



# CITTA' DI CAPACCIO PAESTUM

PROGRAMMA INTEGRATO DI EDILIZIA RESIDENZIALE  
**RECUPERO E RIFUNZIONALIZZAZIONE  
EX COMPARTO RURALE DA DESTINARE A  
EDILIZIA RESIDENZIALE SOCIALE E SERVIZI**  
IN LOCALITA' GROMOLA DI CAPACCIO PAESTUM (SA)

## PROGETTO ESECUTIVO

Committente  
Città di Capaccio Paestum  
(Provincia di Salerno)

Sindaco  
Avv. Francesco ALFIERI



Elaborato:

## TAV. N 47

## RELAZIONE GEOLOGICA

Scala:

Data: AGOSTO 2021

I Progettisti

Ing. Giovanni Vito BELLO

Arch. Gerardo DI FILIPPO

II R.U.P.

Ing. Federica Turi

***S.I.G.E.A***

Società di Ingegneria Geologia e Architettura  
Via Firenze 11 – 84075 STIO (SA)

**COMUNE DI CAPACCIO PAESTUM (SA)**

**LAVORI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO  
PER LA RFINFUNZIONALIZZAZIONE DEL COMPLESSO  
IMMOBILIARE DENOMINATO “EX BUFALARA” IN  
LOCALITA’ GROMOLA**

**RELAZIONE GEOLOGICA E DI COMPATIBILITA’ IDROGEOLOGICA**



## PREMESSA

Nella presente relazione vengono riportati i risultati dell'indagine geologica e geotecnica eseguita su incarico dell' Amministrazione Comunale di Capaccio Paestum a corredo del progetto relativo ai lavori di restauro e risanamento conservativo per la rifunionalizzazione del complesso immobiliare denominato " Ex Bufalara" sito in località Gromola del comune di Capaccio Paestum.

Il progetto riguarda l'efficientamento energetico e l'adeguamento e miglioramento sismico degli immobili denominati Fabbricato A B Bufalara e C oltre alla sistemazione esterna e viabilità dell'area.

I fabbricati denominati A e B saranno oggetto di restauro e risanamento conservativo mentre i fabbricati denominati Bufalara e C saranno oggetto di restauro Architettonico.

Peri fabbricati A e B è previsto un consolidamento delle fondazione mediante cordoli in c.a. consolidamento della muratura mediante intonaco armato e rifacimento dei solai in c.a. alleggeriti con file di polistirolo

La struttura è concepita su tre livelli piano interrato destinato a parcheggi piano terra destinato ad attività commerciale e primo piano destinato a residenziale.

L'edificio di progetto sarà realizzati con struttura portante in calcestruzzo armato semplice e precompresso tamponato con pannelli prefabbricati anche essi in calcestruzzo armato.

Lo studio in prima fase, si è articolato principalmente su un accurato rilevamento geologico di dettaglio dell'area in studio, con il quale si sono accertate le

caratteristiche litologiche e giaciture dei terreni affioranti, nonché quelle geomorfologiche ed idrogeologiche principali. Successivamente è stato realizzato un pozzetto ispettivo in fondazione dove si prelevato un campione di terreno in forma semi indisturbata sottoposto ad analisi e prove di laboratorio geotecnico da parte della PLP di Montoro AV. Sono state inoltre realizzate quattro prove penetrometriche dinamiche spinte sino alla profondità in cui si è registrato il rifiuto all'avanzamento della punta conica.

Infine è stata condotta una indagine sismica MASW, e ci si è rifatto alle precedenti esperienze conoscitive personali oltre ad avvalersi dei risultati delle indagini geologiche e geognostiche eseguite precedentemente nella zona.

## **RILEVAMENTO GEOLOGICO**

L'area in studio è sita a Nord ovest dal centro urbano di Gromola e si colloca in Sinistra orografica del Fiume Sele e si colloca su un dosso allungato in direzione nw- se compreso tra la strada provinciale 315 ed un canale di bonifica.

L'area è compresa nel foglio geologico della carta d'Italia 486 Foce del Sele e rientra nell'unità geografica della Piana alluvionale costiera del fiume Sele. Tale piana costituisce un'unità morfotettonica e geostratigrafica che si colloca in una ben definita depressione strutturale quale il graben del Golfo di Salerno.

L'area oggetto di studio si sviluppa esattamente sul paleo cordone costiero tirreniano costituito da sabbie medie e fine giallastre a tratti apparentemente massive e a tratti con laminazioni incrociate a forte angolo.



Morfologicamente l'area si presenta pianeggiante senza alcun segno di fenomeno erosivo in atto e/o allo stato potenziale.

I depositi sabbiosi ghiaiosi marini sono da considerarsi altamente permeabili per porosità primaria e grazie alla particolare morfologia dell'area, le acque meteoriche vengono del tutto assorbite alimentando la sottostante falda presente nella piana costiera.

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 S9 .

L'intera area cilentana come buona parte della costa tirrenica campana, data la sufficiente lontananza dalle strutture sismogenetiche attive dell'appennino campano lucano, sono caratterizzate da un basso grado di sismicità.

Gli ultimi movimenti surrettivi legati ad una tettonica polifasata, che hanno interessate tali zone, sono precedenti all'interglaciale Riss Wurm, quando la massima parte dell'attuale assetto morfostrutturale di tale zona era già acquisito. Infatti le frequenti tracce della linea di riva tirreniana, datata 130.00 anni b.p., che si rinvencono lungo tali tratti di costa, occupano sostanzialmente la stessa posizione altimetrica (intorno ai 8,0 ms.l.m.m.) pur svolgendosi a cavallo di faglie sicuramente attive in precedenza.

## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Le prove penetrometriche dinamiche si sono rese necessarie per determinare la resistenza dei terreni attraversati e quindi il loro stato di addensamento.

A tal fine si è utilizzato un penetrometro dinamico DL030 della SUNDA, semiautomatico avente massa battente di 30 Kg con caduta di 20 cm, punta conica di 10 cmq nonché aste di 2.4 Kg/ml.

Sono state realizzate quattro prove la cui profondità è stata funzione dei litotipi attraversati e si sono arrestate su materiale molto addensato che assorbendo la potenzialità dello strumento non ne ha consentito l'avanzamento della punta.

I risultati ottenuti riportati su diagramma profondità/ N colpi costituiscono gli istogramma di seguito riportati.

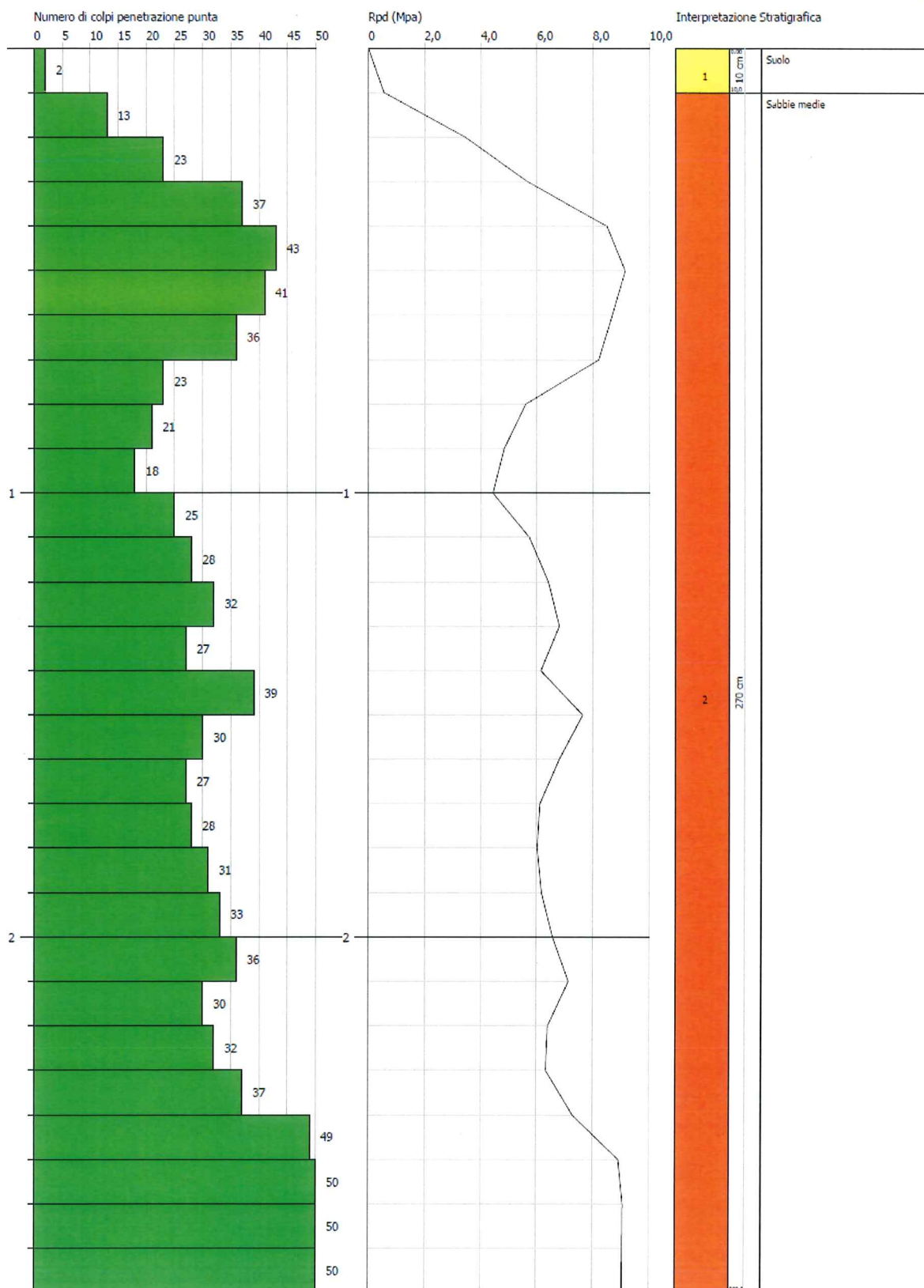
L'ubicazione delle prove sono riportate nella allegata cartografia

