Aree con fenomeni gravitativi	 Forra o valle fluviale molto incisa  Fosso  Fosso in approfondimento  Inghiottitoio  Limite di probabile esondazione  Vallette a fondo concavo   Area a franosità diffusa  Colata  Creep  Crollo  Deformazioni gravitative profonde di versante  Espansione laterale  Scorrimento rotazionale  Scorrimento traslativo



**CARTA INVENTARIO FENOMENI FRANOSI**  
**ELEMENTO N. 487131**





# LEGENDA

Tipo di Movimento	Applicabile ai poligoni Frana			Applicabile ai centroidi Frana		
	Retini			Simbolo		
	ZD	Zona ZT	ZA	Stato o Attività	Stato o Attività	Stato o Attività
<b>ACD</b> Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi (non definibili singolarmente)						
<b>AFD</b> Aree soggette a frantumazione diffusa (non definibili singolarmente)						
<b>CLD</b> Colata di detrito						
<b>CLF</b> Colata di fango						
<b>CLR</b> Colata rapida di terra						
<b>CLT</b> Colata lenta						
<b>CLT_CLD</b> Colata lenta colata di detrito						
<b>CLT_CLR</b> Colata lenta colata rapida di terra						
<b>CRL</b> Crollo						
<b>CRL_CLD</b> Crollo Colata di detrito						
<b>CRL_CLF_CLR</b> Crollo Colata di fango Colata di detrito						
<b>CRL_SCR</b> Crollo Scorrimento rotazionale						
<b>CRP</b> Creep						
<b>DGP</b> Deformazioni gravitative profonde di versante						
<b>ESP</b> Espansione						
<b>SCR</b> Scorrimento rotazionale						
<b>SCR_CLD</b> Scorrimento rotazionale Colata di detrito						
<b>SCR_CLR</b> Scorrimento rotazionale Colata rapida di terra						
<b>SCR_CLT</b> Scorrimento rotazionale Colata lenta						
<b>SCR_CRL</b> Scorrimento rotazionale Crollo						
<b>SCT</b> Scioglimento traslativo						
<b>SCT_CLT</b> Scioglimento traslativo Colata lenta						

4463500

4463000

4463500

4462000

## **PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO**

Il campione di terreno prelevato nell' area del Campo Sportivo, rappresentativo dei terreni affioranti nella zona in studio, è stato sottoposto ad analisi e prove di laboratorio geotecnico da parte del Laboratorio geotecnico autorizzato PLP con sede in Montoro (AV).

Su tale campione è stata eseguita una prova di taglio diretto e determinato il peso specifico  $\gamma$ .

Per l'esecuzione della prova eseguita e per la determinazione delle caratteristiche fisiche si ci è attenuti a quanto previsto dalla normativa ASTM.

**Richiedente:** Dr. Geol. Luigi LILLO

**Proprietario:** Amministrazione Comunale di CAPACCIO PAESTUM (SA)

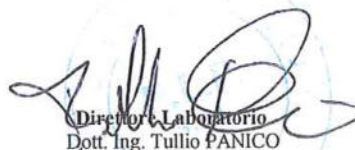
**Accettazione:** SETTORE "A" 0657-2021  
**Data** 16-09-2021

**Oggetto:** Prove di laboratorio

**Cantiere:** Messa in sicurezza dissesto idrogeologico salvaguardia  
della viabilità tra Capaccio Capoluogo e Capaccio  
Scalo. CAPACCIO CAPOLUOGO - CAMPO SPORTIVO



Spesimentatore  
Geom. Giovanni CHIAVIELLO



Direttore Laboratorio  
Dott. Ing. Tullio PANICO

**PLP**  
Prospezioni  
Laboratorio Prove S.r.l.  
R.E.A. SA n. 232841  
P. IVA: 0288910 065 3

**Sede Legale:**  
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)  
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767  
Casella Postale n. 47 - C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7  
info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it - www.plpgroup.it  
PEC: gruppoplp@legalmail.it

**Sedi Operative:**  
Via Tempone, 1 - Località Provinciale Galdo  
84022 CAMPAGNA (SA)  
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110  
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)  
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501  
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 348 3341540

### Prova di Taglio diretto

DOC PA 8.13/6-3 - ED 01/17

ASTM D3080-98

Settore "A"

Accettazione n. 0457-2021

del 16-09-2021

Richiedente: Dr. Geol. Luigi LILLO

Prot.Terre: 0917-2021

Data: 23-09-2021

Pagina: 1

Proprietario: Amministrazione Comunale di CAPACCIO PAESTUM (SA)

Cantiere: Messa in sicurezza dissesto idrogeologico salvaguardia della viabilità tra Capaccio Capoluogo e Capaccio Scalo. CAPACCIO CAPOLUOGO - CAMPO SPORTIVO

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	TIPO CAMPIONE	CLASSE QUALITA'
***	C1	1,00-1,50	Indisturbato	Q5
Data Prelievo:	****	Data Prova:	17-09-2021	

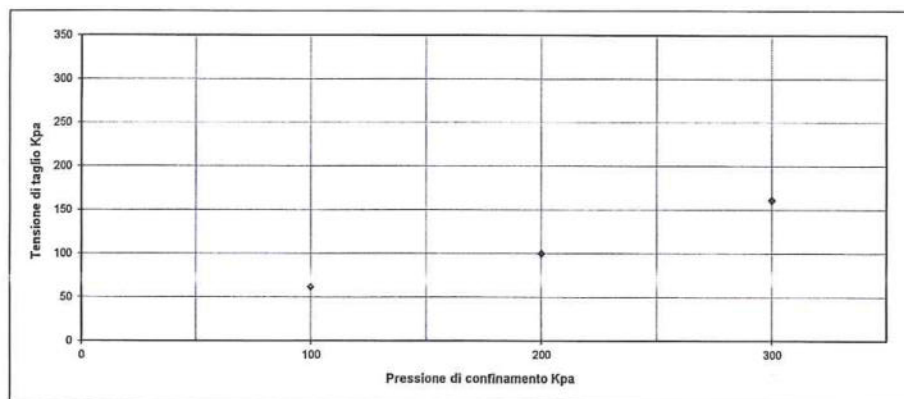
N° MACCHINE DI TAGLIO
10 11 12

TIPO DI PROVA	Consolidata drenata
VELOCITA' DI PROVA	0,02 mm/min
GEOMETRIA PROVINO	SCATOLA A SEZIONE QUADRATA DI LATO 60X60 mm

### Parametri meccanici a rottura

	Pressione di consolid.	Unità di misura	Consolidazione (ore)	Pressione di rottura	Unità di misura
Provino 1	100	kPa	24	61,84	kPa
Provino 2	200	kPa	24	99,62	kPa
Provino 3	300	kPa	24	161,13	kPa

	Peso volume naturale		Contenuto d'acqua naturale			Altezza provino		
	Iniziale	Finale	Unità di misura	Iniziale	Finale	Unità di misura	Iniziale	Finale
Provino 1	1,34	1,37	g/cm³	13,10	12,06	%	20,00	19,45
Provino 2	1,35	1,42	g/cm³	13,08	11,52	%	20,00	18,79
Provino 3	1,34	1,41	g/cm³	14,01	11,78	%	20,00	18,58



Sperimentatore  
Geom. Giovanni CHIAVIELLO

PLP  
Prospezioni  
Laboratorio Prove S.r.l.  
R.E.A. SA n. 232841  
P. IVA: 0288910 065 3

Sede Legale:  
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)  
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767  
Casella Postale n. 47 - C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7  
info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it - www.plpgroup.it  
PEC: gruppoplp@legalmail.it

Direttore Laboratorio  
Dott. Ing. Tullio PANICO

Sedi Operative:  
Via Tempone, 1 - Località Provinciale Galdo  
84022 CAMPAGNA (SA)  
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110  
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)  
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501  
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 348 3341540



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
Settore "A"

Richiedente: Dr. Geol. Luigi LILLO

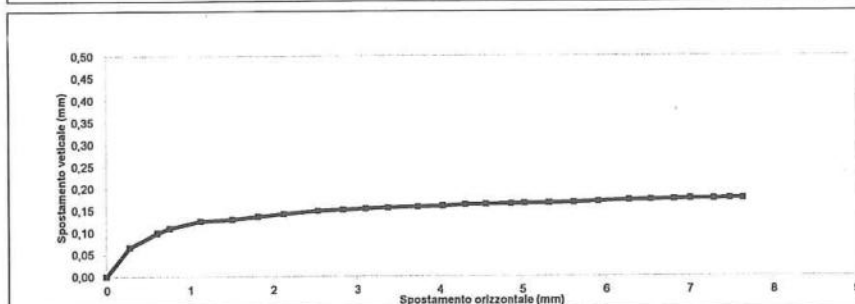
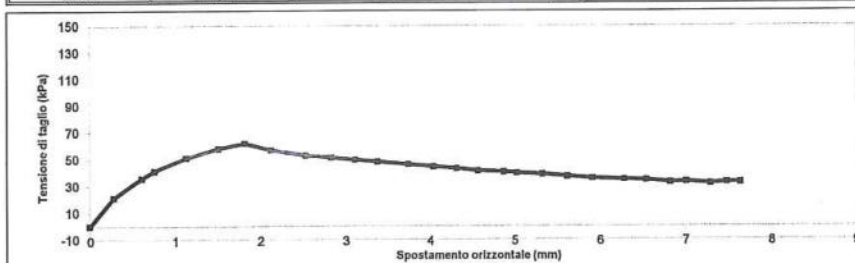
Proprietario: Amministrazione Comunale di CAPACCIO PAESTUM (SA)

Cantiere: Messa in sicurezza dissesto idrogeologico salvaguardia della viabilità tra Capaccio Capoluogo e Capaccio Scalo. CAPACCIO CAPOLUOGO - CAMPO SPORTIVO

PROVINO 1  $\sigma_v = 100$  kPa

Pagina: 2

ELABORAZIONE DATI				
Tempo trascorso (sec)	Forza orizzontale (kg)	Spostamento Orizzontale (mm)	Spostamento Verticale (mm)	Tensione di Taglio (kPa)
0	0,000	0,00	0,000	0,00
980	7,585	0,28	0,086	21,07
1920	12,841	0,61	0,098	35,67
2880	14,854	0,76	0,109	41,28
3840	18,378	1,13	0,125	51,05
4800	20,786	1,51	0,129	57,74
5760	22,282	1,82	0,135	61,84
6720	20,437	2,13	0,141	56,77
7680	18,961	2,54	0,148	52,67
8640	18,436	2,84	0,151	51,21
9600	17,759	3,11	0,153	49,33
10560	17,226	3,38	0,155	47,85
11520	16,517	3,74	0,157	45,88
12480	15,926	4,04	0,159	44,24
13440	15,437	4,31	0,162	42,88
14400	14,767	4,56	0,163	41,02
15360	14,490	4,87	0,164	40,25
16320	14,209	5,03	0,165	39,47
17280	13,842	5,33	0,166	38,45
18240	13,262	5,62	0,167	36,84
19200	12,794	5,91	0,169	35,54
20160	12,478	6,28	0,172	34,66
21120	12,312	6,54	0,173	34,20
22080	11,678	6,82	0,174	32,44
23040	11,840	7,01	0,175	32,89
24000	11,347	7,29	0,175	31,52
26400	11,718	7,48	0,176	32,55
28800	11,707	7,64	0,176	32,52



Sperimentatore  
Geom. Giovanni CHIAVIELLO

Direttore Laboratorio  
Dott. Ing. Tullio PANICO

PLP  
Prospezioni  
Laboratorio Prove S.r.l.  
R.E.A. SA n. 232841  
P. IVA: 0288910 065 3

Sede Legale:  
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)  
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767  
Casella Postale n. 47 - C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7  
info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it - www.plpgroup.it  
PEC: gruppoplp@legalmail.it

Sedi Operative:  
Via Tempone, 1 - Località Provinciale Galdo  
84022 CAMPAGNA (SA)  
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110  
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)  
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501  
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 348 3341540

Numero Verde  
800 04 05 06

AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITÀ CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 9001:2015

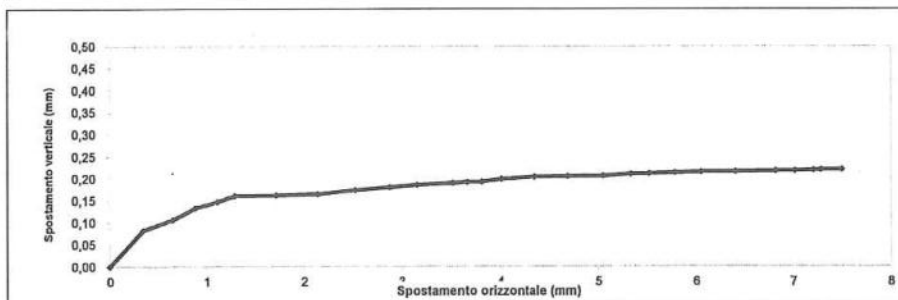
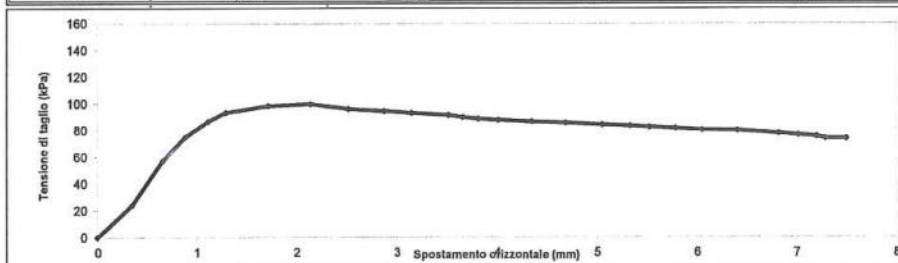
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
Settore "A"

**Richiedente:** Dr. Geol. Luigi LILLO  
**Proprietario:** Amministrazione Comunale di CAPACCIO PAESTUM (SA)  
**Cantiere:** Messa in sicurezza dissesto idrogeologico salvaguardia della viabilità tra Capaccio Capoluogo e Capaccio Scalo: CAPACCIO CAPOLUOGO - CAMPO SPORTIVO

PROVINO 2  $\sigma_v = 200$  kPa

Pagina: 3

ELABORAZIONE DATI				
Tempo trascorso (sec)	Forza orizzontale (kg)	Spostamento Orizzontale (mm)	Spostamento Verticale (mm)	Tensione di Taglio (kPa)
0	0,000	0,00	0,000	0,00
900	8,658	0,34	0,082	24,05
1920	20,477	0,65	0,106	56,88
2880	26,946	0,88	0,133	74,85
3840	31,154	1,11	0,147	86,54
4800	33,570	1,29	0,161	93,25
5760	35,330	1,71	0,162	98,14
6720	35,863	2,14	0,165	99,62
7680	34,553	2,52	0,174	95,98
8640	33,934	2,87	0,180	94,26
9600	33,422	3,15	0,186	92,84
10560	32,850	3,52	0,190	91,25
11520	32,306	3,66	0,192	89,74
12480	31,874	3,81	0,193	88,54
13440	31,594	4,01	0,199	87,76
14400	31,115	4,35	0,204	86,43
15360	30,784	4,69	0,205	85,51
16320	30,319	5,05	0,206	84,22
17280	30,006	5,33	0,210	83,35
18240	29,678	5,52	0,211	82,44
19200	29,336	5,78	0,213	81,49
20160	28,890	6,05	0,215	80,25
21120	28,768	6,41	0,216	79,91
22080	28,026	6,82	0,217	77,85
23040	27,583	7,02	0,218	76,62
24000	27,184	7,21	0,219	75,51
26400	26,672	7,29	0,220	74,09
28800	26,597	7,50	0,221	73,88



**Sperimentatore**  
Geom. Giovanni CHIAVIELLO

**Direttore Laboratorio**  
Dot. Ing. Tullio PANICO

**PLP**  
Prospezioni  
Laboratorio Prove S.r.l.

R.E.A. SA n. 232841  
P. IVA: 0288910 065 3

Numero Verde  
**800 04 05 06**

**Sede Legale:**  
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)  
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767  
Casella Postale n. 47 - C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7  
**info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it - www.plpgroup.it**  
PEC: **gruppoplpl@legalmail.it**

**Sedi Operative:**  
Via Tempone, 1 - Località Provinciale Galdo  
84022 CAMPAGNA (SA)  
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110  
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)  
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501  
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 348 3341540



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
Settore "A"

Richiedente: Dr. Geol. Luigi LILLO

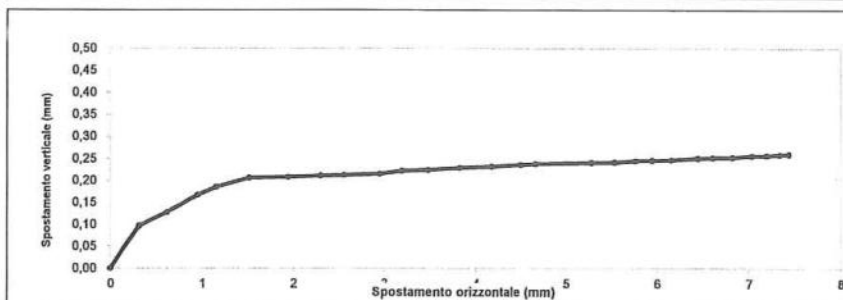
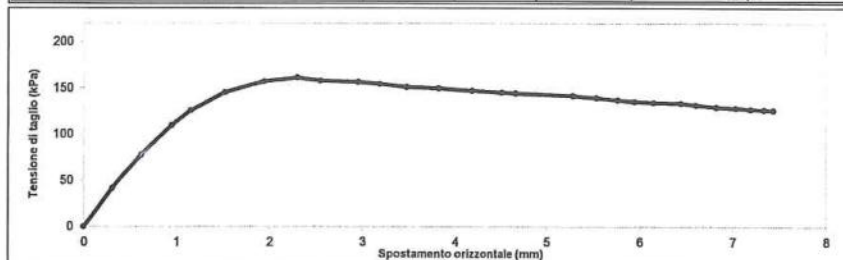
Proprietario: Amministrazione Comunale di CAPACCIO PAESTUM (SA)

Cantiere: Messa in sicurezza dissesto idrogeologico salvaguardia della viabilità tra Capaccio Capoluogo e Capaccio Scalo. CAPACCIO CAPOLUOGO - CAMPO SPORTIVO

PROVINO 3  $\sigma_v=300$  kPa

Pagina: 4

ELABORAZIONE DATI				
Tempo trascorso (sec)	Forza orizzontale (kg)	Spostamento Orizzontale (mm)	Spostamento Verticale (mm)	Tensione di Taglio (kPa)
0	0,000	0,00	0,000	0,00
960	14,880	0,31	0,096	41,81
1920	27,929	0,62	0,127	77,58
2880	39,553	0,95	0,167	109,87
3840	45,238	1,15	0,185	125,66
4800	52,286	1,52	0,206	145,24
5760	56,459	1,94	0,208	158,83
6720	58,007	2,30	0,211	161,13
7680	58,740	2,55	0,212	157,61
8640	58,282	2,95	0,215	156,34
9600	55,534	3,19	0,222	154,26
10560	54,400	3,48	0,224	151,11
11520	53,896	3,82	0,229	149,71
12480	52,942	4,18	0,232	147,06
13440	52,294	4,51	0,236	145,26
14400	51,986	4,67	0,238	144,35
15360	51,037	5,28	0,241	141,77
16320	50,198	5,53	0,242	139,44
17280	49,342	5,76	0,245	137,06
18240	48,769	5,94	0,246	135,47
19200	48,359	6,15	0,247	134,33
20160	48,121	6,44	0,251	133,67
21120	47,394	6,60	0,252	131,65
22080	46,588	6,82	0,253	129,41
23040	46,199	7,03	0,256	128,33
24000	45,738	7,19	0,257	127,05
26400	45,547	7,33	0,259	126,52
28800	45,317	7,43	0,260	125,88



Sperimentatore  
Geom. Giovanni CHIAVIELLO

PLP  
Prospezioni  
Laboratorio Prove S.r.l.  
R.E.A. SA n. 232841  
P. IVA: 0288910 065 3

Numero Verde  
800 04 05 06

Sede Legale:  
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)  
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767  
Casella Postale n. 47 - C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7  
info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it - www.plpgroup.it  
PEC: gruppoplp@legalmail.it

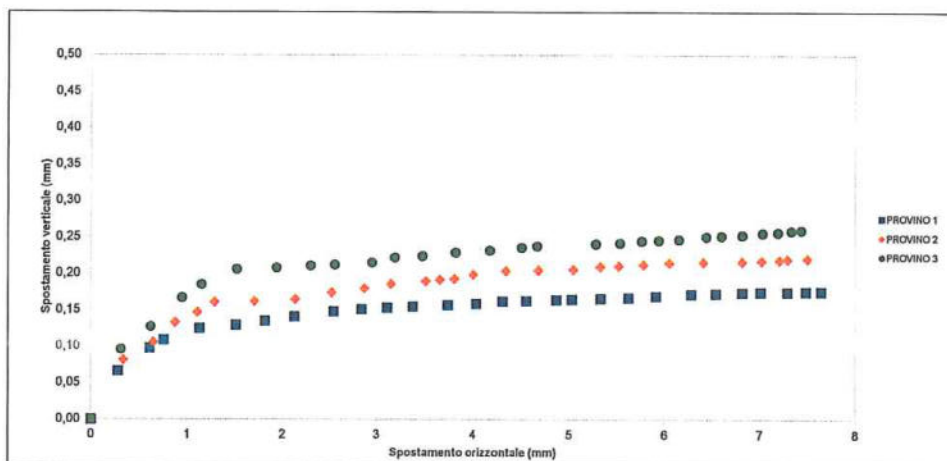
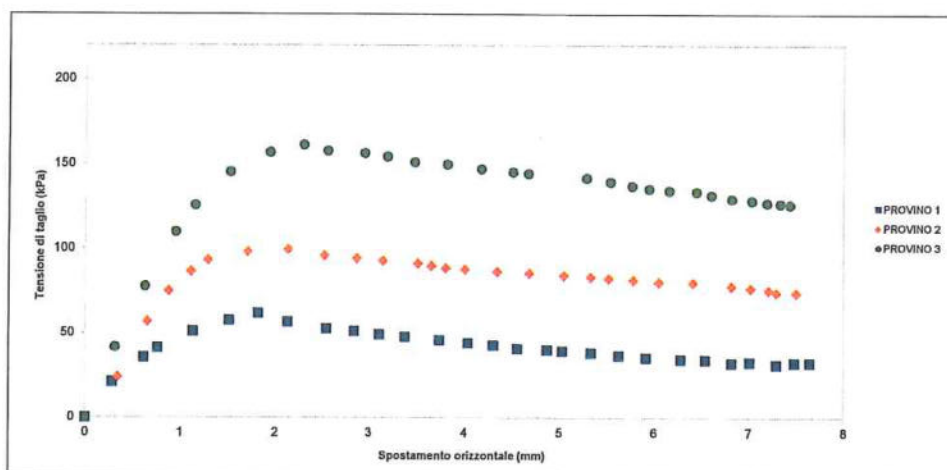
Direttore Laboratorio  
Dot. Ing. Tullio PANICO

Sedi Operative:  
Via Tempone, 1 - Località Provinciale Galdo  
84022 CAMPAGNA (SA)  
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110  
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)  
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501  
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 348 3341540

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
**Settore "A"**

**Richiedente:** Dr. Geol. Luigi LILLO  
**Proprietario:** Amministrazione Comunale di CAPACCIO PAESTUM (SA)  
**Cantiere:** Messa in sicurezza dissesto idrogeologico salvaguardia della viabilità tra Capaccio Capoluogo e Capaccio Scalo. CAPACCIO CAPOLUOGO - CAMPO SPORTIVO

Pagina: 5



**Sperimentatore**  
Geom. Giovanni CHIAVIELLO

**PLP**  
Prospezioni  
Laboratorio Prove S.r.l.

R.E.A. SA n. 232841  
P. IVA: 0288910 065 3



**Sede Legale:**  
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)  
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767  
Casella Postale n. 47 - C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7  
[info@plp-srl.it](mailto:info@plp-srl.it) - [geotecnica@plp-srl.it](mailto:geotecnica@plp-srl.it) - [www.plpgroup.it](http://www.plpgroup.it)  
PEC: [gruppoplp@legalmail.it](mailto:gruppoplp@legalmail.it)



**Direttore Laboratorio**  
Dott. Ing. Tullio PANICO

**Sedi Operative:**  
Via Tempone, 1 - Località Provinciale Galdo  
84022 CAMPAGNA (SA)  
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110  
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)  
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501  
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 348 3341540



## Prova di Taglio diretto

Richiedente: Dr. Geol. Luigi LILLO

Proprietario: Amministrazione Comunale di CAPACCIO PAESTUM (SA)

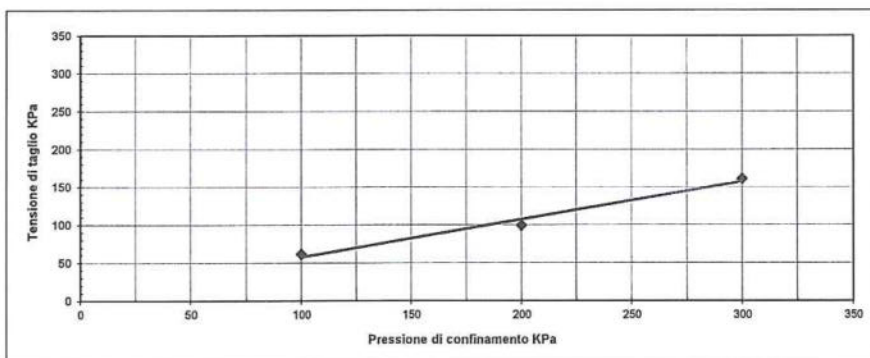
Cantiere: Messa in sicurezza dissesto idrogeologico salvaguardia della viabilità tra Capaccio Capoluogo e Capaccio Scalo, CAPACCIO CAPOLUOGO - CAMPO SPORTIVO

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' (m)	TIPO CAMPIONE	CLASSE QUALITA'
***	C1	1,00-1,50	Indisturbato	Q5

TIPO DI PROVA	Consolidata drenata
VELOCITA' DI PROVA	0,02 mm/mln

### Parametri meccanici a rottura

	Pressione di consolid.	Unita' di misura	Consolidazione (ore)	Pressione di rottura	Unita di misura
Provino 1	100	KPa	24	61,84	KPa
Provino 2	200	KPa	24	99,62	KPa
Provino 3	300	KPa	24	161,13	KPa



Risultati:

$\Phi' =$	26,3 °
$c' =$	8,2 KPa

Oggetto **POSTA CERTIFICATA: Trasmissione certificati - CAPACCIO CAPOLUOGO CAMPO SPORTIVO**

Mittente "Per conto di: gruppoplp@legalmail.it" <posta-certificata@legalmail.it>

Destinatario lilloluigi <lilloluigi@lamiaptec.it>

Rispondi a GRUPPOPLP <gruppoplpl@legalmail.it>

Data 2021-09-23 10:47



- 657-2021 a.pdf (~6,8 MB)
- postacert.eml (~9,0 MB)
- daticert.xml (~902 B)
- Firma digitale (~7 KB)

## Messaggio di posta certificata

Il giorno 23/09/2021 alle ore 10:47:11 (+0200) il messaggio "Trasmissione certificati - CAPACCIO CAPOLUOGO CAMPO SPORTIVO" è stato inviato da "gruppoplpl@legalmail.it" indirizzato a:

[lilloluigi@lamiaptec.it](mailto:lilloluigi@lamiaptec.it)

Il messaggio originale è incluso in allegato.

**Identificativo messaggio:** 070F141F.000D4D83.11D65406.A11E3555.posta-certificata@legalmail.it

L'allegato daticert.xml contiene informazioni di servizio sulla trasmissione.

## Certified email message

On 23/09/2021 at 10:47:11 (+0200) the message "Trasmissione certificati - CAPACCIO CAPOLUOGO CAMPO SPORTIVO" was sent by "gruppoplpl@legalmail.it" and addressed to:

[lilloluigi@lamiaptec.it](mailto:lilloluigi@lamiaptec.it)

The original message is attached.

**Message ID:** 070F141F.000D4D83.11D65406.A11E3555.posta-certificata@legalmail.it

The daticert.xml attachment contains service information on the transmission

Oggetto **Trasmissione certificati - CAPACCIO CAPOLUOGO CAMPO SPORTIVO**

Mittente GRUPPOPLP <gruppoplpl@legalmail.it>

Destinatario lilloluigi <lilloluigi@lamiaptec.it>

Data 2021-09-23 10:47

Salve,  
in allegato le certificazioni relative al cantiere in oggetto.  
Cordiali saluti.