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Amministrazione Comunale Capaccio Paestum (SA)  
Cantiere: Restauro e risanamento conservativo complesso immobiliare ex bufalara  
Località: Gromola

Data: 09/09/2021

Scala 1:12

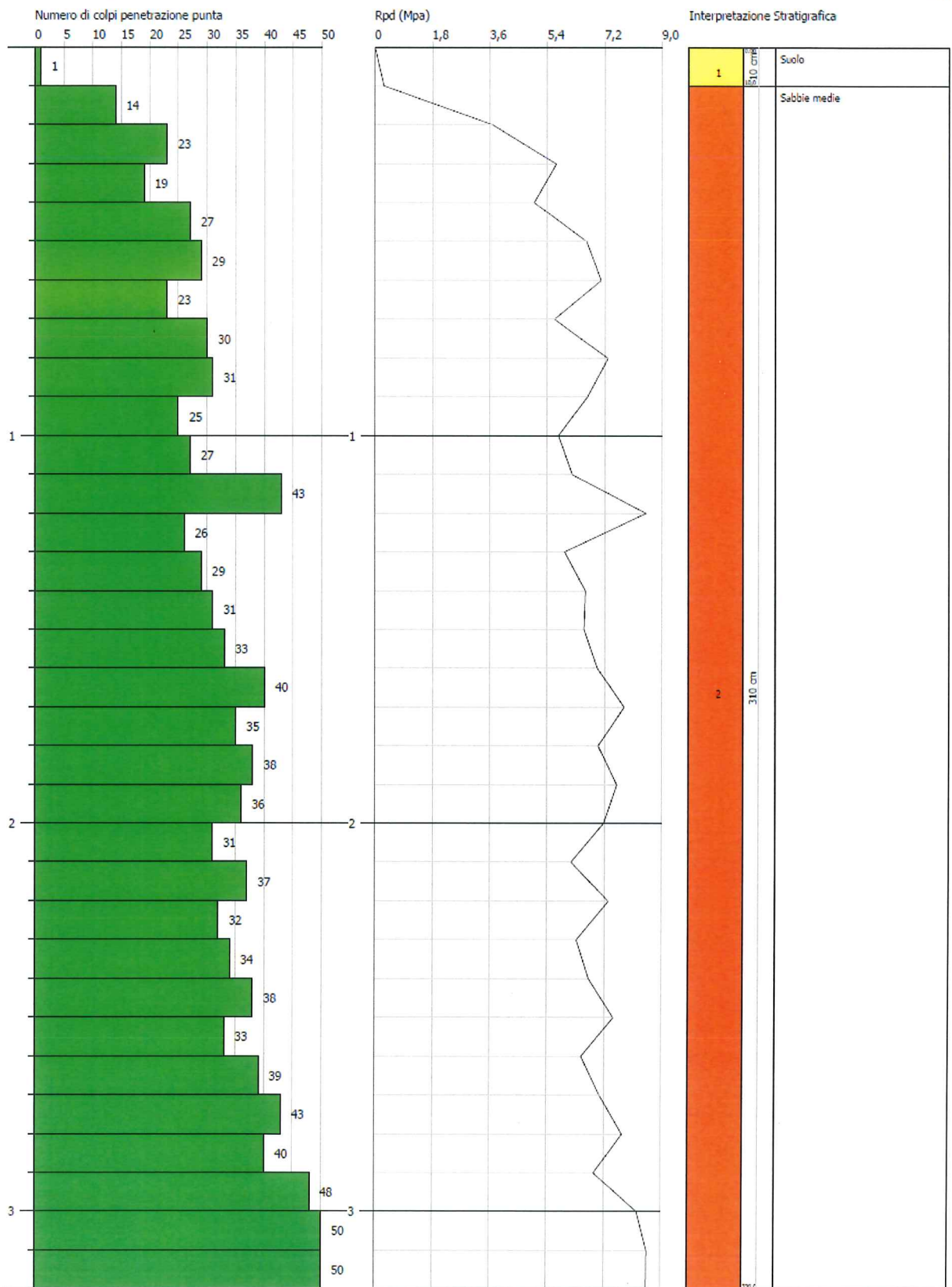


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Amministrazione Comunale Capaccio Paestum (SA)  
Cantiere: Restauro e risanamento conservativo complesso immobiliare ex bufalara  
Località: Gromola

Data: 09/09/2021

Scala 1:14



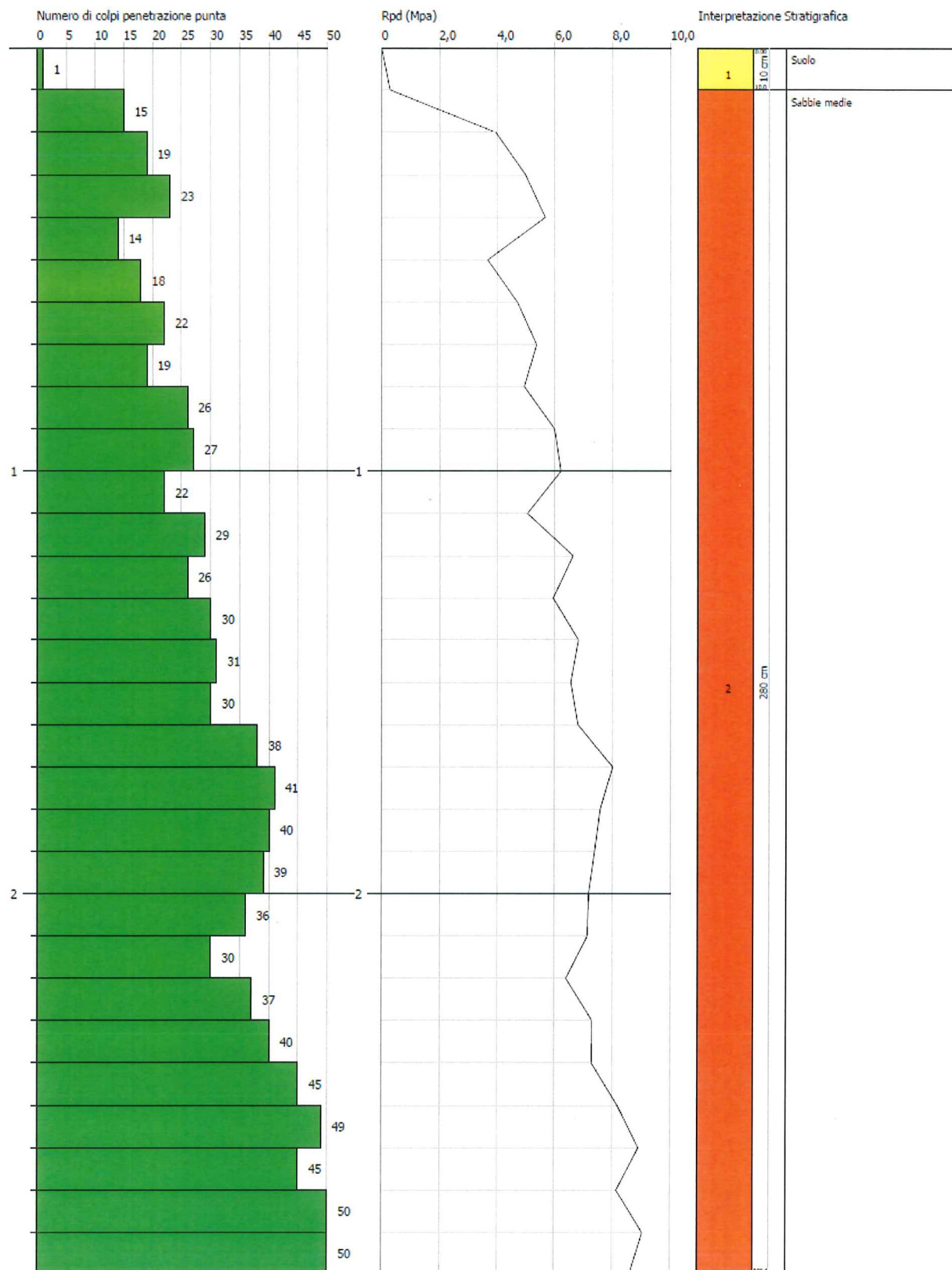


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Amministrazione Comunale Capaccio Paestum (SA)  
Cantier: Restauro e risanamento conservativo complesso immobiliare ex bufalara  
Località: Gromola