P.L.P. SRL

--

# COMUNE DI CAPACCIO PAESTUM

(PROVINCIA DI SALERNO)

## RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE

### SISMICA DI SITO

INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO NELLE AREE CHE PRESENTANO  
ELEVATO RISCHIO DI FRANA DENOMINATE VIA CUPONE VIA CHIUSA DEL LEONE E VIA  
RODIGLIANO

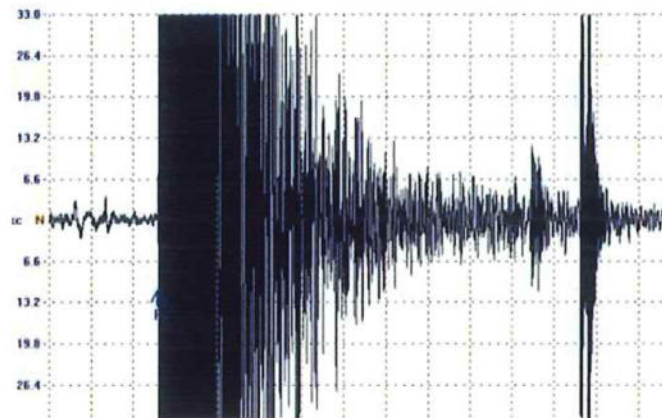


PROSPEZIONE DELLE ONDE SUPERFICIALI MEDIANTE LA PROVA  
M.A.S.W.

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE

## INDICE GENERALE

1. INTRODUZIONE E PROSPETTIVE DELL'ANALISI	PAG. 3
2. PROPAGAZIONE ONDULATORIA: TEORIA ED INDAGINI	PAG. 4
3. INDAGINE ESEGUITA ED ELABORAZIONE DEI DATI	PAG. 7
4. CONCLUSIONI E RISULTATI	PAG. 12





## 1 – INTRODUZIONE E PROSPETTIVE DELL'ANALISI

La presente relazione viene redatta su commissione dell'Amministrazione comunale di capaccio Paestum (SA) ed ha per oggetto la modellazione sismica di sito, mediante l'esecuzione di una prospezione sismica di tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis Surface Waves), inerente al progetto tecnico finalizzato all'intervento di messa in sicurezza del territorio nelle aree che presentano elevato rischio di frana denominate Via Cupone Via Chiusa di Leone e Via Rodigliano .

La prova eseguita in campagna (Foto 1 e 2) ha consentito di individuare sia la categoria di suolo di fondazione, mediante la misura delle  $V_{seq}$ , che la sismo-stratigrafia del sito.



**Foto 1 e 2:** fase di esecuzione della prospezione sismica M.A.S.W. vista da entrambi i lati dello stendimento.

## 2 – PROPAGAZIONE ONDULATORIA: TEORIA ED INDAGINI

Quando in un punto generico del suolo, o di un qualunque mezzo elastico, viene provocata una vibrazione artificiale, causata da una qualunque sollecitazione di intensità elevata, quello che si viene a creare è una propagazione energetica di alta frequenza, che si diffonde nel mezzo stesso in tutte le direzioni sotto forma di onde.

Le siffatte onde si distinguono in:

- ✚ Onde di love o di Rayleigh, onde di tipo  $r$  o superficiali.
- ✚ Onde trasversali o di distorsione, onde di tipo  $s$ .
- ✚ Onde longitudinali o di compressione e dilatazione, onde di tipo  $p$ .

Le onde di volume (onde  $p$  e onde  $s$ ) sono quelle onde che si propagano dalla sorgente sismica attraverso il volume del mezzo interessato, in tutte le direzioni; le onde  $p$  sono onde compressionali o longitudinali, mentre le onde  $s$  o onde trasversali, sono tali da provocare, nel materiale attraversato, oscillazioni ortogonali alla direzione di propagazione dell'onda stessa.

La relazione che lega la velocità delle onde longitudinali a quella delle onde trasversali è:

$$V_P = \sqrt{3}V_S,$$

Quando un'onda  $s$  insieme ad un'onda  $p$  incidono su una superficie libera vengono in parte riflesse ed in parte generano un'ulteriore onda, data dalla composizione vettoriale delle due, che si propaga sulla superficie stessa, chiamata onda di Rayleigh.

Le onde di Rayleigh sono più lente delle onde di taglio:

$$V_R = 0.9V_S,$$

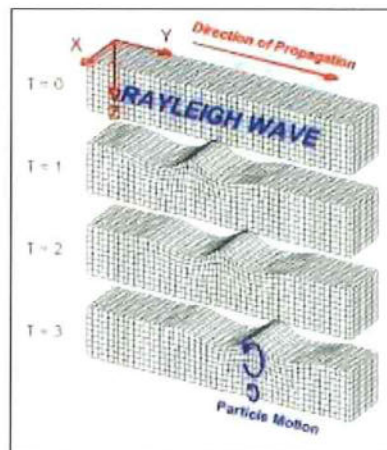
e la loro propagazione dipende da esse.

Le onde di Rayleigh (Figura 1) si differenziano dalle onde di Love, in quanto sono polarizzate in un piano verticale.

La velocità delle onde sismiche risulta pertanto estremamente variabile a seconda delle proprietà fisiche del terreno stesso: è minima nei terreni sciolti e massima nelle rocce compatte, per cui risulta direttamente proporzionale alla consistenza litologica.

Di regola la velocità di propagazione delle onde sismiche tende ad aumentare con la profondità per effetto della compattazione dovuta alle pressioni litostatiche.

E' interessante notare che a seguito di una sollecitazione la propagazione ondulatoria in un mezzo elastico omogeneo ed isotropo, avviene in tutte le direzioni pertanto la rappresentazione ondulatoria può essere schematizzata attraverso delle superfici sferiche che, man mano che ci si allontana dalla sorgente, tendono a divenire dei piani. Nei mezzi elastici reali le onde in questione disperdono energia seguendo leggi molto complesse ma empiricamente definibili, a causa di vari parametri, quali la densità, la profondità, la sedimentazione ed altri, che caratterizzano le condizioni stratigrafiche del sito. In base al teorema di Huygens ciascun punto del fronte d'onda è a sua volta sorgente dell'onda ed e' per questo motivo che l'analisi di un'onda e' particolarmente indicata per modellare ciascuna proprietà intrinseca del terreno.

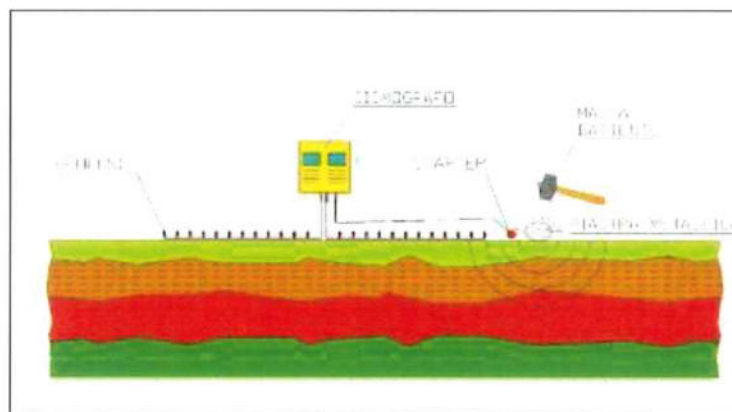


**Figura 1:** rappresentazione grafica della propagazione delle onde di Rayleigh.

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  la procedura utilizzata è una speciale metodologia sismica denominata M.A.S.W. (Multichannel Analysis Of Surface Waves), per la cui esecuzione è necessario effettuare i seguenti passaggi:

- utilizzo di una sorgente attiva per l'energizzazione durante l'acquisizione dei dati di campo,
- acquisizione dei dati con geofoni a componente verticale particolarmente sensibili alle basse frequenze: geofoni da 4,5 Hz, registrazione simultanea di 24 canali,
- valutazione dello spettro di velocità,
- determinazione della curva di dispersione,
- inversione della siffatta curva per ottenere l'andamento della velocità di taglio nel terreno.

In seguito ad una energizzazione del terreno, ovvero ad un forte colpo di martello su di una piastra di alluminio, vengono propagate le onde superficiali di Rayleigh che vengono registrate da una serie di geofoni, con spacing definito, lungo uno stendimento rettilineo, collegati ad un sismografo multicanale (Figura 2).



**Figura 2:** schema semplificato della fase di esecuzione della prova.

I dati raccolti, che rappresentano le varie velocità nel mezzo, vengono successivamente analizzati attraverso analisi matematiche e computazionali, estremamente complicate. Ogni geofono deve essere capace di acquisire dati aventi frequenze molto



basse e la registrazione deve prevedere la misurazione dello smorzamento delle onde man mano che queste si allontanano dalla sorgente.

Fatto ciò è necessario considerare tutte le frequenze dello spettro di risposta, che si basa sull'analisi diretta, nello spazio di Fourier, delle frequenze delle onde prodotte. Lo spazio di Fourier è particolarmente utile a caratterizzare oggetti misurabili e soprattutto le quantità fisiche che presentano un carattere ondulatorio. Esso permette una rappresentazione spettrale, in termini della frequenza, che diventa variabile fondamentale e non derivata come nel caso di uno spazio di Argand-Gauss generico.

L'esplorazione geofisica con le onde di superficie è particolarmente indicata nell'ambito degli studi di micro-zonazione sismica perché permette di ottenere con semplicità ed economicità le velocità di propagazione delle onde s nel sottosuolo in ottemperanza alla normativa vigente.

### **3. INDAGINE ESEGUITA ED ELABORAZIONE DEI DATI**

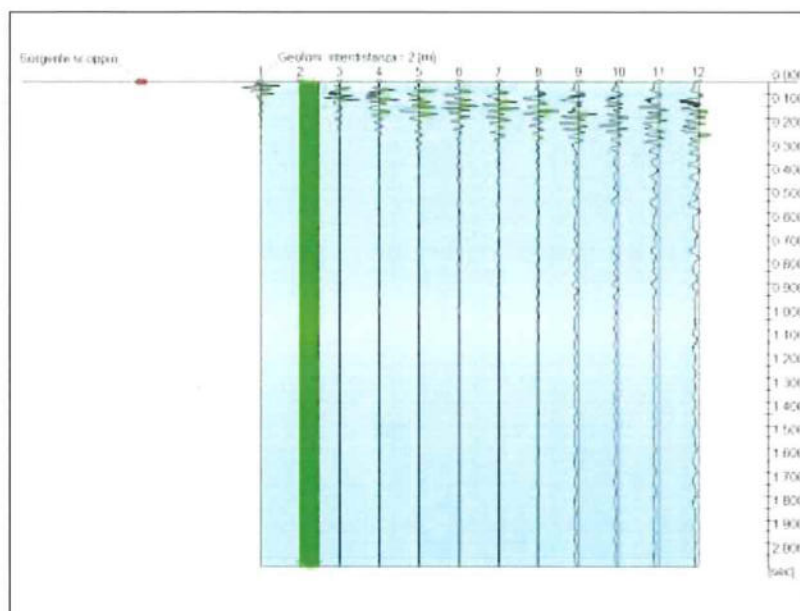
Nell'area di interesse progettuale è stata eseguita una prospezione sismica M.A.S.W. mediante l'utilizzo di un sismografo M.A.E. A6000 S 24 bit 24 canali con uno stendimento dalle seguenti caratteristiche:

- l'energizzazione è stata indotta da una battitura, con un maglio da 8 kg, su di una piastra di alluminio, con diametro di 20 cm, ed è stato utilizzato come starter un geofono verticale geospace a 14Hz.
- Lo stendimento geofonico è stato realizzato con 12 geofoni verticali da 4,5 Hz.
- L'offset usato è di 4 m e con spacing tra i vari geofoni pari a 2 m.

In particolare :

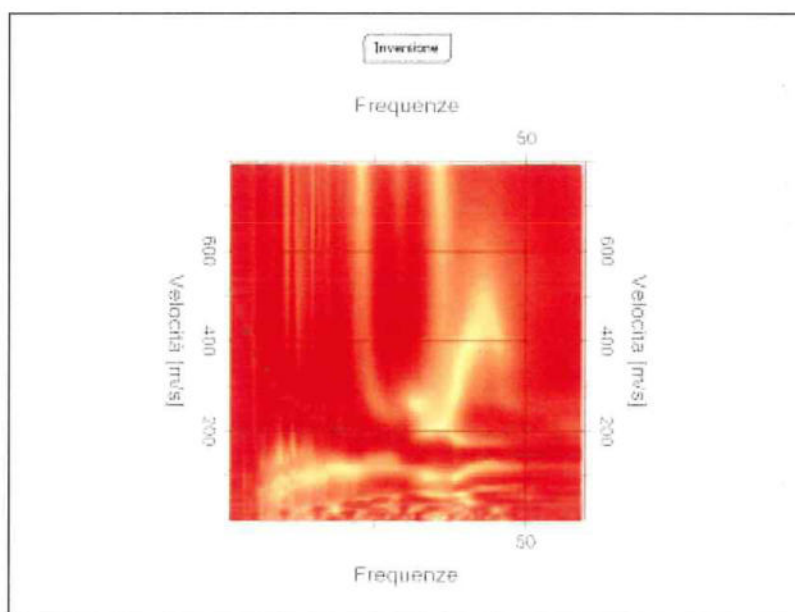
- la valutazione dello spettro di velocità, la determinazione della curva di dispersione e l'inversione della stessa curva per ottenere l'andamento della velocità delle onde di taglio nel terreno sono state effettuate con una serie di programmi di elaborazione numerica.
- Ciascuna analisi eseguita è stata valutata nello spazio delle frequenze, detto anche dominio di Fourier, per la semplicità di analisi e la riduzione consequenziale del rumore di fondo.

In figura 3 si riporta il sismogramma ottenuto dalla prova eseguita.



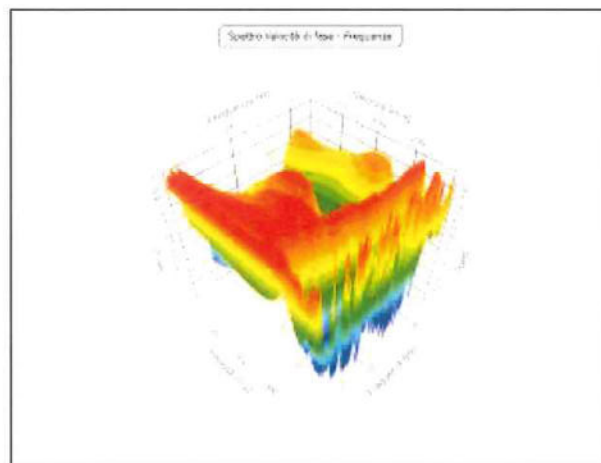
**Figura 3:** sismogramma della prospezione sismica M.A.S.W.

La figura 4 mostra lo spettro di frequenza complessivo dell'analisi effettuata, che è l'osservabile che analizzeremo per ricavare le  $V_{s30}$  e, individuata con pallini verdi, la frequenza fondamentale.



**Figura 4:** spettro di frequenza complessivo dell'analisi effettuata e, in verde, andamento teorico della frequenza fondamentale.

In figura 5 è mostrata una visione tridimensionale dell'andamento della velocità di propagazione delle onde sismiche.



**Figura 5:** visione tridimensionale dell'andamento delle velocità.

E' possibile riconoscere i sismostrati riportati in tabella 1.



Strato 1		Strato 2		Strato 3	
Vel onde S (m/s)	Spessore (m)	Vel onde S (m/s)	Spessore (m)	Vel onde S (m/s)	Spessore (m)
260,64	2,97	329,68	5,99	393,89	6,89
Vel onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel onde P (m/s)	Profondità (m)
708,72	2,97	844,11	8,96	960,05	15,85
Taglio (Kg/cmq)	Young (Kg/cmq)	Taglio (Kg/cmq)	Young (Kg/cmq)	Taglio (Kg/cmq)	Young (Kg/cmq)
744,88	349,50	1061,59	573,26	1370,06	831,90
Poisson	Bulk (Kg/cmq)	Poisson	Bulk (Kg/cmq)	Poisson	Bulk (Kg/cmq)
0,422	122,91	0,410	203,28	0,399	297,36
Coeff Lamé λ (Kg/m s2)	Coeff Lamé μ (Kg/m s2)	Coeff Lamé λ (Kg/m s2)	Coeff Lamé μ (Kg/m s2)	Coeff Lamé λ (Kg/m s2)	Coeff Lamé μ (Kg/m s2)
650,343	120,57	908,473	199,42	1149,557	291,71
Densità strato 1 (kg/m3)	Tempi (sec)	Densità strato 2 (kg/m3)	Tempi (sec)	Densità strato 3 (kg/m3)	Tempi (sec)
1774,85	0,0114	1834,79	0,0182	1880,21	0,0175
Strato 4		Strato 5		Strato 6	
Vel onde S (m/s)	Spessore (m)	Vel onde S (m/s)	Spessore (m)	Vel onde S (m/s)	Spessore (m)
410,42	5,98	410,51	7,21	600,69	0,96
Vel onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel onde P (m/s)	Profondità (m)
985,95	21,83	986,16	29,04	1375,16	30,00
Taglio (Kg/cmq)	Young (Kg/cmq)	Taglio (Kg/cmq)	Young (Kg/cmq)	Taglio (Kg/cmq)	Young (Kg/cmq)
1439,94	905,43	1440,63	905,87	2893,30	2046,72
Poisson	Bulk (Kg/cmq)	Poisson	Bulk (Kg/cmq)	Poisson	Bulk (Kg/cmq)
0,395	324,48	0,395	324,64	0,382	740,44
Coeff Lamé λ (Kg/m s2)	Coeff Lamé μ (Kg/m s2)	Coeff Lamé λ (Kg/m s2)	Coeff Lamé μ (Kg/m s2)	Coeff Lamé λ (Kg/m s2)	Coeff Lamé μ (Kg/m s2)
1200,37	318,32	1200,95	318,47	2354,08	726,37
Densità strato 4 (kg/m3)	Tempi (sec)	Densità strato 5 (kg/m3)	Tempi (sec)	Densità strato 6 (kg/m3)	Tempi (sec)
1889,74	0,0146	1889,82	0,0176	2013,06	0,0016

**Tabella 1:** sismo stratigrafia del sito di interesse progettuale.

Per risolvere il problema della determinazione della categoria di suolo, considerando la tecnica M.A.S.W., è necessario rapportare i dati ottenuti dall'analisi precedente con la relazione standard, che rispetta la normativa vigente. In particolar modo si attuerà una sorta di media armonica delle velocità ( $v_i$ ), con pesi dati dagli spessori degli strati analizzati ( $h_i$ ) attraverso il programma di analisi. Tale media si può riferire alla relazione da usare nel modo seguente:

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

Secondo la normativa vigente (D.M. 17/01/2018), ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si può utilizzare un approccio semplificato che si basa

sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. La categoria di suolo di fondazione dipende dai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{seq}$  (in m/s).

Nella fattispecie i valori delle  $V_s$  ottenuti fanno sì che al sito investigato possa essere attribuita la categoria di sottosuolo "B" dal momento che le  $V_{s30}$  sono pari a **371,34 m/s** (Tabella 2).

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>

**Tabella 2:** categorie di suolo di fondazione.

Le  $V_{seq}$  sono state intese come  $V_{s30}$  in quanto non si è in presenza di uno strato con  $V_s > 800$  m/s entro i primi 30 m di profondità e quindi nella formula per il calcolo delle  $V_{seq}$  il parametro "H" è stato considerato pari a 30.

#### 4. CONCLUSIONI E RISULTATI

Su commissione dell'Amministrazione Comunale di Capaccio Paestum (SA) è stata eseguita una prospezione sismica di tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis Surface Waves), inerente al progetto tecnico finalizzato all'intervento di messa in sicurezza del territorio nelle aree che presentano elevato rischio di frana denominate Via Cupone Via Chiusa di Leone e Via Rodigliano .

La prova eseguita in campagna ha consentito di individuare sia la categoria di suolo di fondazione, mediante la misura delle  $V_{seq}$ , che la sismo-stratigrafia del sito.

Nella fattispecie i valori delle  $V_s$  ottenuti fanno sì che al sito investigato possa essere attribuita la categoria di sottosuolo corrispondente (Tabella 3).

<b><math>V_{Seq} = 30 \text{ m} / (\sum h_i / V_i): 371,34 \text{ m/s}</math></b>	
	<b>Tipo terreno      <u>Tipo B</u></b>

**Tabella 3:** sintesi dei risultati.



# COMUNE DI CAPACCIO PAESTUM

## (PROVINCIA DI SALERNO)

### RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE

### SISMICA DI SITO

INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO NELLE AREE CHE PRESENTANO  
ELEVATO RISCHIO DI FRANA DENOMINATE VIA CUPONE VIA CHIUSA DEL LEONE E VIA  
RODIGLIANO

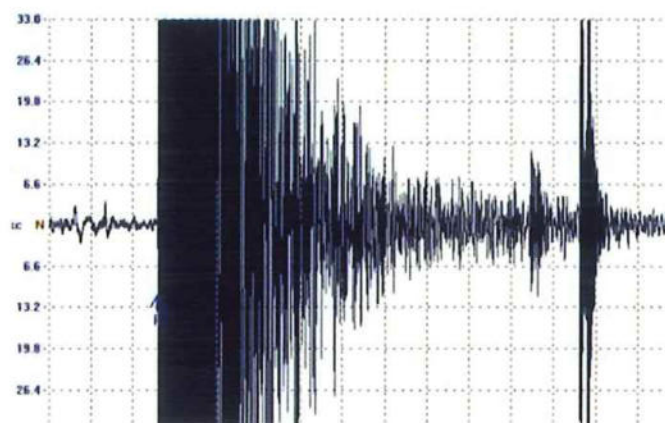


PROSPEZIONE DELLE ONDE SUPERFICIALI MEDIANTE LA PROVA  
M.A.S.W.

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE

## INDICE GENERALE

5. INTRODUZIONE E PROSPETTIVE DELL'ANALISI	PAG. 3
6. PROPAGAZIONE ONDULATORIA:	
TEORIA ED INDAGINI	PAG. 4
7. INDAGINE ESEGUITA ED ELABORAZIONE	
DEI DATI	PAG. 7
8. CONCLUSIONI E RISULTATI	PAG. 12



## 1 – INTRODUZIONE E PROSPETTIVE DELL'ANALISI

La presente relazione viene redatta su commissione dell'Amministrazione comunale di Capaccio Paestum (SA) ed ha per oggetto la modellazione sismica di sito, mediante l'esecuzione di una prospezione sismica di tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis Surface Waves), inerente al progetto tecnico finalizzato all'intervento di messa in sicurezza del territorio nelle aree che presentano elevato rischio di frana denominate Via Cupone Via Chiusa di Leone e Via Rodigliano .

La prova eseguita in campagna (Foto 1 e 2) ha consentito di individuare sia la categoria di suolo di fondazione, mediante la misura delle  $V_{seq}$ , che la sismo-stratigrafia del sito.



**Foto 1 e 2:** fase di esecuzione della prospezione sismica M.A.S.W. vista da entrambi i lati dello stendimento.



## 2 – PROPAGAZIONE ONDULATORIA: TEORIA ED INDAGINI

Quando in un punto generico del suolo, o di un qualunque mezzo elastico, viene provocata una vibrazione artificiale, causata da una qualunque sollecitazione di intensità elevata, quello che si viene a creare è una propagazione energetica di alta frequenza, che si diffonde nel mezzo stesso in tutte le direzioni sotto forma di onde.

Le siffatte onde si distinguono in:

- ✚ Onde di love o di Rayleigh, onde di tipo r o superficiali.
- ✚ Onde trasversali o di distorsione, onde di tipo s.
- ✚ Onde longitudinali o di compressione e dilatazione, onde di tipo p.

Le onde di volume (onde  $p$  e onde  $s$ ) sono quelle onde che si propagano dalla sorgente sismica attraverso il volume del mezzo interessato, in tutte le direzioni; le onde  $p$  sono onde compressionali o longitudinali, mentre le onde  $s$  o onde trasversali, sono tali da provocare, nel materiale attraversato, oscillazioni ortogonali alla direzione di propagazione dell'onda stessa.

La relazione che lega la velocità delle onde longitudinali a quella delle onde trasversali è:

$$V_p = \sqrt{3}V_s,$$

Quando un'onda  $s$  insieme ad un'onda  $p$  incidono su una superficie libera vengono in parte riflesse ed in parte generano un'ulteriore onda, data dalla composizione vettoriale delle due, che si propaga sulla superficie stessa, chiamata onda di Rayleigh.

Le onde di Rayleigh sono piu' lente delle onde di taglio:

$$V_R = 0.9V_s,$$

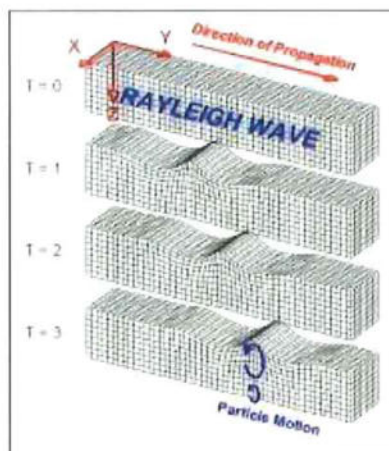
e la loro propagazione dipende da esse.

Le onde di Rayleigh (Figura 1) si differenziano dalle onde di Love, in quanto sono polarizzate in un piano verticale.

La velocità delle onde sismiche risulta pertanto estremamente variabile a seconda delle proprietà fisiche del terreno stesso: è minima nei terreni sciolti e massima nelle rocce compatte, per cui risulta direttamente proporzionale alla consistenza litologica.

Di regola la velocità di propagazione delle onde sismiche tende ad aumentare con la profondità per effetto della compattazione dovuta alle pressioni litostatiche.

E' interessante notare che a seguito di una sollecitazione la propagazione ondulatoria in un mezzo elastico omogeneo ed isotropo, avviene in tutte le direzioni pertanto la rappresentazione ondulatoria può essere schematizzata attraverso delle superfici sferiche che, man mano che ci si allontana dalla sorgente, tendono a divenire dei piani. Nei mezzi elastici reali le onde in questione disperdono energia seguendo leggi molto complesse ma empiricamente definibili, a causa di vari parametri, quali la densità, la profondità, la sedimentazione ed altri, che caratterizzano le condizioni stratigrafiche del sito. In base al teorema di Huygens ciascun punto del fronte d'onda è a sua volta sorgente dell'onda ed e' per questo motivo che l'analisi di un'onda e' particolarmente indicata per modellare ciascuna proprietà intrinseca del terreno.

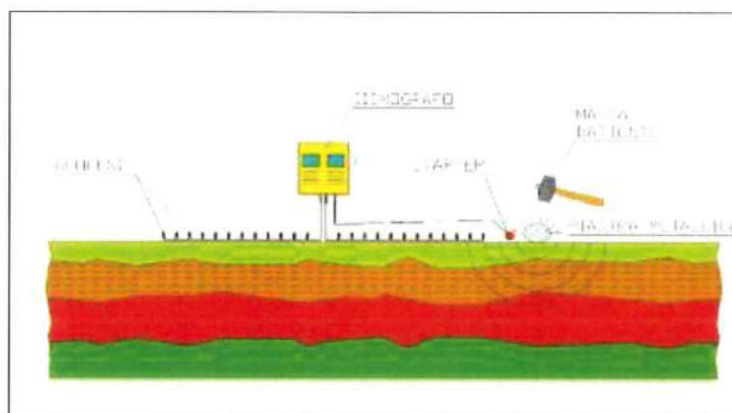


**Figura 1:** rappresentazione grafica della propagazione delle onde di Rayleigh.

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  la procedura utilizzata è una speciale metodologia sismica denominata M.A.S.W. (Multichannel Analysis Of Surface Waves), per la cui esecuzione è necessario effettuare i seguenti passaggi:

- utilizzo di una sorgente attiva per l'energizzazione durante l'acquisizione dei dati di campo,
- acquisizione dei dati con geofoni a componente verticale particolarmente sensibili alle basse frequenze: geofoni da 4,5 Hz, registrazione simultanea di 24 canali,
- valutazione dello spettro di velocità,
- determinazione della curva di dispersione,
- inversione della siffatta curva per ottenere l'andamento della velocità di taglio nel terreno.

In seguito ad una energizzazione del terreno, ovvero ad un forte colpo di martello su di una piastra di alluminio, vengono propagate le onde superficiali di Rayleigh che vengono registrate da una serie di geofoni, con spacing definito, lungo uno stendimento rettilineo, collegati ad un sismografo multicanale (Figura 2).



**Figura 2:** schema semplificato della fase di esecuzione della prova.

I dati raccolti, che rappresentano le varie velocità nel mezzo, vengono successivamente analizzati attraverso analisi matematiche e computazionali, estremamente complicate. Ogni geofono deve essere capace di acquisire dati aventi frequenze molto basse e la registrazione deve prevedere la misurazione dello smorzamento delle onde man mano che queste si allontanano dalla sorgente.



Fatto ciò è necessario considerare tutte le frequenze dello spettro di risposta, che si basa sull'analisi diretta, nello spazio di Fourier, delle frequenze delle onde prodotte. Lo spazio di Fourier è particolarmente utile a caratterizzare oggetti misurabili e soprattutto le quantità fisiche che presentano un carattere ondulatorio. Esso permette una rappresentazione spettrale, in termini della frequenza, che diventa variabile fondamentale e non derivata come nel caso di uno spazio di Argand-Gauss generico.

L'esplorazione geofisica con le onde di superficie è particolarmente indicata nell'ambito degli studi di micro-zonazione sismica perché permette di ottenere con semplicità ed economicità le velocità di propagazione delle onde s nel sottosuolo in ottemperanza alla normativa vigente.