Data: 09/09/2021

Scala 1:13

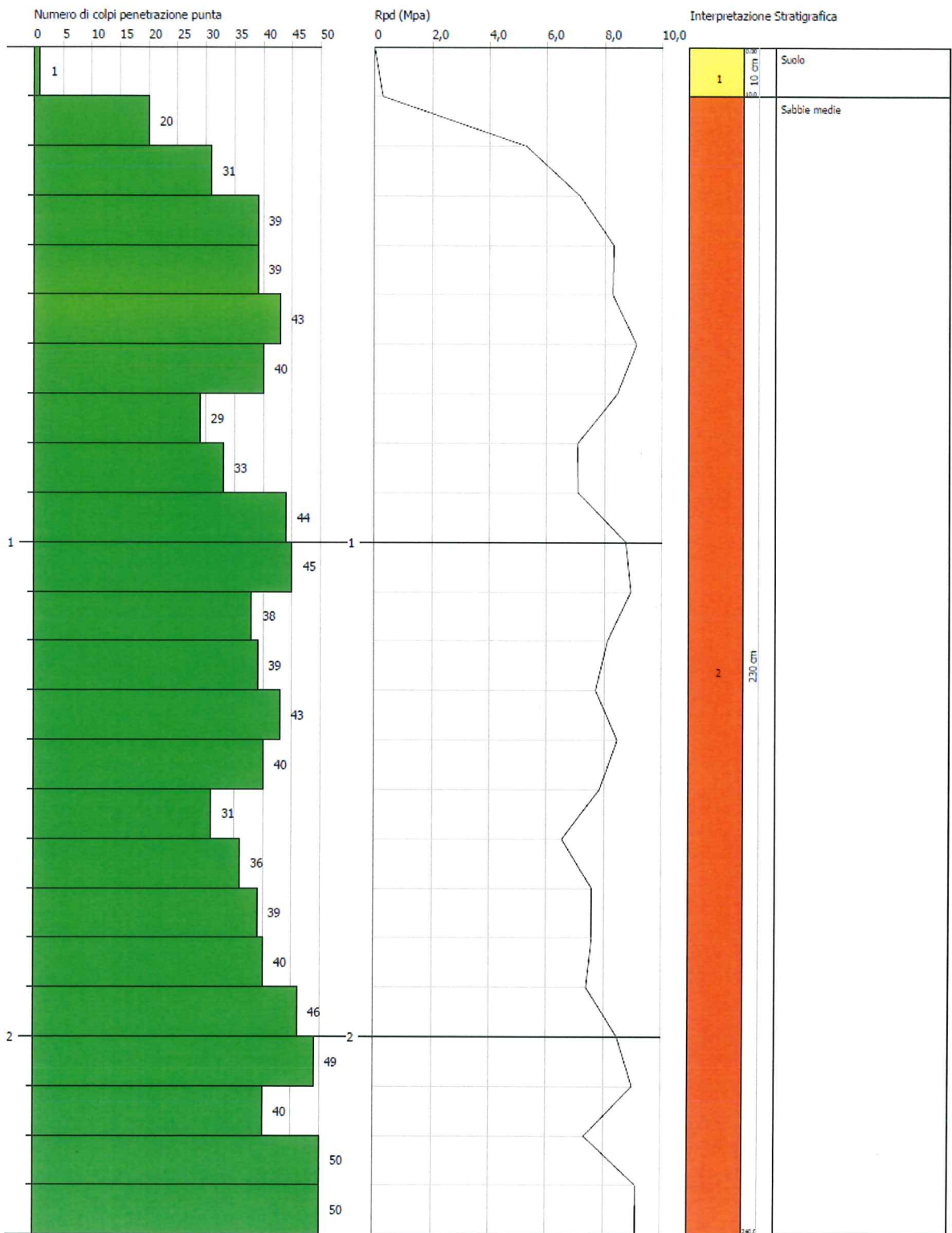


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P4  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Amministrazione Comunale Capaccio Paestum (SA)  
Cantiere: Restauro e risanamento conservativo complesso immobiliare ex bufalara  
Località: Gromola

Data: 09/09/2021

Scala 1:11



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P1

### TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Skempton 1986	10,95
Strato (2) Sabbie medie	25,34	0,10-2,80	25,34	Skempton 1986	58,37

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Japanese National Railway	27,46
Strato (2) Sabbie medie	25,34	0,10-2,80	25,34	Japanese National Railway	34,6

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Schmertmann (1978) (Sabbie)	1,19
Strato (2) Sabbie medie	25,34	0,10-2,80	25,34	Schmertmann (1978) (Sabbie)	19,88

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Begemann 1974 (	3,00
Strato (2) Sabbie medie	25,34	0,10-2,80	25,34	Begemann 1974	7,80

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Sabbie medie	25,34	0,10-2,80	25,34	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Meyerhof ed altri	13,53
Strato (2) Sabbie medie	25,34	0,10-2,80	25,34	Meyerhof ed altri	20,40

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
-------------	------	------------------	----------------------------------	--------------	----------------------------------

Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato (2) Sabbie medie	25,34	0,10-2,80	25,34	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,71

#### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) Sabbie medie	25,34	0,10-2,80	25,34	(A.G.I.)	0,3

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Ohsaki	9,45
Strato (2) Sabbie medie	25,34	0,10-2,80	25,34	Ohsaki	133,05

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Navfac 1971-1982	0,15
Strato (2) Sabbie medie	25,34	0,10-2,80	25,34	Navfac 1971-1982	4,93

#### $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Robertson 1983	0,30
Strato (2) Sabbie medie	25,34	0,10-2,80	25,34	Robertson 1983	4,97



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P2

### TERRENI INCOERENT I

#### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Skempton 1986	10,95
Strato (2) Sabbie medie	25,38	0,10-3,20	25,38	Skempton 1986	58,42

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Japanese National Railway	27,46
Strato (2) Sabbie medie	25,38	0,10-3,20	25,38	Japanese National Railway	34,61

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Schmertmann (1978) (Sabbie)	1,19
Strato (2) Sabbie medie	25,38	0,10-3,20	25,38	Schmertmann (1978) (Sabbie)	19,91

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Begemann 1974	3,00
Strato (2) Sabbie medie	25,38	0,10-3,20	25,38	Begemann 1974	7,81

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Sabbie medie	25,38	0,10-3,20	25,38	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Meyerhof ed altri	13,53
Strato (2) Sabbie medie	25,38	0,10-3,20	25,38	Meyerhof ed altri	20,40

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
-------------	------	------------------	----------------------------------	--------------	----------------------------------

Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato (2) Sabbie medie	25,38	0,10-3,20	25,38	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,71

#### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) Sabbie medie	25,38	0,10-3,20	25,38	(A.G.I.)	0,3

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Ohsaki	9,45
Strato (2) Sabbie medie	25,38	0,10-3,20	25,38	Ohsaki	133,25

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Navfac 1971-1982	0,15
Strato (2) Sabbie medie	25,38	0,10-3,20	25,38	Navfac 1971-1982	4,93

#### $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Robertson 1983	0,30
Strato (2) Sabbie medie	25,38	0,10-3,20	25,38	Robertson 1983	4,98

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P3

### TERRENI INCOERENT I

#### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Skempton 1986	10,95
Strato (2) Sabbie medie	24,22	0,10-2,90	24,22	Skempton 1986	56,99

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Japanese National Railway	27,46
Strato (2) Sabbie medie	24,22	0,10-2,90	24,22	Japanese National Railway	34,27

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Schmertmann (1978) (Sabbie)	1,19
Strato (2) Sabbie medie	24,22	0,10-2,90	24,22	Schmertmann (1978) (Sabbie)	19,00

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Begemann 1974	3,00
Strato (2) Sabbie medie	24,22	0,10-2,90	24,22	Begemann 1974	7,57

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Sabbie medie	24,22	0,10-2,90	24,22	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Meyerhof ed altri	13,53
Strato (2) Sabbie medie	24,22	0,10-2,90	24,22	Meyerhof ed altri	20,30

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato (2) Sabbie medie	24,22	0,10-2,90	24,22	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,71

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) Sabbie medie	24,22	0,10-2,90	24,22	(A.G.I.)	0,31

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Ohsaki	9,45
Strato (2) Sabbie medie	24,22	0,10-2,90	24,22	Ohsaki	127,51

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Navfac 1971-1982	0,15
Strato (2) Sabbie medie	24,22	0,10-2,90	24,22	Navfac 1971-1982	4,75

$Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (1) Suolo	1,52	0.00-0,10	1,52	Robertson 1983	0,30
Strato (2) Sabbie medie	24,22	0,10-2,90	24,22	Robertson 1983	4,75



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P4

### TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Suolo	0,76	0.00-0,10	0,76	Skempton 1986	8,62
Strato (2) Sabbie medie	29,91	0,10-2,40	29,91	Skempton 1986	63,42

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Suolo	0,76	0.00-0,10	0,76	Japanese National Railway	27,23
Strato (2) Sabbie medie	29,91	0,10-2,40	29,91	Japanese National Railway	35,97

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Suolo	0,76	0.00-0,10	0,76	Schmertmann (1978) (Sabbie)	0,60
Strato (2) Sabbie medie	29,91	0,10-2,40	29,91	Schmertmann (1978) (Sabbie)	23,47

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Suolo	0,76	0.00-0,10	0,76	Begemann 1974	2,85
Strato (2) Sabbie medie	29,91	0,10-2,40	29,91	Begemann 1974	8,72

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Suolo	0,76	0.00-0,10	0,76	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Sabbie medie	29,91	0,10-2,40	29,91	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Suolo	0,76	0.00-0,10	0,76	Meyerhof ed altri	13,14
Strato (2) Sabbie medie	29,91	0,10-2,40	29,91	Meyerhof ed altri	20,89

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
-------------	------	------------------	----------------------------------	--------------	----------------------------------

Strato (1) Suolo	0,76	0.00-0,10	0,76	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,24
Strato (2) Sabbie medie	29,91	0,10-2,40	29,91	Terzaghi-Peck 1948-1967	20,01

#### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Suolo	0,76	0.00-0,10	0,76	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) Sabbie medie	29,91	0,10-2,40	29,91	(A.G.I.)	0,3

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Suolo	0,76	0.00-0,10	0,76	Ohsaki	4,92
Strato (2) Sabbie medie	29,91	0,10-2,40	29,91	Ohsaki	155,49

#### Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
Strato (1) Suolo	0,76	0.00-0,10	0,76	Navfac 1971-1982	-0,04
Strato (2) Sabbie medie	29,91	0,10-2,40	29,91	Navfac 1971-1982	5,60