#### **4. INDAGINE ESEGUITA ED ELABORAZIONE DEI DATI**

Nell'area di interesse progettuale è stata eseguita una prospezione sismica M.A.S.W. mediante l'utilizzo di un sismografo M.A.E. A6000 S 24 bit 24 canali con uno stendimento dalle seguenti caratteristiche:

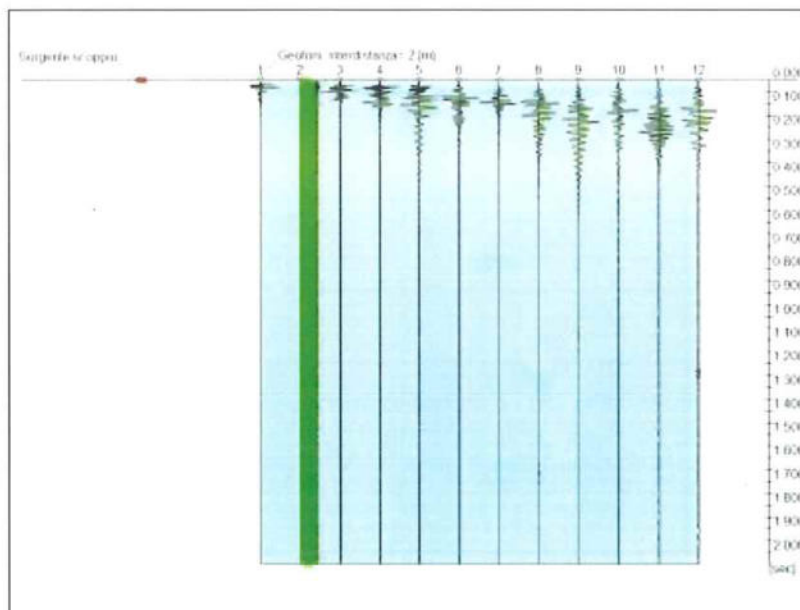
- l'energizzazione è stata indotta da una battitura, con un maglio da 8 kg, su di una piastra di alluminio, con diametro di 20 cm, ed è stato utilizzato come starter un geofono verticale geospace a 14Hz.
- Lo stendimento geofonico è stato realizzato con 12 geofoni verticali da 4,5 Hz.
- L'offset usato è di 4 m e con spacing tra i vari geofoni pari a 2 m.

In particolare :

- la valutazione dello spettro di velocità, la determinazione della curva di dispersione e l'inversione della stessa curva per ottenere l'andamento della velocità delle onde di taglio nel terreno sono state effettuate con una serie di programmi di elaborazione numerica.

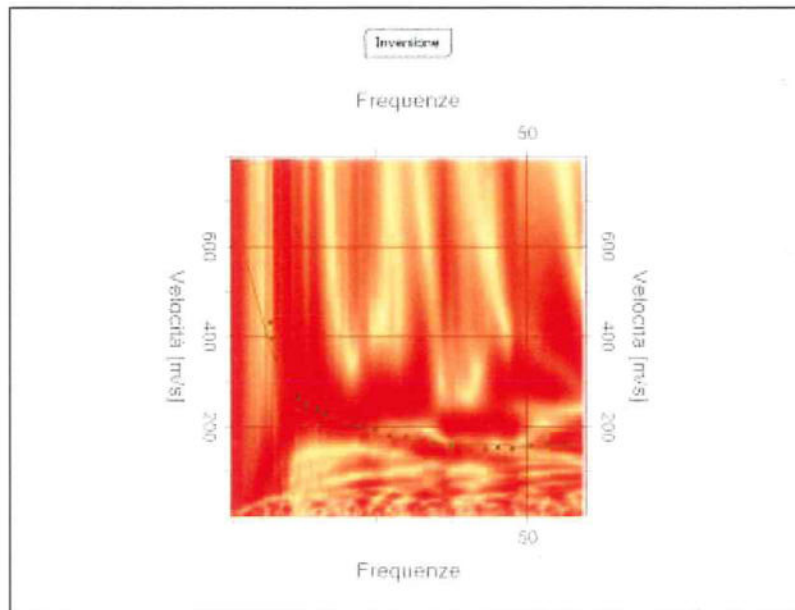
- Ciascuna analisi eseguita è stata valutata nello spazio delle frequenze, detto anche dominio di Fourier, per la semplicità di analisi e la riduzione consequenziale del rumore di fondo.

In figura 3 si riporta il sismogramma ottenuto dalla prova eseguita.



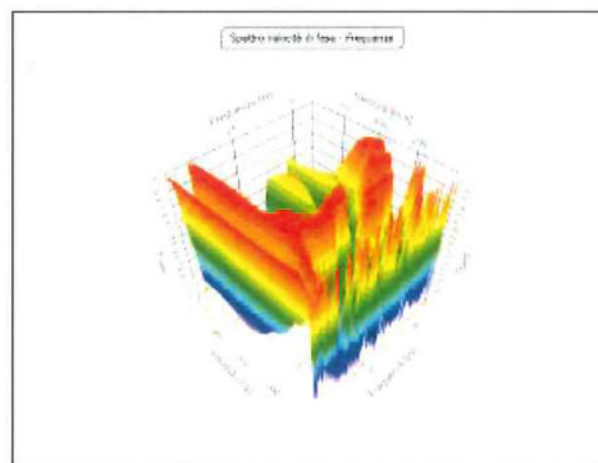
**Figura 3:** sismogramma della prospezione sismica M.A.S.W.

La figura 4 mostra lo spettro di frequenza complessivo dell'analisi effettuata, che è l'osservabile che analizzeremo per ricavare le  $V_{s30}$  e, individuata con pallini verdi, la frequenza fondamentale.



**Figura 4:** spettro di frequenza complessivo dell'analisi effettuata e, in verde, andamento teorico della frequenza fondamentale.

In figura 5 è mostrata una visione tridimensionale dell'andamento della velocità di propagazione delle onde sismiche.



**Figura 5:** visione tridimensionale dell'andamento delle velocità.

E' possibile riconoscere i sismostrati riportati in tabella 1.



Strato 1		Strato 2		Strato 3	
Vel onde S (m/s)	Spessore (m)	Vel onde S (m/s)	Spessore (m)	Vel onde S (m/s)	Spessore (m)
209,64	3,13	379,42	5,78	527,68	5,01
Vel onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel onde P (m/s)	Profondità (m)
648,25	3,13	1017,25	8,91	1343,51	13,92
Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)	Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)	Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)
643,27	225,40	1633,29	791,82	2929,15	1602,83
Poisson	Bulk (Kg/cm²)	Poisson	Bulk (Kg/cm²)	Poisson	Bulk (Kg/cm²)
0,442	78,18	0,419	278,97	0,409	568,86
Coeff Lamé λ (Kg/m²)	Coeff Lamé μ (Kg/m²)	Coeff Lamé λ (Kg/m²)	Coeff Lamé μ (Kg/m²)	Coeff Lamé λ (Kg/m²)	Coeff Lamé μ (Kg/m²)
579,916	76,69	1419,815	273,67	2501,458	558,06
Densità strato 1 (kg/m³)	Tempo (sec)	Densità strato 2 (kg/m³)	Tempo (sec)	Densità strato 3 (kg/m³)	Tempo (sec)
1745,02	0,0149	1901,00	0,0152	2004,18	0,0095
Strato 4		Strato 5		Strato 6	
Vel onde S (m/s)	Spessore (m)	Vel onde S (m/s)	Spessore (m)	Vel onde S (m/s)	Spessore (m)
543,61	6,36	618,61	6,68	702,09	3,04
Vel onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel onde P (m/s)	Profondità (m)
1331,01	20,28	1454,59	26,96	1572,95	30,00
Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)	Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)	Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)
2809,39	1687,32	3330,08	2205,85	3824,84	2854,86
Poisson	Bulk (Kg/cm²)	Poisson	Bulk (Kg/cm²)	Poisson	Bulk (Kg/cm²)
0,400	602,66	0,390	793,70	0,376	1037,68
Coeff Lamé λ (Kg/m²)	Coeff Lamé μ (Kg/m²)	Coeff Lamé λ (Kg/m²)	Coeff Lamé μ (Kg/m²)	Coeff Lamé λ (Kg/m²)	Coeff Lamé μ (Kg/m²)
2361,88	591,21	2747,73	778,62	3073,52	1017,96
Densità strato 4 (kg/m³)	Tempo (sec)	Densità strato 5 (kg/m³)	Tempo (sec)	Densità strato 6 (kg/m³)	Tempo (sec)
2000,62	0,0117	2034,65	0,0108	2065,12	0,0043

**Tabella 1:** sismo stratigrafia del sito di interesse progettuale.

Per risolvere il problema della determinazione della categoria di suolo, considerando la tecnica M.A.S.W., è necessario rapportare i dati ottenuti dall'analisi precedente con la relazione standard, che rispetta la normativa vigente. In particolar modo si attuerà una sorta di media armonica delle velocità ( $v_i$ ), con pesi dati dagli spessori degli strati analizzati ( $h_i$ ) attraverso il programma di analisi. Tale media si può riferire alla relazione da usare nel modo seguente:

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

Secondo la normativa vigente (D.M. 17/01/2018), ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si può utilizzare un approccio semplificato che si basa

sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. La categoria di suolo di fondazione dipende dai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{seq}$  (in m/s).

Nella fattispecie i valori delle  $V_s$  ottenuti fanno sì che al sito investigato possa essere attribuita la categoria di sottosuolo **"B"** dal momento che le  $V_{s30}$  sono pari a **451,22 m/s** (Tabella 2).

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>

**Tabella 2:** categorie di suolo di fondazione.

Le  $V_{seq}$  sono state intese come  $V_{s30}$  in quanto non si è in presenza di uno strato con  $V_s > 800$  m/s entro i primi 30 m di profondità e quindi nella formula per il calcolo delle  $V_{seq}$  il parametro "H" è stato considerato pari a 30.

## 5. CONCLUSIONI E RISULTATI

Su commissione dell'Amministrazione Comunale di Capaccio Paestum (SA) è stata eseguita una prospezione sismica di tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis Surface Waves), inerente al progetto tecnico finalizzato all'intervento di messa in sicurezza del territorio nelle aree che presentano elevato rischio di frana denominate Via Cupone Via Chiusa di Leone e Via Rodigliano .

La prova eseguita in campagna ha consentito di individuare sia la categoria di suolo di fondazione, mediante la misura delle  $V_{seq}$ , che la sismo-stratigrafia del sito.

Nella fattispecie i valori delle  $V_s$  ottenuti fanno sì che al sito investigato possa essere attribuita la categoria di sottosuolo corrispondente (Tabella 3).

<b><math>V_{Seq}=30 \text{ m}/(\sum h_i/V_i): 451,22 \text{ m/s}</math></b>	
	<b>Tipo terreno      Tipo B</b>

**Tabella 3:** sintesi dei risultati.



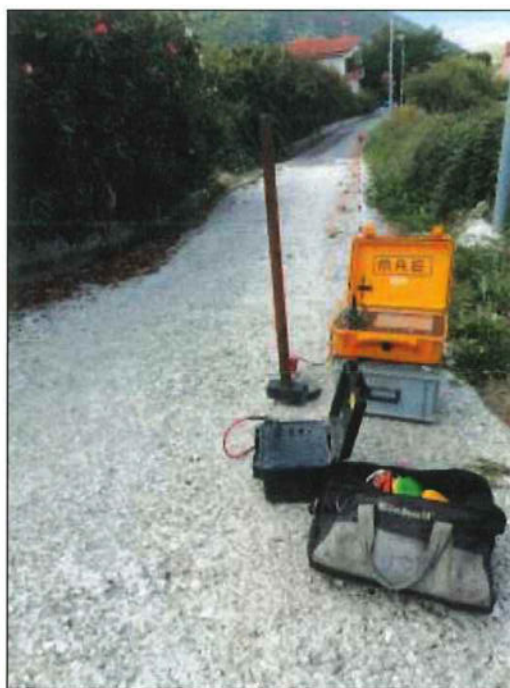
# COMUNE DI CAPACCIO PAESTUM

(PROVINCIA DI SALERNO)

## RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE

### SISMICA DI SITO

INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO NELLE AREE CHE PRESENTANO  
ELEVATO RISCHIO DI FRANA DENOMINATE VIA CUPONE VIA CHIUSA DEL LEONE E VIA  
RODIGLIANO

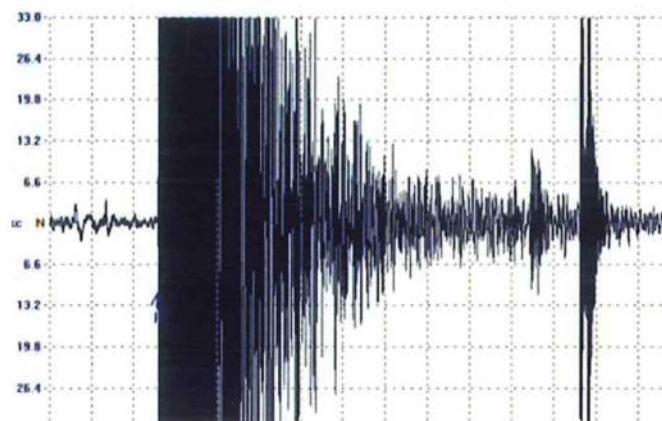


PROSPEZIONE DELLE ONDE SUPERFICIALI MEDIANTE LA PROVA  
M.A.S.W.

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE

## INDICE GENERALE

9. INTRODUZIONE E PROSPETTIVE DELL'ANALISI	PAG. 3
10. PROPAGAZIONE ONDULATORIA:	
TEORIA ED INDAGINI	PAG. 4
11. INDAGINE ESEGUITA ED ELABORAZIONE	
DEI DATI	PAG. 7
12. CONCLUSIONI E RISULTATI	PAG. 12



## 1 – INTRODUZIONE E PROSPETTIVE DELL'ANALISI

La presente relazione viene redatta su commissione dell'Amministrazione comunale di capaccio Paestum (SA) ed ha per oggetto la modellazione sismica di sito, mediante l'esecuzione di una prospezione sismica di tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis Surface Waves), inerente al progetto tecnico finalizzato all'intervento di messa in sicurezza del territorio nelle aree che presentano elevato rischio di frana denominate Via Cupone Via Chiusa di Leone e Via Rodigliano .

La prova eseguita in campagna (Foto 1 e 2) ha consentito di individuare sia la categoria di suolo di fondazione, mediante la misura delle  $V_{se}$ , che la sismo-stratigrafia del sito.



**Foto 1 e 2:** fase di esecuzione della prospezione sismica M.A.S.W. vista da entrambi i lati dello stendimento.



## 2 – PROPAGAZIONE ONDULATORIA: TEORIA ED INDAGINI

Quando in un punto generico del suolo, o di un qualunque mezzo elastico, viene provocata una vibrazione artificiale, causata da una qualunque sollecitazione di intensità elevata, quello che si viene a creare è una propagazione energetica di alta frequenza, che si diffonde nel mezzo stesso in tutte le direzioni sotto forma di onde.