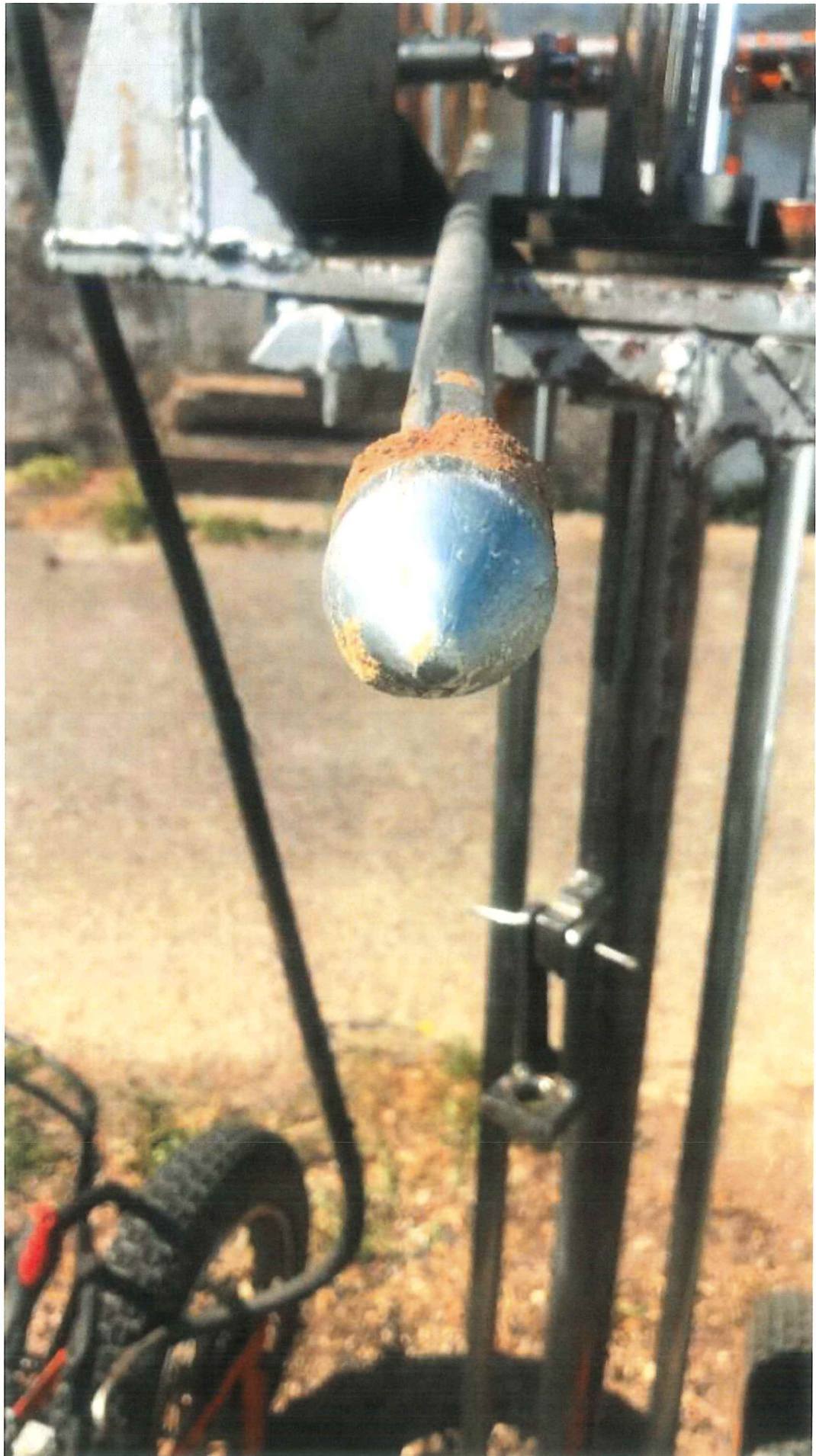
#### $Q_c$ ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (1) Suolo	0,76	0.00-0,10	0,76	Robertson 1983	0,15
Strato (2) Sabbie medie	29,91	0,10-2,40	29,91	Robertson 1983	5,87

















## **PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO**

Il campione prelevato in forma semi indisturbata con apposito campionatore metallico e sigillato con paraffina è stato sottoposto ad analisi e prove di laboratorio geotecnico da parte del Laboratorio PLP di Montoro (AV) su cui sono stati determinati:

- 1 - le caratteristiche fisiche generale quali: peso dell'unità di volume ( $\gamma$ )
- 2 – le caratteristiche meccaniche quali: angolo di attrito interno ( $\varphi$ ) coesione C.

Per l'esecuzione delle prove si sono utilizzati l'apparecchio per il taglio diretto con scatola di Casagrande .

Sia per le prove eseguite con tali apparecchiature sia per quelle inerenti 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)

**Impresa:** S.I.GE.A. Soc. Cooperativa


**Accettazione:** SETTORE "A" 0637-2021  
**Data** 07-09-2021

**Oggetto:** Prove di laboratorio


**Cantiere:** Restauro e risanamento conservativo Complesso  
immobiliare Ex Bufalara  
Loc Gromola - CAPACCIO PAESTUM (SA)



Supplementatore  
Geom. Giovanni CHIAVIELLO



Direttore Laboratorio  
Enrico 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](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)

**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. 0637-2021  
del 07-09-2021

Richiedente: Dr. Geol. Luigi LILLO  
Impresa: S.I.G.E.A. Soc. Cooperativa  
Proprietario: Amministrazione Comunale di CAPACCIO PAESTUM (SA)  
Cantiere: Restauro e risanamento conservativo Complesso  
Immobiliare Ex Bufalara  
Loc Gromola - CAPACCIO PAESTUM (SA)

Prof.Terre: 0881-2021  
Data: 14-09-2021  
Pagina: 1

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	TIPO CAMPIONE	CLASSE QUALITA'
***	C1	1,00-1,50	Indisturbato	Q5
Data Prelievo:	23-06-2021	Data Prova:	24-06-2021	

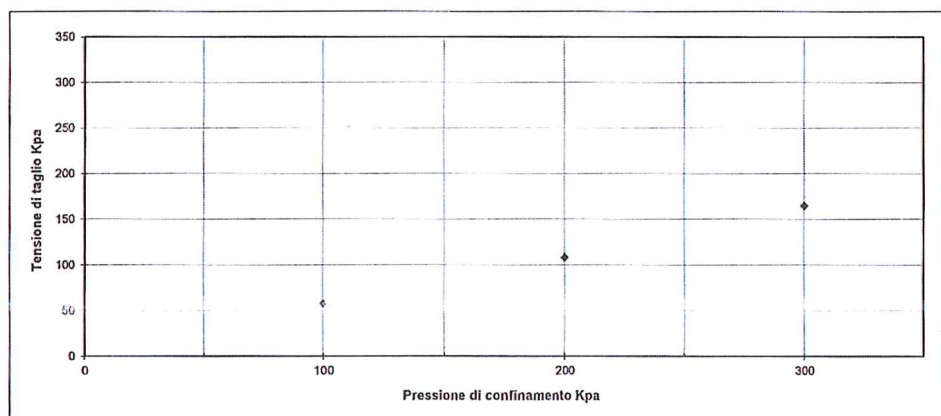
N° MACCHINE DI TAGLIO
3 4 5

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	57,3	kPa
Provino 2	200	kPa	24	107,9	kPa
Provino 3	300	kPa	24	164,6	kPa

	Peso volume naturale		Unità di misura	Contenuto d'acqua naturale			Unità di misura	Altezza provino		Unità di misura
	Iniziale	Finale		Iniziale	Finale	Unità di misura		Iniziale	Finale	
Provino 1	1,63	1,67	g/cm³	24,37	21,89	%		20,00	19,18	mm
Provino 2	1,64	1,71	g/cm³	24,88	21,07	%		20,00	18,59	mm
Provino 3	1,63	1,76	g/cm³	24,15	19,10	%		20,00	17,74	mm



Spett.le  
Geom. Giovanni CHIAVIELLO

Prospezioni Laboratorio Prove  
PLP S.r.l.  
Direttore Laboratorio  
Dr. Ing. Tullio PANICO

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

Sede Legale:  
Via Culinelli, 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



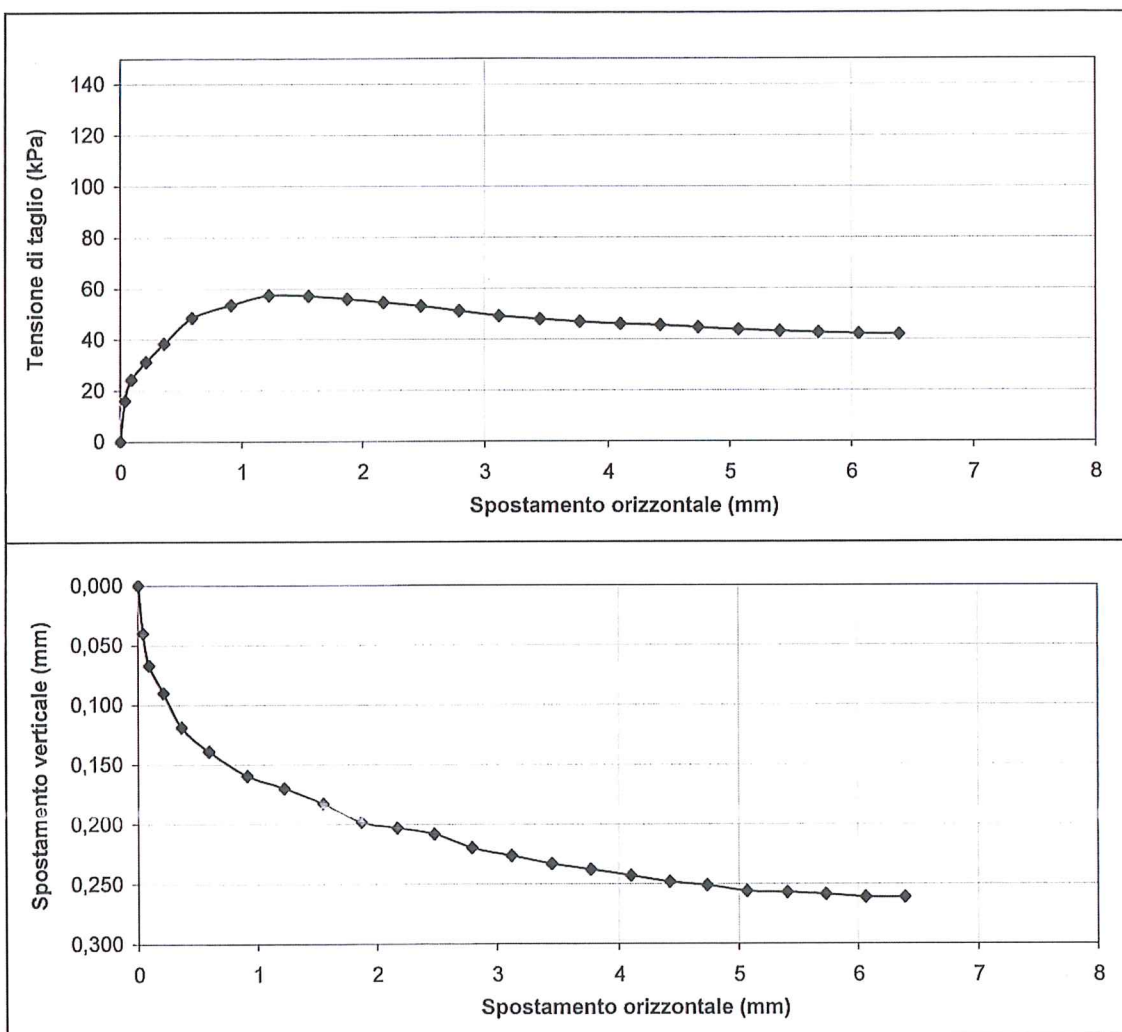
MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO

Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	Loc. Gromola - CAPACCIO PAESTUM (SA)		
Progetto	Restauro e risanamento	Profondità di prelievo	1,00-1,50
Numero Sondaggio	***	Tipo di campione	***
Numero Campione	C1	Orientazione provino	Verticale

PROVINO 1	Pressione verticale (kPa)	100
-----------	---------------------------	-----



Sperimentatore  
Geom. Giovanni CHIAVIELLO



Ministero delle Infrastrutture – Concessione Settore A e B

Decreto n° 5895 del 18/06/2018

Circolare Ministeriale n° 7618/STC del 08/09/2010



Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

### DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	Loc. Gromola - CAPACCIO PAESTUM (SA)		
Progetto	Restauro e risanamento	Profondità di prelievo	1,00-1,50
Numero Sondaggio	***	Tipo di campione	***
Numero Campione	C1	Orientazione provino	Verticale

PROVINO 2	Pressione verticale (kPa)	200
-----------	---------------------------	-----

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo trascorso (mins)	Spostament o verticale (mm)	Spostament o orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Spostamento verticale (mm)	Spostament o orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Tensione di taglio (kPa)
16,00	0,007	0,05	27,4	0,007	0,05	27,4	7,6
32,00	0,030	0,09	131,4	0,030	0,09	131,4	36,5
48,00	0,045	0,16	224,0	0,045	0,16	224,0	62,2
64,00	0,058	0,20	256,3	0,058	0,20	256,3	71,2
80,00	0,075	0,33	302,3	0,075	0,33	302,3	84,0
96,00	0,090	0,51	329,5	0,090	0,51	329,5	91,5
112,00	0,108	0,83	381,6	0,108	0,83	381,6	106,0
128,00	0,124	1,15	404,2	0,124	1,15	404,2	112,3
144,00	0,137	1,46	401,7	0,137	1,46	401,7	111,6
160,00	0,154	1,79	388,6	0,154	1,79	388,6	107,9
176,00	0,161	2,11	374,6	0,161	2,11	374,6	104,1
192,00	0,172	2,42	366,1	0,172	2,42	366,1	101,7
208,00	0,180	2,76	358,7	0,180	2,76	358,7	99,6
224,00	0,188	3,07	348,3	0,188	3,07	348,3	96,8
240,00	0,194	3,39	339,7	0,194	3,39	339,7	94,4
256,00	0,199	3,73	335,6	0,199	3,73	335,6	93,2
272,00	0,203	4,05	331,4	0,203	4,05	331,4	92,1
288,00	0,208	4,39	329,5	0,208	4,39	329,5	91,5
304,00	0,211	4,71	327,4	0,211	4,71	327,4	90,9
320,00	0,213	5,04	326,9	0,213	5,04	326,9	90,8
336,00	0,215	5,36	325,1	0,215	5,36	325,1	90,3
352,00	0,219	5,69	324,3	0,219	5,69	324,3	90,1
368,00	0,224	6,02	322,8	0,224	6,02	322,8	89,7

Sperimentatore  
Geom. Giovanni CHIAVIELLO

**Direttore Laboratorio**  
Dr. Ing. Tullio PANICO



**MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO**

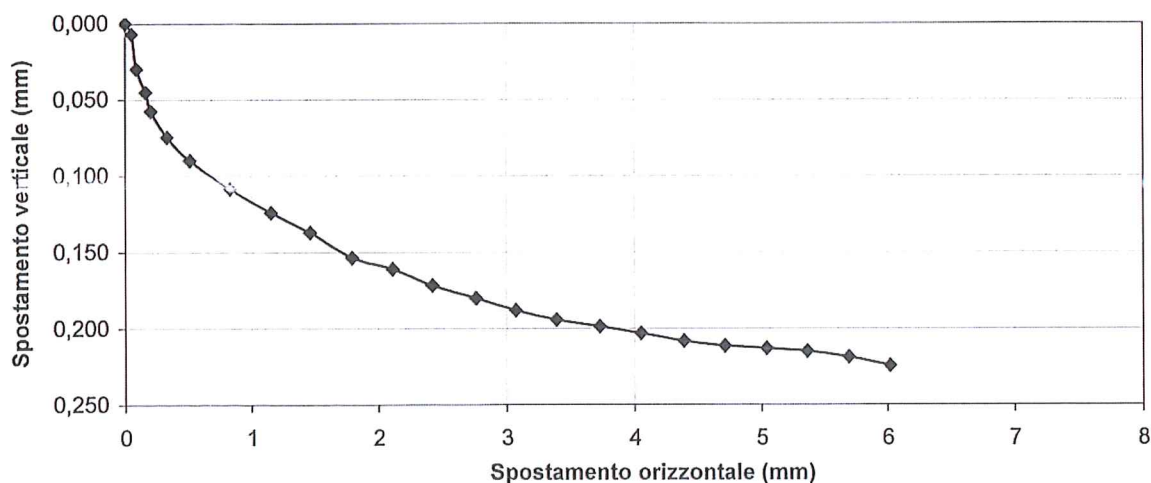
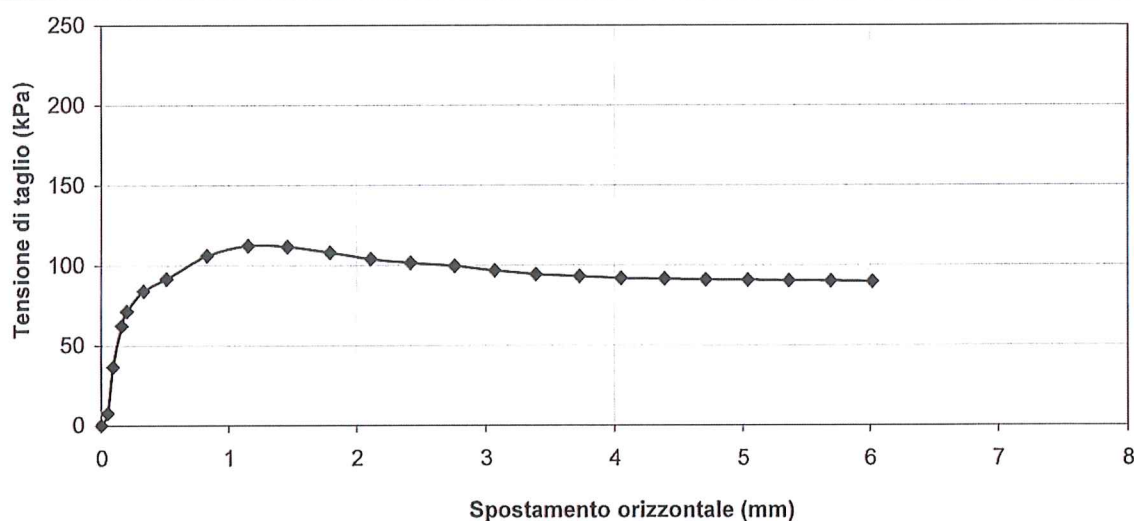
Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

**DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO**

Cantiere	Loc. Gromola - CAPACCIO PAESTUM (SA)		
Progetto	Restauro e risanamento	Profondità di prelievo	1,00-1,50
Numero Sondaggio	***	Tipo di campione	***
Numero Campione	C1	Orientazione provino	Verticale

**PROVINO 2**

**Pressione verticale (kPa) 200**



Spesimontatore  
Geom. Giovanni CHIAVIELLO



Direttore Laboratorio  
Dr. Ing. Tullio PANICO

Ministero delle Infrastrutture – Concessione Settore A e B

Decreto n° 5895 del 18/06/2018

Circolare Ministeriale n° 7618/STC del 08/09/2010

Specimen 2

C1

MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO  
Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)  
DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	Loc. Gromola - CAPACCIO PAESTUM (SA)		
Progetto	Restauro e risanament	Profondità di prelievo	1,00-1,50
Numero Sondaggio	***	Tipo di campione	***
Numero Campione	C1	Orientazione provino	Verticale

PROVINO 3	Pressione verticale (kPa)	300
-----------	---------------------------	-----

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo trascorso (mins)	Spostament o verticale (mm)	Spostament o orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Spostamento verticale (mm)	Spostament o orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Tensione di taglio (kPa)
16,00	0,029	0,05	91,2	0,029	0,05	91,2	25,3
32,00	0,057	0,19	202,4	0,057	0,19	202,4	56,2
48,00	0,089	0,56	298,3	0,089	0,56	298,3	82,9
64,00	0,126	0,85	386,3	0,126	0,85	386,3	107,3
80,00	0,152	1,32	493,4	0,152	1,32	493,4	137,1
96,00	0,168	1,60	559,4	0,168	1,60	559,4	155,4
112,00	0,195	1,94	588,6	0,195	1,94	588,6	163,5
128,00	0,212	2,23	592,4	0,212	2,23	592,4	164,6
144,00	0,222	2,55	591,2	0,222	2,55	591,2	164,2
160,00	0,238	2,86	578,3	0,238	2,86	578,3	160,6
176,00	0,253	3,21	566,2	0,253	3,21	566,2	157,3
192,00	0,269	3,50	561,9	0,269	3,50	561,9	156,1
208,00	0,275	3,85	557,4	0,275	3,85	557,4	154,8
224,00	0,282	4,14	552,3	0,282	4,14	552,3	153,4
240,00	0,289	4,47	544,8	0,289	4,47	544,8	151,3
256,00	0,297	4,82	541,2	0,297	4,82	541,2	150,3
272,00	0,306	5,13	537,6	0,306	5,13	537,6	149,3
288,00	0,311	5,43	533,3	0,311	5,43	533,3	148,1
304,00	0,320	5,80	529,7	0,320	5,80	529,7	147,1
320,00	0,322	6,12	527,1	0,322	6,12	527,1	146,4
336,00	0,326	6,45	526,2	0,326	6,45	526,2	146,2
352,00	0,329	6,77	525,4	0,329	6,77	525,4	145,9
368,00	0,334	7,11	524,6	0,334	7,11	524,6	145,7