Le siffatte onde si distinguono in:

- ✚ Onde di love o di Rayleigh, onde di tipo r o superficiali.
- ✚ Onde trasversali o di distorsione, onde di tipo s.
- ✚ Onde longitudinali o di compressione e dilatazione, onde di tipo p.

Le onde di volume (onde  $p$  e onde  $s$ ) sono quelle onde che si propagano dalla sorgente sismica attraverso il volume del mezzo interessato, in tutte le direzioni; le onde  $p$  sono onde compressionali o longitudinali, mentre le onde  $s$  o onde trasversali, sono tali da provocare, nel materiale attraversato, oscillazioni ortogonali alla direzione di propagazione dell'onda stessa.

La relazione che lega la velocità delle onde longitudinali a quella delle onde trasversali è:

$$V_p = \sqrt{3}V_s,$$

Quando un'onda  $s$  insieme ad un'onda  $p$  incidono su una superficie libera vengono in parte riflesse ed in parte generano un'ulteriore onda, data dalla composizione vettoriale delle due, che si propaga sulla superficie stessa, chiamata onda di Rayleigh.

Le onde di Rayleigh sono piu' lente delle onde di taglio:

$$V_R = 0.9V_s,$$

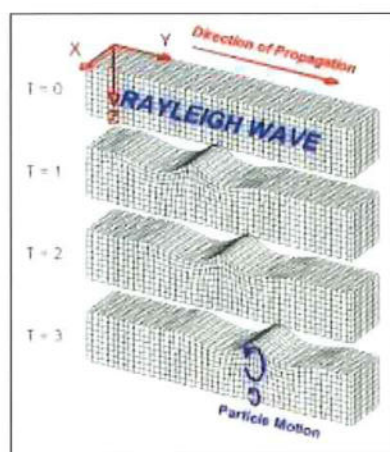
e la loro propagazione dipende da esse.

Le onde di Rayleigh (Figura 1) si differenziano dalle onde di Love, in quanto sono polarizzate in un piano verticale.

La velocità delle onde sismiche risulta pertanto estremamente variabile a seconda delle proprietà fisiche del terreno stesso: è minima nei terreni sciolti e massima nelle rocce compatte, per cui risulta direttamente proporzionale alla consistenza litologica.

Di regola la velocità di propagazione delle onde sismiche tende ad aumentare con la profondità per effetto della compattazione dovuta alle pressioni litostatiche.

E' interessante notare che a seguito di una sollecitazione la propagazione ondulatoria in un mezzo elastico omogeneo ed isotropo, avviene in tutte le direzioni pertanto la rappresentazione ondulatoria può essere schematizzata attraverso delle superfici sferiche che, man mano che ci si allontana dalla sorgente, tendono a divenire dei piani. Nei mezzi elastici reali le onde in questione disperdono energia seguendo leggi molto complesse ma empiricamente definibili, a causa di vari parametri, quali la densità, la profondità, la sedimentazione ed altri, che caratterizzano le condizioni stratigrafiche del sito. In base al teorema di Huygens ciascun punto del fronte d'onda è a sua volta sorgente dell'onda ed e' per questo motivo che l'analisi di un'onda e' particolarmente indicata per modellare ciascuna proprietà intrinseca del terreno.

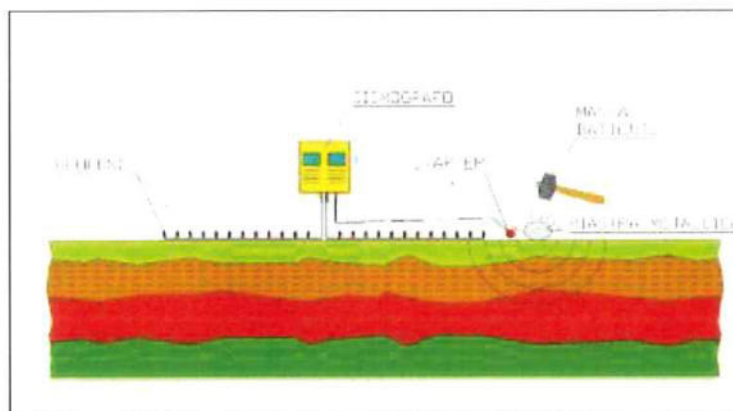


**Figura 1:** rappresentazione grafica della propagazione delle onde di Rayleigh.

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  la procedura utilizzata è una speciale metodologia sismica denominata M.A.S.W. (Multichannel Analysis Of Surface Waves), per la cui esecuzione è necessario effettuare i seguenti passaggi:

- utilizzo di una sorgente attiva per l'energizzazione durante l'acquisizione dei dati di campo,
- acquisizione dei dati con geofoni a componente verticale particolarmente sensibili alle basse frequenze: geofoni da 4,5 Hz, registrazione simultanea di 24 canali,
- valutazione dello spettro di velocità,
- determinazione della curva di dispersione,
- inversione della siffatta curva per ottenere l'andamento della velocità di taglio nel terreno.

In seguito ad una energizzazione del terreno, ovvero ad un forte colpo di martello su di una piastra di alluminio, vengono propagate le onde superficiali di Rayleigh che vengono registrate da una serie di geofoni, con spacing definito, lungo uno stendimento rettilineo, collegati ad un sismografo multicanale (Figura 2).



**Figura 2:** schema semplificato della fase di esecuzione della prova.

I dati raccolti, che rappresentano le varie velocità nel mezzo, vengono successivamente analizzati attraverso analisi matematiche e computazionali, estremamente complicate. Ogni geofono deve essere capace di acquisire dati aventi frequenze molto basse e la registrazione deve prevedere la misurazione dello smorzamento delle onde man mano che queste si allontanano dalla sorgente.



Fatto ciò è necessario considerare tutte le frequenze dello spettro di risposta, che si basa sull'analisi diretta, nello spazio di Fourier, delle frequenze delle onde prodotte. Lo spazio di Fourier è particolarmente utile a caratterizzare oggetti misurabili e soprattutto le quantità fisiche che presentano un carattere ondulatorio. Esso permette una rappresentazione spettrale, in termini della frequenza, che diventa variabile fondamentale e non derivata come nel caso di uno spazio di Argand-Gauss generico.

L'esplorazione geofisica con le onde di superficie è particolarmente indicata nell'ambito degli studi di micro-zonazione sismica perché permette di ottenere con semplicità ed economicità le velocità di propagazione delle onde s nel sottosuolo in ottemperanza alla normativa vigente.

## **5. INDAGINE ESEGUITA ED ELABORAZIONE DEI DATI**

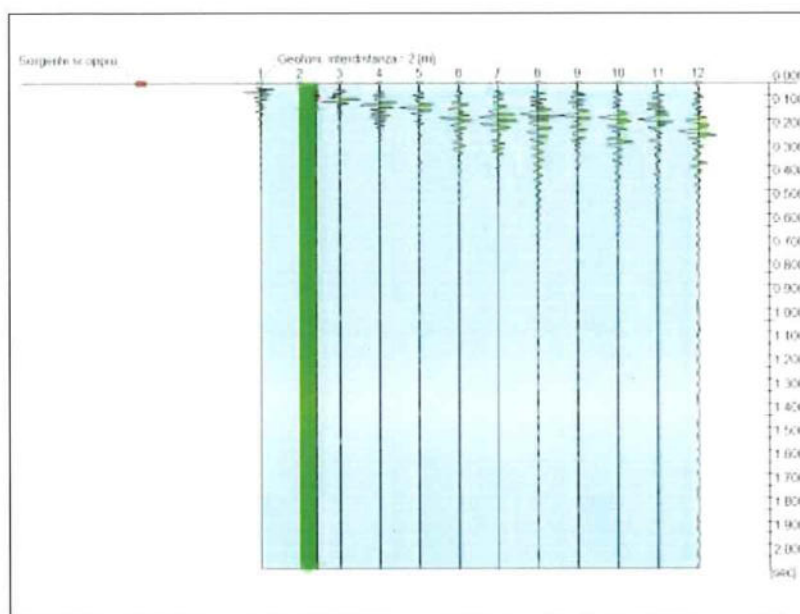
Nell'area di interesse progettuale è stata eseguita una prospezione sismica M.A.S.W. mediante l'utilizzo di un sismografo M.A.E. A6000 S 24 bit 24 canali con uno stendimento dalle seguenti caratteristiche:

- l'energizzazione è stata indotta da una battitura, con un maglio da 8 kg, su di una piastra di alluminio, con diametro di 20 cm, ed è stato utilizzato come starter un geofono verticale geospace a 14Hz.
- Lo stendimento geofonico è stato realizzato con 12 geofoni verticali da 4,5 Hz.
- L'offset usato è di 4 m e con spacing tra i vari geofoni pari a 2 m.

In particolare :

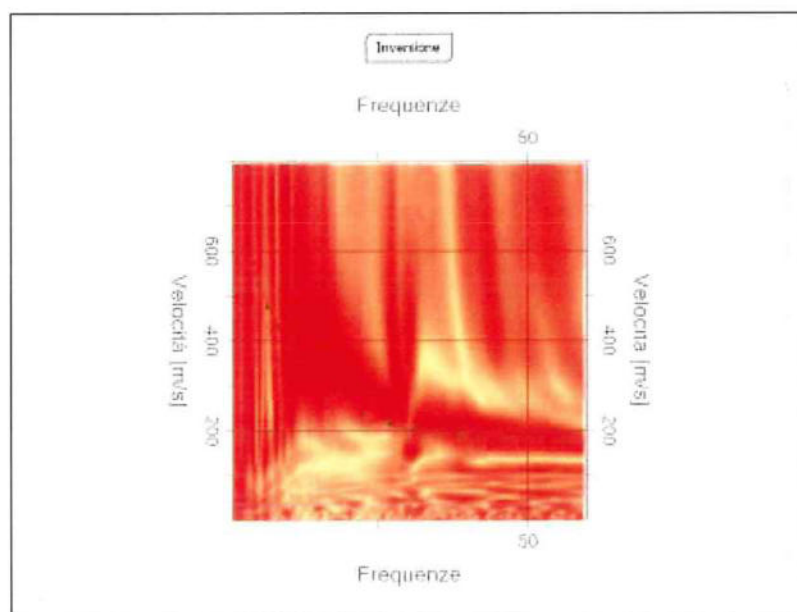
- la valutazione dello spettro di velocità, la determinazione della curva di dispersione e l'inversione della stessa curva per ottenere l'andamento della velocità delle onde di taglio nel terreno sono state effettuate con una serie di programmi di elaborazione numerica.
- Ciascuna analisi eseguita è stata valutata nello spazio delle frequenze, detto anche dominio di Fourier, per la semplicità di analisi e la riduzione consequenziale del rumore di fondo.

In figura 3 si riporta il sismogramma ottenuto dalla prova eseguita.



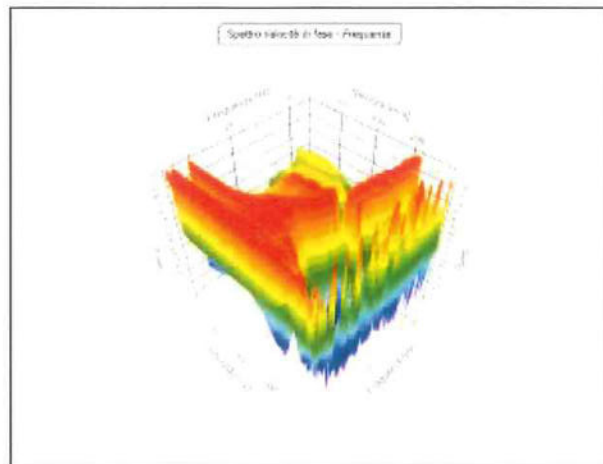
**Figura 3:** sismogramma della prospezione sismica M.A.S.W.

La figura 4 mostra lo spettro di frequenza complessivo dell'analisi effettuata, che è l'osservabile che analizzeremo per ricavare le  $V_{s30}$  e, individuata con pallini verdi, la frequenza fondamentale.



**Figura 4:** spettro di frequenza complessivo dell'analisi effettuata e, in verde, andamento teorico della frequenza fondamentale.

In figura 5 è mostrata una visione tridimensionale dell'andamento della velocità di propagazione delle onde sismiche.



**Figura 5:** visione tridimensionale dell'andamento delle velocità.

E' possibile riconoscere i sismostrati riportati in tabella 1.



Strato 1		Strato 2		Strato 3	
Vel onde S (m/s)	Spessore (m)	Vel onde S (m/s)	Spessore (m)	Vel onde S (m/s)	Spessore (m)
194,88	3,11	350,79	4,02	496,61	6,43
Vel onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel onde P (m/s)	Profondità (m)
477,16	3,11	805,00	7,13	1112,24	13,56
Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)	Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)	Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)
297,11	178,45	897,03	630,79	1790,11	1337,21
Poisson	Bulk (Kg/cm³)	Poisson	Bulk (Kg/cm³)	Poisson	Bulk (Kg/cm³)
0,400	63,74	0,383	228,09	0,376	486,08
Coeff Lamé λ (Kg/m²)	Coeff Lamé μ (Kg/m²)	Coeff Lamé λ (Kg/m²)	Coeff Lamé μ (Kg/m²)	Coeff Lamé λ (Kg/m²)	Coeff Lamé μ (Kg/m²)
249,786	62,52	730,820	223,75	1438,199	476,85
Densità strato 1 (kg/m³)	Tempi (sec)	Densità strato 2 (kg/m³)	Tempi (sec)	Densità strato 3 (kg/m³)	Tempi (sec)
1646,33	0,0160	1818,32	0,0115	1933,52	0,0129
Strato 4		Strato 5		Strato 6	
Vel onde S (m/s)	Spessore (m)	Vel onde S (m/s)	Spessore (m)	Vel onde S (m/s)	Spessore (m)
570,32	7,87	610,19	7,04	730,44	1,53
Vel onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel onde P (m/s)	Profondità (m)
1266,42	21,43	1312,38	28,47	1561,31	30,00
Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)	Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)	Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)
2363,89	1804,12	2493,37	2063,01	3628,95	3050,49
Poisson	Bulk (Kg/cm³)	Poisson	Bulk (Kg/cm³)	Poisson	Bulk (Kg/cm³)
0,373	657,10	0,362	757,29	0,360	1121,59
Coeff Lamé λ (Kg/m²)	Coeff Lamé μ (Kg/m²)	Coeff Lamé λ (Kg/m²)	Coeff Lamé μ (Kg/m²)	Coeff Lamé λ (Kg/m²)	Coeff Lamé μ (Kg/m²)
1889,24	644,61	1950,72	742,90	2826,48	1100,28
Densità strato 4 (kg/m³)	Tempi (sec)	Densità strato 5 (kg/m³)	Tempi (sec)	Densità strato 6 (kg/m³)	Tempi (sec)
1981,80	0,0138	1995,27	0,0115	2062,21	0,0021

**Tabella 1:** sismo stratigrafia del sito di interesse progettuale.

Per risolvere il problema della determinazione della categoria di suolo, considerando la tecnica M.A.S.W., è necessario rapportare i dati ottenuti dall'analisi precedente con la relazione standard, che rispetta la normativa vigente. In particolar modo si attuerà una sorta di media armonica delle velocità ( $v_i$ ), con pesi dati dagli spessori degli strati analizzati ( $h_i$ ) attraverso il programma di analisi. Tale media si può riferire alla relazione da usare nel modo seguente:

$$V_{Seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

Secondo la normativa vigente (D.M. 17/01/2018), ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si può utilizzare un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. La categoria di suolo di

fondazione dipende dai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{seq}$  (in m/s).