Sperimentatore  
Geom. Giovanni CHIAVIELLO

Direttore Laboratorio  
Dr. Ing. Tullio PANICO

Ministero delle Infrastrutture – Concessione Settore A e B

Decreto n° 5895 del 18/06/2018

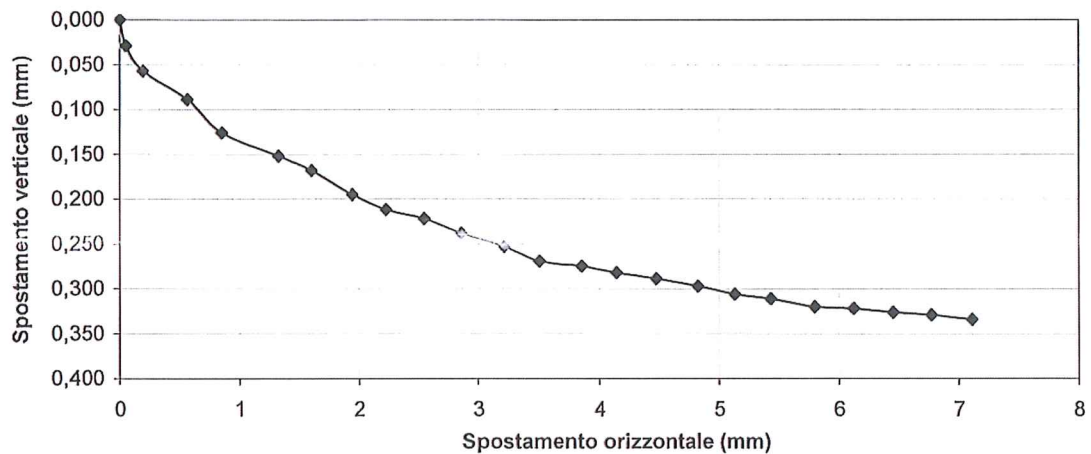
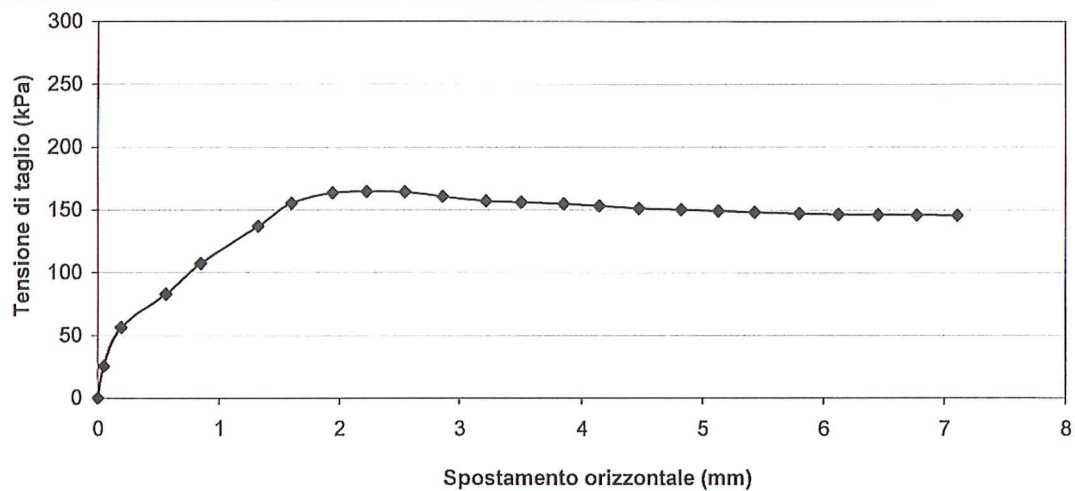
Circolare Ministeriale n° 7618/STC del 08/09/2010

MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO  
Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)  
DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	Loc. Gromola - CAPACCIO PAESTUM (SA)		
Progetto	Restauro e risanamento	Profondità di prelievo	1,00-1,50
Numero Sondaggio	***	Tipo di campione	***
Numero Campione	C1	Orientazione provino	Verticale

PROVINO 3

Pressione verticale (kPa) 300



Spesimentatore  
Geom. Giovanni CHIAVIELLO

Direttore Laboratorio  
Dr. Ing. Tullio PANICO

Ministero delle Infrastrutture – Concessione Settore A e B

Decreto n° 5895 del 18/06/2018

Circolare Ministeriale n° 7618/STC del 08/09/2010

Specimen 3

C1

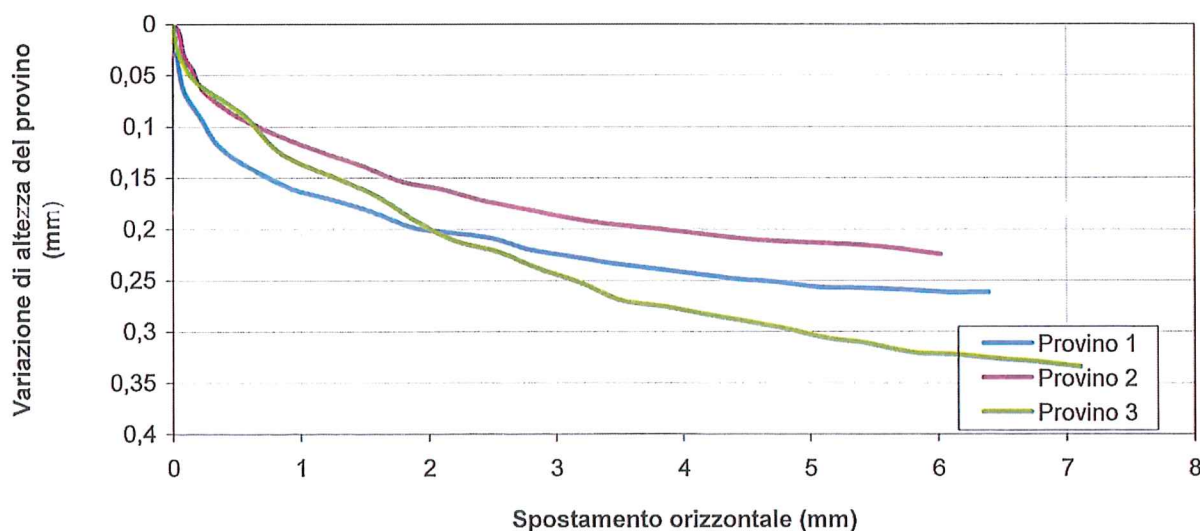
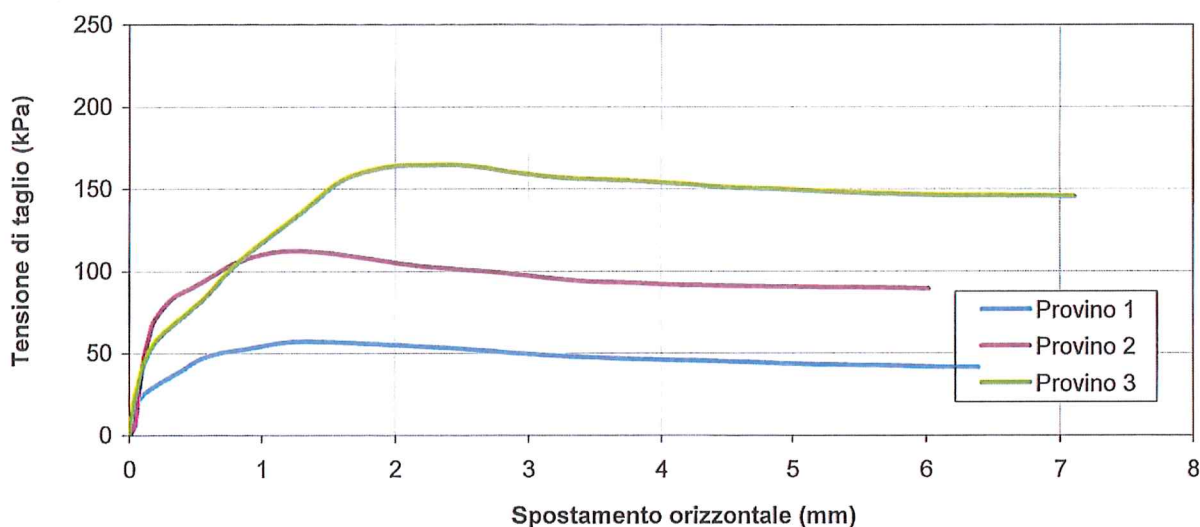


MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO

Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

RAPPORTO DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	Loc. Gromola - CAPACCIO PAESTUM (SA)		
Progetto	Restauro e risanamento	Profondità di prelievo	1,00-1,50
Numero Sondaggio	***	Tipo di campione	***
Numero Campione	C1	Orientazione provino	Verticale