Nella fattispecie i valori delle  $V_s$  ottenuti fanno sì che al sito investigato possa essere attribuita la categoria di sottosuolo “B” dal momento che le  $V_{s30}$  sono pari a **442,49 m/s** (Tabella 2).

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>

**Tabella 2:** categorie di suolo di fondazione.

Le  $V_{seq}$  sono state intese come  $V_{s30}$  in quanto non si è in presenza di uno strato con  $V_s > 800$  m/s entro i primi 30 m di profondità e quindi nella formula per il calcolo delle  $V_{seq}$  il parametro “H” è stato considerato pari a 30.

## 6. CONCLUSIONI E RISULTATI

Su commissione dell'Amministrazione Comunale di Capaccio Paestum (SA) è stata eseguita una prospezione sismica di tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis Surface Waves), inerente al progetto tecnico finalizzato all'intervento di messa in sicurezza del territorio nelle aree che presentano elevato rischio di frana denominate Via Cupone Via Chiusa di Leone e Via Rodigliano .

La prova eseguita in campagna ha consentito di individuare sia la categoria di suolo di fondazione, mediante la misura delle  $V_{seq}$ , che la sismo-stratigrafia del sito.

Nella fattispecie i valori delle  $V_s$  ottenuti fanno sì che al sito investigato possa essere attribuita la categoria di sottosuolo corrispondente (Tabella 3).

<b><math>V_{Seq}=30 \text{ m}/(\sum h_i/V_i): 442,49 \text{ m/s}</math></b>	
	<b>Tipo terreno      Tipo B</b>

**Tabella 3:** sintesi dei risultati.



## **CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE GEOTECNICHE E SISMICHE DEL SITO**

Dalle osservazioni dell'area, dai risultati della prova sismica eseguita, nonché della presa visione delle indagini effettuate nella zona, si è accertato che il substrato delle aree risultano costituite in tutti i casi da una potente serie flyschioide formata da un'alternanza di strati di arenarie calcilutiti più o meno silicifere dell'ordine dei 20 - 40 cm., con marne grigio giallastre anch'esse con medesimi spessori. la cui struttura compatta si rinviene alla profondità di ca 3-4 m. Tale formazione infatti al disotto del suolo agrario ca 1.0 m, si presenta sotto forma di regolite costituita da pezzame litoide di dimensioni variabile immersi in una matrice argillosa limo sabbiosa a luoghi prevalente da scarsamente a mediamente compatta.

Trattasi di materiali che granulometricamente coprono quasi per intero la scala di classificazione prevista dalla Commissione Materiali stradali del C.N.R. Esso è caratterizzato da un peso dell'unità di volume  $\gamma = 1,83 \text{ t/mc}$ , in condizioni drenate un angolo di attrito di  $26.3^\circ$  ed una coesione  $C = 8,2 \text{ N/cm}^2$ , in condizioni non drenata una  $C_u$  pari a  $0.5 \text{ N/cm}^2$ , un modulo Edometrico  $E_d$  pari a  $65 \text{ N/cm}^2$ .

Per quanto riguarda alla sottostante roccia madre, costituita da alternanze di strati di calcilutitie calcareniti in cui si intercalano straterelli di argilliti

siltose, sono da assegnare buone caratteristiche meccaniche la resistenza alle sollecitazioni di taglio, comunque ,pur se risulta elevata ,è funzione delle condizioni in sito dei livelli argillosi siltosi intercalati agli strati litoidi.

Tali litotipi coesivi, comunque, sottoposti a prove a compressione ad espansione laterale libera, raggiungono valori a rottura sempre superiori a 2.0 Kg/cm<sup>2</sup> a cui corrisponde una coesione non drenata > di 1.0 Kg/cm<sup>2</sup>.

I dati acquisiti con i profili MASW ed elaborati come riportato nel paragrafo precedente, hanno consentito di investigare fino ad una profondità di circa 30 m dal piano campagna e di risalire ad un modello di sottosuolo costituito da 6 sismostrati.

Per quanto attiene alla O.P.C.M. n°3274 del 20/03/2003 e s.m.i. e al D.M. 14/1/2008 nonché DM 17.01.2018 e segnatamente, in relazione al punto 3.2.2 del D.M. del 14/01/08 e del DM 17.01.2018, che individua cinque categorie di sottosuolo di riferimento per la definizione dell'azione sismica di progetto in funzione della velocità delle onde S nei primi 30 metri di sottosuolo ( $V_{S30}$ ) secondo la seguente relazione:

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

dove  $h_i$  è lo spessore in metri dello strato i-esimo compreso nei primi 30 m di profondità,  $V_i$  è la velocità delle onde di taglio nello stesso strato ed N è il numero di strati presenti nei primi 30 m di profondità del sottosuolo, la

categoria di sottosuolo che caratterizza tutti e tre i siti è la categoria B della Tab. 3.2.II, atteso che per essi è stata determinata una  $V_{S30} = 371,34$  m/s. per l'area a monte Campo sportivo, una  $V_{S30} = 451,22$  m/s per via Rodigliano, una  $V_{S30} = 442,49$  m/s per via Luca.

### COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA

L'intervento in esame ha come scopo la mitigazione ed l'eliminazione del rischio idrogeologico con la messa in sicurezza del sistema viario nella zona dell'abitato di Capaccio compreso fra la strada a valle del Campo Sportivo ed il Cimitero interessato da fenomeni deformativi.

I tratti oggetto di intervento dalla Carta del Rischio e della Pericolosità del Piano Stralcio, elaborate dall'Autorità di Bacino Sx Sele, le aree d'intervento rientrano in area a medi ed alto Rischio Sismico R2 e R3 e Pericolosità elevata P3 in via S.bernardino (S.Luca) e via Rodigliano (Cimitero) e pericolosità d'ambito media Pa2 a Pericolosità d'ambito elevata pa3 (Via Cupone), così come si può evincere dalla cartografia allegata al progetto.

eluviale allentata.

La zona in studio risulta interessata da due distinti fenomeni franosi che risultano retaggio della morfogenesi passata, in entrambi i casi trattasi di



due fenomeni franosi con fenomenologia e cinematismo complesso, trattasi di uno scorrimento rotazionale-colata lenta.

Sia il tratto di strada cimitero che San bernardino si collocano in due zona di testata di due vecchi movimento franosi che allo stato risultano modellate con chiari segni di maturità e apparentemente allo stato quiescente ed urbanizzate nel tratto a Valle della SP13a) Le deformazioni superficiali presenti in questi tratti in studio risultano legate esclusivamente alla cattiva sistemazione idraulica in cui persistono tali tratti stradali. Le acque piovane in queste aree non potendo defluire ristagnano (tratto cimitero) e/o vengono convogliate e concentrate in un punto privo di deflusso causando erosioni .e scalzamenti alle scarpate stradali (s.Bernardino). In quest'ultimo caso la deformazione della sede stradale con ogni probabilità ha causato la rottura della fognatura presente che a sua volta ha contribuito ulteriormente al dissesto della sede stradale.

L'area a monte del Campo sportivo ricade per una parte, circa la metà, nella parte centrale del vecchio movimento franoso in parte quiescente, la cui corona è posta immediatamente a valle della strada provinciale SP13a.

La maturità del fenomeno e le evidenze geomorfologiche accertate nell' area fanno ritenere che attualmente possa trattarsi di un fenomeno

gravitativo superficiale che interessa la coltre superficiale dovuto a due fattori principali il primo alla pendenza dell'area il secondo alla cattiva sistemazione idraulica del lotto.

L'intervento in esame consiste nella realizzazione in tutte le strade di idonee opere di raccolta di acque piovane lungo gli interi tratti stradali e convogliate negli impluvi naturali esistenti con l'obiettivo di intercettare ed allontanare le acque dilavanti provenienti da monte dalle aree interessate dai dissesti.

Tali interventi risultano essere parte integrante di un progetto generale che prevede tre interventi strutturali lungo gli assi viari di via Rodigliano (Cimitero), Via Cupone (campo Sportivo) via S.Bernardino (via Luca) il cui obbiettivo finale è quello di mitigare il rischio idrogeologico da frana che attualmente incombe sugli assi viari. In via Rodigliano è previsto la realizzazione di un muro in c.a. con altezza massima di 2.00 per una lunghezza di ca 40 m, a valle di Cupone è previsto un terrazzamento con due balze le cui pareti saranno protette con la Terra Armata (tecnica utilizzata a valle dell'area a protezione delle pareti di scavo per la realizzazione del campo Sportivo), lungo via S.Bernardino (via Luca) sarà prevista una struttura flessibile quale una gabbionata metallica con altezza massima di 3.00 m posta a valle della sede stradale oltre alla sostituzione del muretto di monte dissestato con un muretto in c.a. con altezza inferiore al metro per un tratto di ca 10 m.

Gli interventi progettati , non interferiscono negativamente con le condizioni di franosità dell'area e non aggravano lo stato di rischio attuale, ma tendono complessivamente ad abbassarlo in quanto contribuiscono al consolidamento dei fenomeni erosivi ed alla sicurezza del territorio in accordo con le norme di attuazione del Piano Stralcio.

Gli interventi, previsti inoltre risultano di basso impatto ambientale e sono tali da favorire la ricostruzione dei processi e degli equilibri naturali, nonché la ricostruzione della vegetazione spontanea ed autoctona.

Le opere a farsi risultano essere migliorative rispetto alla attuali condizioni di sicurezza in cui versano attualmente le aree.

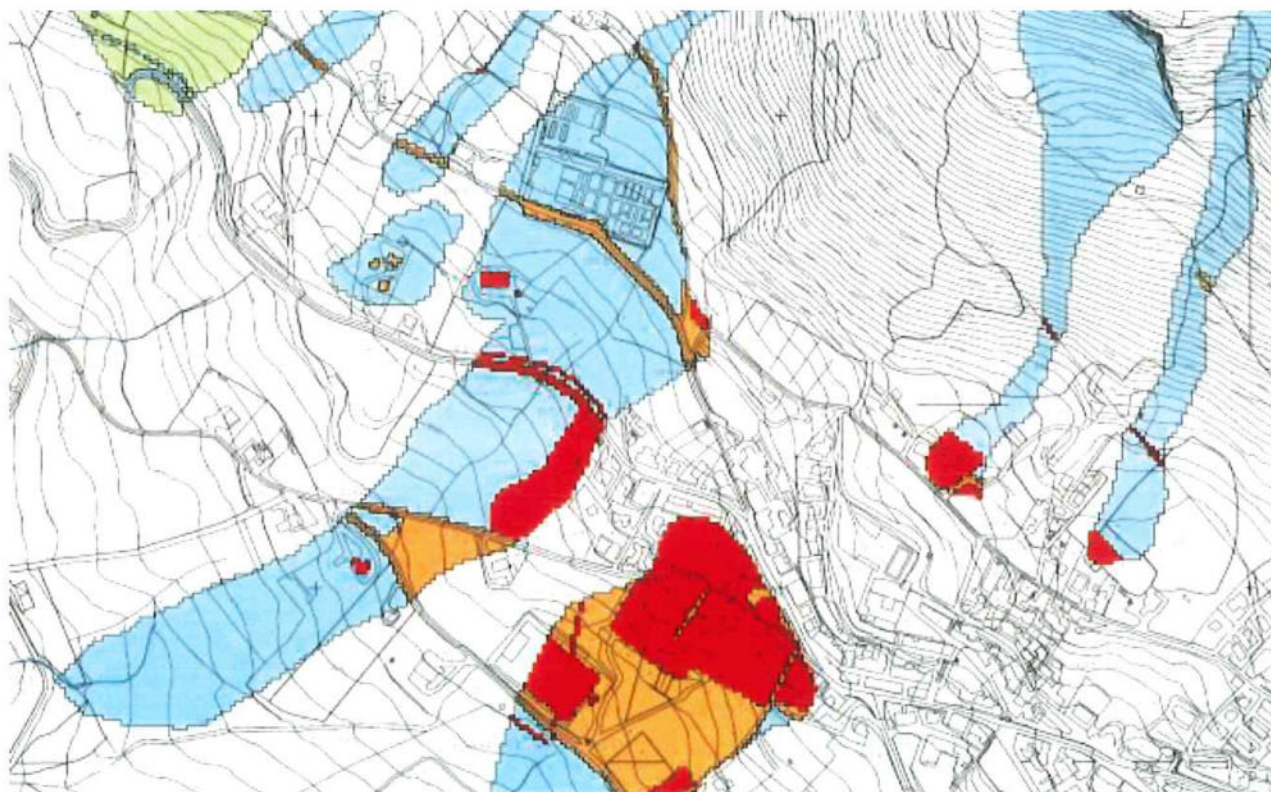
Sulla base delle considerazioni su esposte, si ritiene pienamente verificata la compatibilità idrogeologica degli interventi da effettuare, in quando del tutto compatibili con i vari vincoli esistenti sul territorio, perché sono volti al miglioramento della situazione idrogeologica dell'area interessata ed alla salvaguardia delle infrastrutture e delle opere d'arte esistenti.