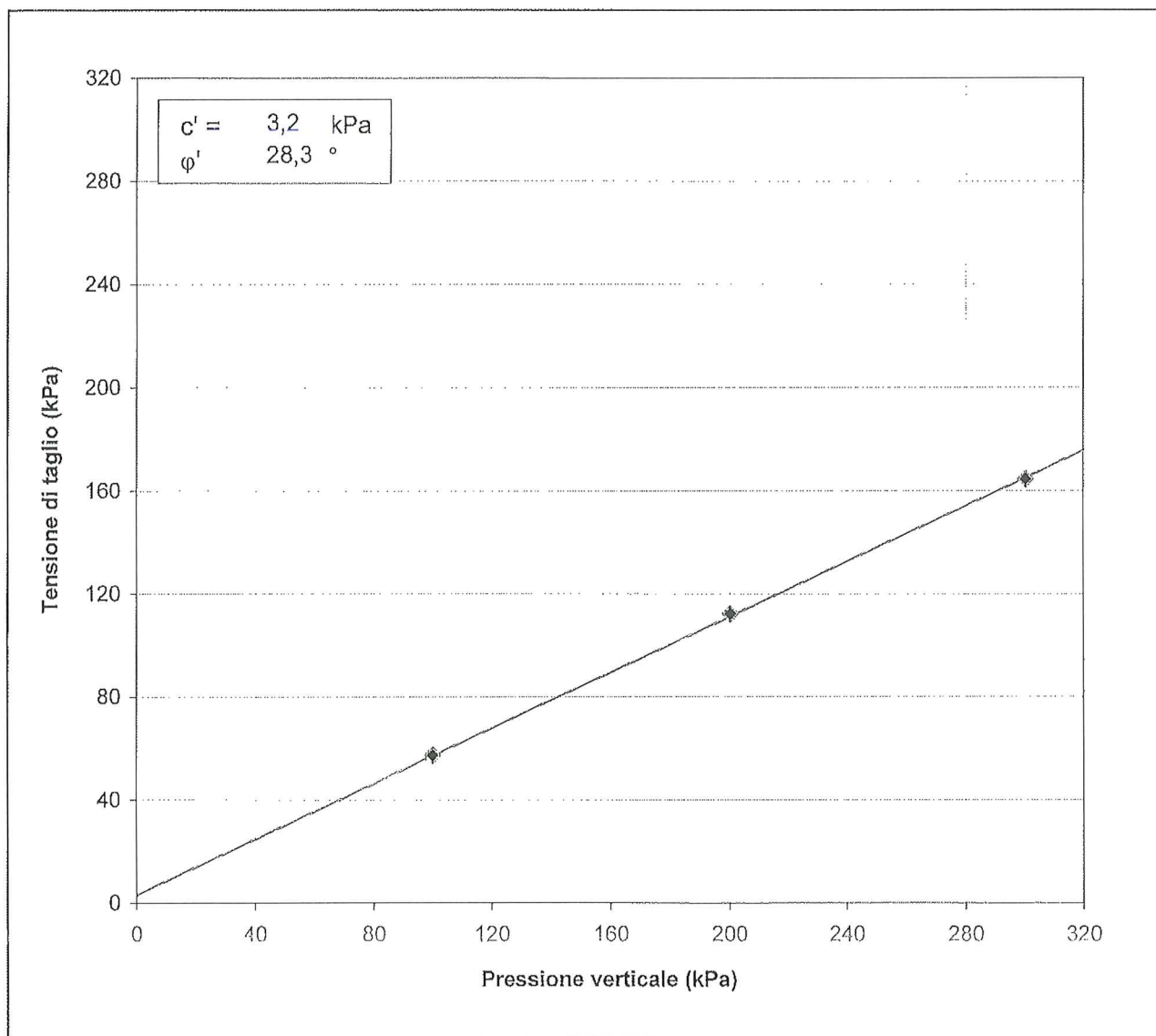


Sperimentatore  
Geom. Giovanni CHIAVIELLO

Direttore Laboratorio  
Dr. Ing. Tullio PANICO



MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO



Oggetto **POSTA CERTIFICATA: Trasmissione certificato -  
Complesso immobiliare Ex Bufalara Loc. Gromola  
- CAPACCIO Paestum**

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

Destinatario lilloluigi <lilloluigi@lamiaptec.it>

Rispondi a GRUPPOPLP <gruppopl@legalmail.it>

Data 2021-09-14 10:55



- 637-2021 A LILLO Luigi.pdf (~3,0 MB)
- postacert.eml (~4,0 MB)
- daticert.xml (~933 B)
- Firma digitale (~7 KB)

## Messaggio di posta certificata

Il giorno 14/09/2021 alle ore 10:55:52 (+0200) il messaggio "Trasmissione certificato - Complesso immobiliare Ex Bufalara Loc. Gromola - CAPACCIO Paestum" è stato inviato da "gruppopl@legalmail.it" indirizzato a:

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

Il messaggio originale è incluso in allegato.

**Identificativo messaggio:** 3DD63728.014B2345.E3850A63.1CE0A809.posta-certificata@legalmail.it

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

## Certified email message

On 14/09/2021 at 10:55:52 (+0200) the message "Trasmissione certificato - Complesso immobiliare Ex Bufalara Loc. Gromola - CAPACCIO Paestum" was sent by "gruppopl@legalmail.it" and addressed to:

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

The original message is attached.

**Message ID:** 3DD63728.014B2345.E3850A63.1CE0A809.posta-certificata@legalmail.it

The daticert.xml attachment contains service information on the transmission

Oggetto **Trasmissione certificato - Complesso immobiliare Ex Bufalara Loc. Gromola - CAPACCIO Paestum**

Mittente GRUPPOPLP <gruppopl@legalmail.it>

Destinatario lilloluigi <lilloluigi@lamiaptec.it>

Data 2021-09-14 10:55

Salve,  
in allegato i certificati relativi alle prove eseguite nel cantiere in oggetto.  
Cordiali saluti.

P.L.P. Srl

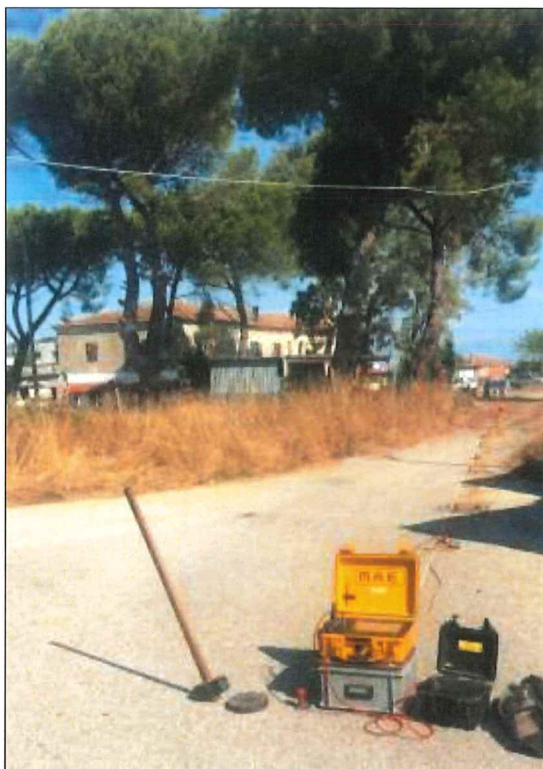
--  
-----

# COMUNE DI CAPACCIO PAESTUM (PROVINCIA DI SALERNO)

## RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE

### SISMICA DI SITO

REASTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO  
COMPLESSO IMMOBILIARE EX BUFALARA



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

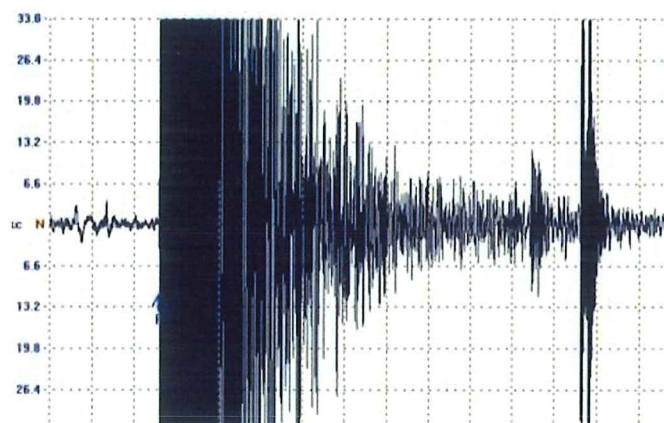
### **COMMITTENTE:**

AMMINISTRAZIONE COMUNALE  
CAACCIO PAESTUM (SA)



## 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 al restauro ed al risanamento conservativo del complesso immobiliare ex bufalara ubicato in Località Gromola.

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 sismostratigrafia 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:

$$V_R = 0.9V_s,$$

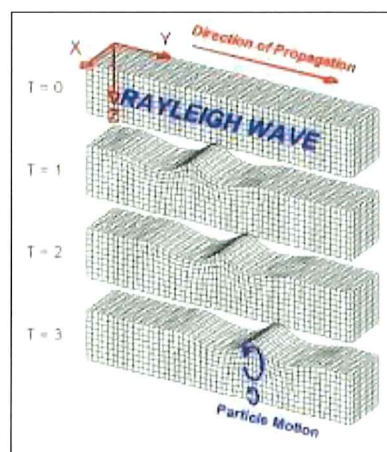
e la loro propagazione dipende da esse.

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.