In conclusione si può affermare che **gli interventi previsti non alterano il preesistente equilibrio naturale, confermando la compatibilità idrogeologica.**



# CARTA DEL RISCHIO DA FRANA

## ELEMENTO N. 487131



### RISCHIO DA FRANA

#### Classe



R1 - Moderato



R2 - Medio



R3 - Elevato



R4 - Molto Elevato

**CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA**  
ELEMENTO N. 487131



**Pericolosità da Frana**

**Classe**



P1 - Moderata



P2 - Media



P3 - Elevata



P4 - Molto Elevata

**Pericolosità d'Ambito**

**Classe di Pericolosità d'Ambito**



Pa1 - Moderata



Pa2 - Media



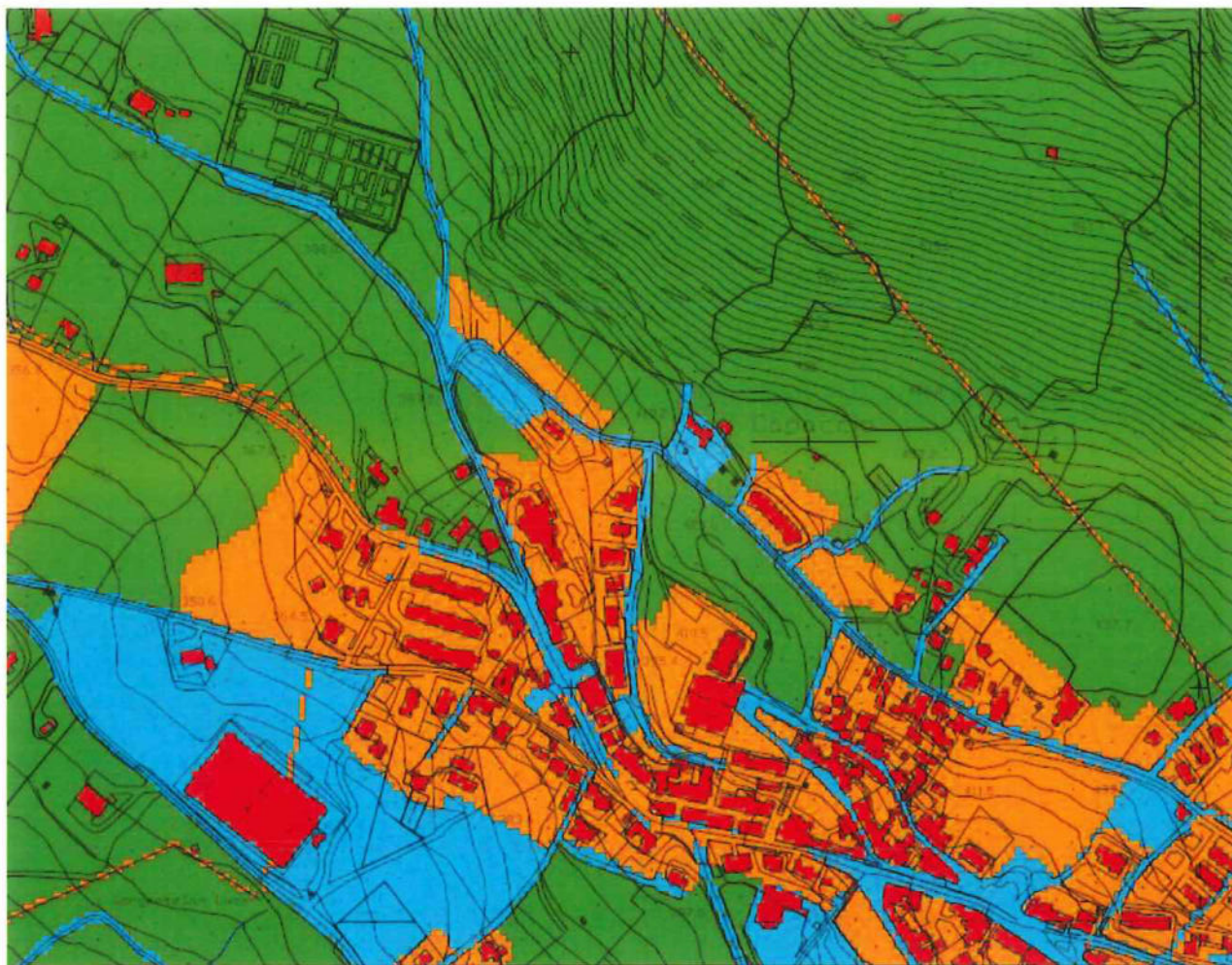
Pa3 - Elevata



Pa4 - Molto Elevata



## CARTA DELLA VULNERABILITA' FINALE



### LEGENDA

#### VULNERABILITA' FINALE

	D1 - MODERATO
	D2 - MEDIO
	D3 - ELEVATO
	D4 - MOLTO ELEVATO



## CONCLUSIONI

Alla luce di quanto innanzi esposto si ritiene che per l'intervento previsto in progetto non si pongano particolari problematiche realizzative. La sua realizzazione non rappresenta motivo di contrasto sia al vincolo idrogeologico alla zona stessa sia alle disposizioni dettate dalla normativa allegata al progetto di Piano Stralcio redatto dall'Autorità di bacino Sinistra Sele.

Gli interventi infatti non apportano alcuna variazione dello stato dei luoghi e migliorano l'attuale regime delle acque superficiali rendendo entrambe le aree certamente più stabili ai fini della franosità.

In conclusioni si ritiene di poter affermare gli interventi previsti in progetto migliorano notevolmente le condizioni geostatiche in cui versano attualmente le aree interessate dal progetto.

La particolare ubicazione delle aree oggetto di intervento rende necessario eseguire gli scavi a sezioni con fronti non superiore ai cinque metri di lunghezza. I fronti di scavo dovranno essere immediatamente protetti con le relative opere protettive previste.

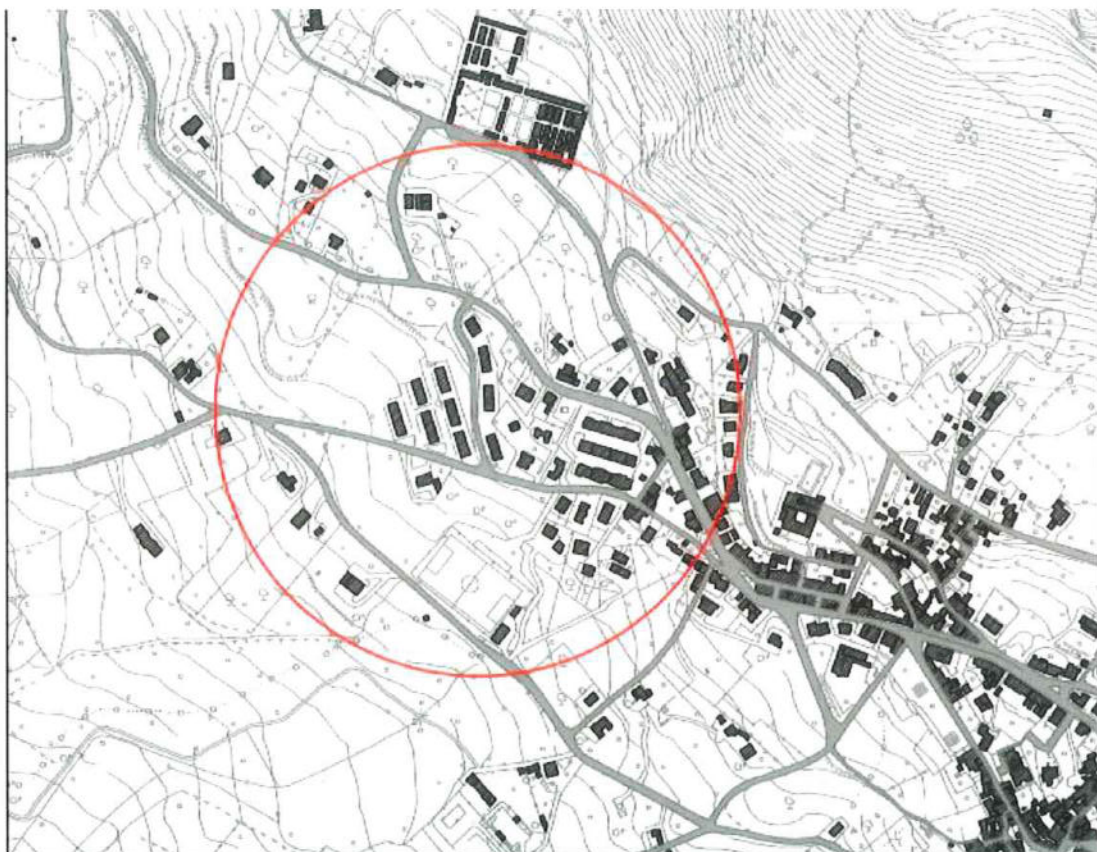
Va precisato che gli scavi necessari per la realizzazione delle opere dovranno essere realizzati alla presenza di un geologo che ne stabilisca ogni volta i tempi e le modalità di esecuzione.

Per quanto attiene alla O.P.C.M. n°3274 del 20/03/2003 e s.m.i. e al D.M. 14/1/2008 nonché DM 17.01.2018 e segnatamente, in relazione al punto 3.2.2 del D.M. del 14/01/08 e del DM 17.01.2018, l'indagine MASW condotta ha lasciato determinare per i siti una  $V_{S30} = 371,34$  m/s. per l'area a monte Campo sportivo, una  $V_{S30} = 451,22$  m/s per via Rodigliano, una  $V_{S30} = 442,49$  m/s per via Luca.

Del che è relazione

Dr geol Luigi Lillo





ORTOFOTO AGEA





MAPPA CATASTALE

## 8 - ASSEVERAZIONE DEL GEOLOGO

(art. 2 L.R. 7/1/1983 n. 9, artt. 46 e 47 D.P.R. 28/12/2000 n. 445, artt. 359 e 481 del Codice Penale)

Con riferimento alla denuncia dei lavori indicati nella sezione 3 - ANAGRAFICA PROGETTO e 4 - DICHIARANTE :

### IL SOTTOSCRITTO

**GEOLOGO:** (cognome e nome) LILLO LUIGI  
nato a STIO il 12/06/1957 - C.F. LLLLGU57H12I960O  
residente in STIO alla via/piazza VIA FIRENZE 13 C.A.P.   
domiciliato in  alla via/piazza  C.A.P.   
tel. 0974990307 cell. 3334166082 p.e.c. lilloluigi@lamiapec.it

consapevole delle sanzioni penali previste dall'art.76 del D.P.R.445/00 per le ipotesi di falsità in atti e dichiarazioni mendaci ivi indicate, ai sensi degli artt. 46 e 47 del D.P.R.445/00

### DICHIARA

- 1) di essere abilitato all'esercizio della professione di GEOLOGO ;  
2) ☐ di essere iscritto all'Ordine dei Geologi di REGIONE CAMPANIA sez.  sett.  al n° 444 ;  
(oppure)  
☐ di essere dipendente della seguente pubblica amm.ne committente  ;

1 - relazione geologica e di compatibilità idrogeologica	3 -
2 -	4 -

- 3) di aver redatto i seguenti elaborati:

In relazione a quanto sopra, consapevole delle responsabilità che con la presente si assume in qualità di persona esercente un servizio di pubblica necessità ai sensi degli artt.359 e 481 del Codice Penale

- 4) ☒ in conformità all' art. 3 comma 1 della L.R. n° 59 del 28.12.2018 ed in relazione alla prestazione professionale precedentemente indicata, che il Committente ha provveduto al pagamento delle correlate spettanze .

### ASSEVERA

che ha prodotto i sopra indicati elaborati nel rispetto delle norme tecniche :

☒ D.M. 17/01/2018 (oppure) ☐ D.M. 14/01/2008

### ALLEGA

documento di identità in corso di validità: tipo C.I. n° CA37024JI rilasciato in data 15/07/2019 da COMUNE STIO



## 8 - ASSEVERAZIONE DEL GEOLOGO

(art. 2 L.R. 7/1/1983 n. 9, artt. 46 e 47 D.P.R. 28/12/2000 n. 445, artt. 359 e 481 del Codice Penale)

Con riferimento alla denuncia dei lavori indicati nella sezione 3 - ANAGRAFICA PROGETTO e 4 - DICHIARANTE :

### IL SOTTOSCRITTO

**GEOLOGO:** (cognome e nome) LILLO LUIGI  
nato a STIO il 12/06/1957 - C.F. LLLLGU57H12I960O  
residente in STIO alla via/piazza VIA FIRENZE 13 C.A.P.   
domiciliato in  alla via/piazza  C.A.P.   
tel. 0974990307 cell. 3334166082 p.e.c. lilloluigi@lamiapec.it

consapevole delle sanzioni penali previste dall'art.76 del D.P.R.445/00 per le ipotesi di falsità in atti e dichiarazioni mendaci ivi indicate, ai sensi degli artt. 46 e 47 del D.P.R.445/00

### DICHIARA

- 1) di essere abilitato all'esercizio della professione di GEOLOGO ;
- 2) ☐ di essere iscritto all'Ordine dei Geologi di REGIONE CAMPANIA sez.  sett.  al n° 444 ;  
(oppure)  
☐ di essere dipendente della seguente pubblica amm.ne committente  ;

1 - relazione geologica e di compatibilità idrogeologica	3 -
2 -	4 -

- 3) di aver redatto i seguenti elaborati:

In relazione a quanto sopra, consapevole delle responsabilità che con la presente si assume in qualità di persona esercente un servizio di pubblica necessità ai sensi degli artt.359 e 481 del Codice Penale

- 4) ☒ in conformità all' art. 3 comma 1 della L.R. n° 59 del 28.12.2018 ed in relazione alla prestazione professionale precedentemente indicata, che il Committente ha provveduto al pagamento delle correlate spettanze .

### ASSEVERA

che ha prodotto i sopra indicati elaborati nel rispetto delle norme tecniche :

☒ D.M. 17/01/2018 (oppure) ☐ D.M. 14/01/2008

### ALLEGA

documento di identità in corso di validità: tipo C.I. n° CA37024JI rilasciato in data 15.07.2011 da COMUNE STIO

(firma)   








**S.I.GE.A**  
**Società di Ingegneria Geologia e Architettura**  
**Via Firenze 11 – 84075 STIO (SA)**

**All'Amministrazione comunale di**

**CAPACCIO PAESTUM**

**AREA TECNICA**

Oggetto: “Intervento di messa in sicurezza del territorio nelle aree che presentano elevato rischio di frana denominate Via Cupone Via Chiude di Leone e via Rodigliano.” –  
**RELAZIONE GEOLOGICA E DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA**

Si trasmettono numero tre copie cartacee ed una in formato digitale della relazione geologica e di compatibilità idrogeologica dei lavori di cui in oggetto.

Con osservanza





**S.I.GE.A**  
**Società di Ingegneria Geologia e Architettura**  
**Via Firenze 11 – 84075 STIO (SA)**

**All'Amministrazione comunale di**  
**CAPACCIO PAESTUM**  
**AREA TECNICA**

Oggetto: “Intervento di messa in sicurezza del territorio nelle aree che presentano elevato rischio di frana denominate Via Cupone Via Chiude di Leone e via Rodigliano.” –  
**RELAZIONE GEOLOGICA E DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA**

Si trasmettono numero tre copie cartacee ed una in formato digitale della relazione geologica e di compatibilità idrogeologica dei lavori di cui in oggetto.

Con osservanza