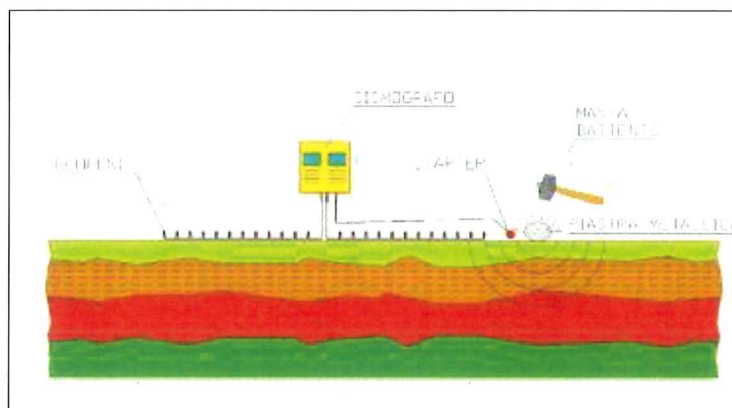


**Figura 1:** rappresentazione grafica della propagazione delle onde di Rayleigh.

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:

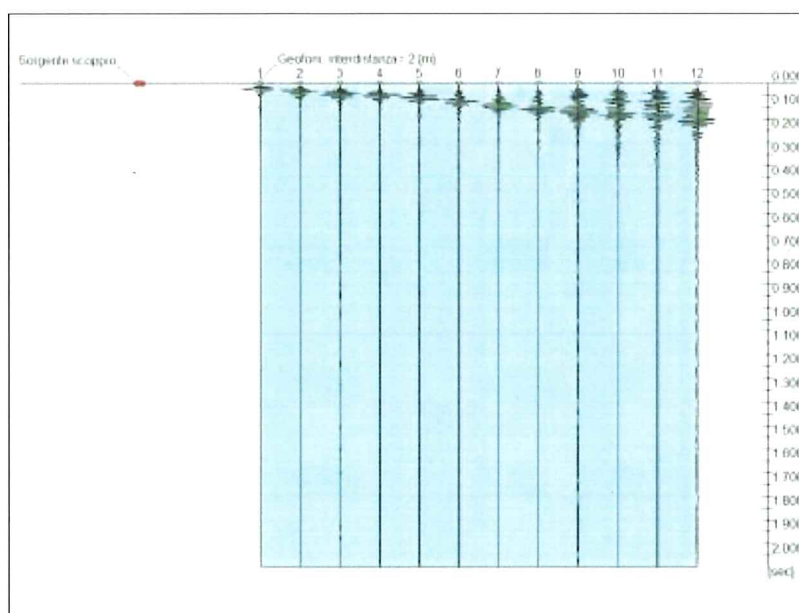
- l'energizzazione è stata indotta da una battitura, con un maglio da 8 kg, su di una piastra di alluminio, con diametro di 20 cm, ed è stato utilizzato come starter un geofono verticale geospace a 14Hz.
- Lo stendimento geofonico è stato realizzato con 12 geofoni verticali da 4,5 Hz.
- L'offset usato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

In particolare :



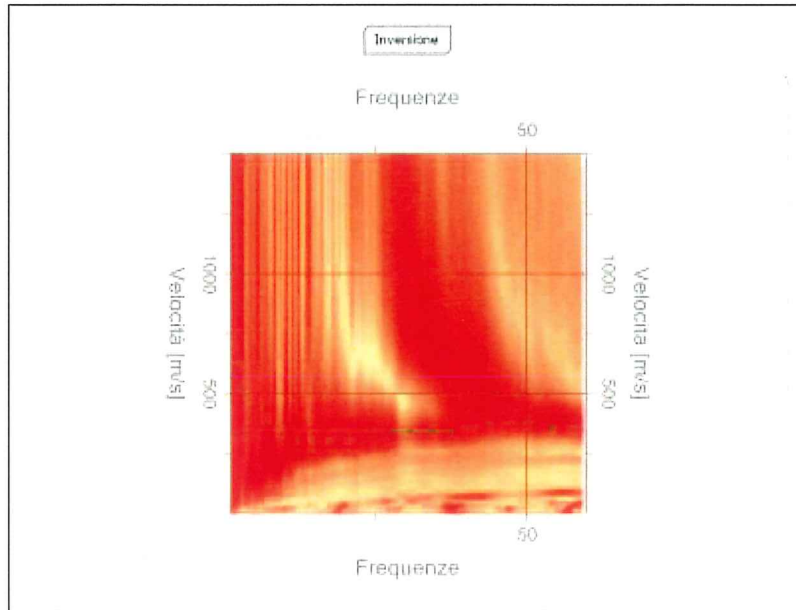
- la valutazione dello spettro di velocità, la determinazione della curva di dispersione e l'inversione della stessa curva per ottenere l'andamento della velocità delle onde di taglio nel terreno sono state effettuate con una serie di programmi di elaborazione numerica.
- Ciascuna analisi eseguita è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

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



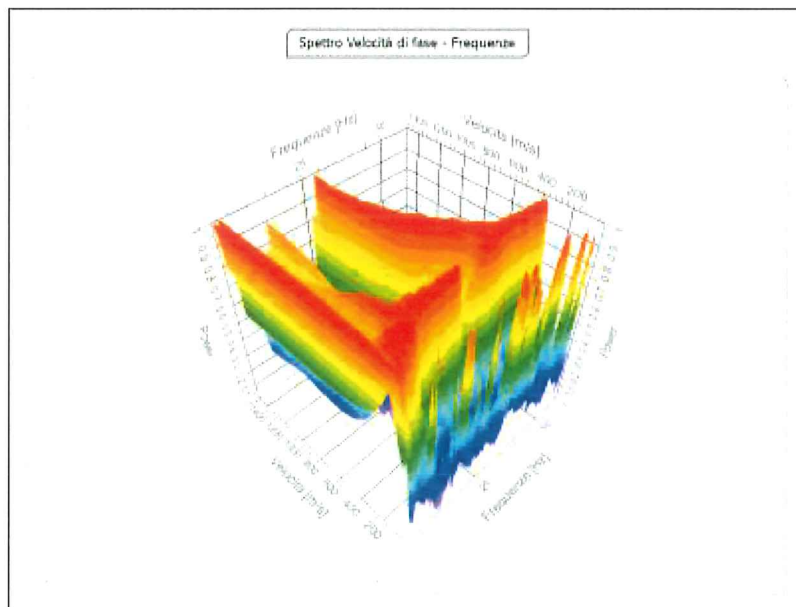
**Figura 3:** sismogramma della prospezione sismica M.A.S.W.

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.



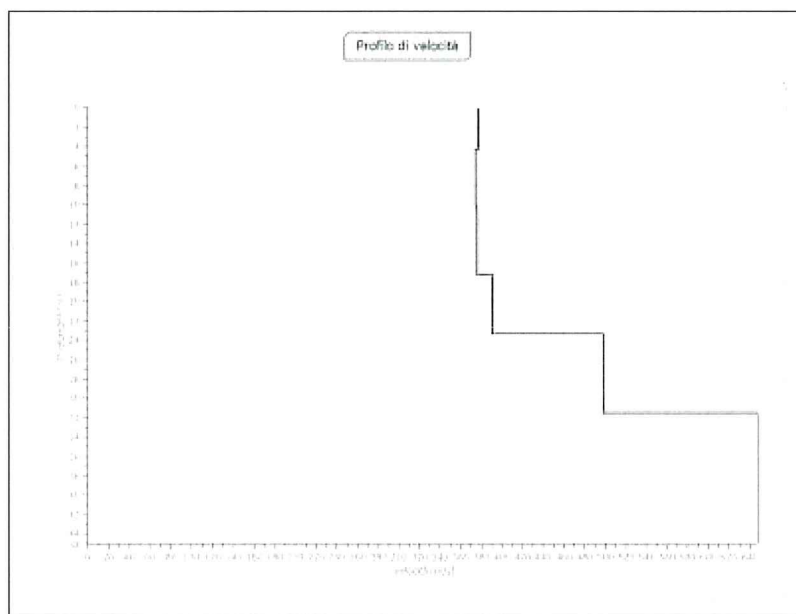
**Figura 4:** spettro di frequenza complessivo dell'analisi effettuata e, in verde, andamento teorico della frequenza fondamentale.

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.

In figura 6 si riporta il grafico dell'andamento delle velocità con la profondità.



**Figura 6:** andamento delle velocità con la profondità.

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)
157,33	4,31	353,45	5,99	403,04	6,95
Vel. onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel. onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel. onde P (m/s)	Profondità (m)
598,62	4,31	865,41	10,30	981,95	17,25
Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)	Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)	Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)
570,04	126,89	1094,39	657,29	1439,09	874,68
Poisson	Bulk (Kg/cm²)	Poisson	Bulk (Kg/cm²)	Poisson	Bulk (Kg/cm²)
0,463	43,37	0,400	234,76	0,399	312,68
Coeff. Lamé $\lambda$ (Kg/m s²)	Coeff. Lamé $\mu$ (Kg/m s²)	Coeff. Lamé $\lambda$ (Kg/m s²)	Coeff. Lamé $\mu$ (Kg/m s²)	Coeff. Lamé $\lambda$ (Kg/m s²)	Coeff. Lamé $\mu$ (Kg/m s²)
530,842	42,55	920,059	230,30	1207,258	306,74
Densità strato 1 (kg/m³)	Tempi (sec)	Densità strato 2 (kg/m³)	Tempi (sec)	Densità strato 3 (kg/m³)	Tempi (sec)
1718,81	0,0274	1843,50	0,0169	1888,28	0,0172
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)
490,77	6,12	545,69	5,11	640,18	1,52
Vel. onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel. onde P (m/s)	Profondità (m)	Vel. onde P (m/s)	Profondità (m)
1136,94	23,37	1211,73	28,48	1407,57	30,00
Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)	Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)	Taglio (Kg/cm²)	Young (Kg/cm²)
1922,77	1320,94	2146,05	1637,86	2957,40	2313,87
Poisson	Bulk (Kg/cm²)	Poisson	Bulk (Kg/cm²)	Poisson	Bulk (Kg/cm²)
0,386	476,70	0,373	596,54	0,370	844,72
Coeff. Lamé $\lambda$ (Kg/m s²)	Coeff. Lamé $\mu$ (Kg/m s²)	Coeff. Lamé $\lambda$ (Kg/m s²)	Coeff. Lamé $\mu$ (Kg/m s²)	Coeff. Lamé $\lambda$ (Kg/m s²)	Coeff. Lamé $\mu$ (Kg/m s²)
1574,47	467,64	1715,13	585,21	2348,76	828,67
Densità strato 4 (kg/m³)	Tempi (sec)	Densità strato 5 (kg/m³)	Tempi (sec)	Densità strato 6 (kg/m³)	Tempi (sec)
1941,60	0,0125	1965,25	0,0094	2021,99	0,0024

**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 "C" dal momento che le  $V_{S30}$  sono pari a **349,67 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 al restauro ed al risanamento conservativo del complesso immobiliare ex bufalara ubicato in Località Gromola.

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): 349,67 \text{ m/s}</math></b>	
	<b>Tipo terreno      <u>Tipo C</u></b>

**Tabella 3:** sintesi dei risultati.



## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E SISMICHE DEL SITO

Dalle risultanze delle indagini eseguite nell'ambito del lotto in esame, e tenuto conto delle indagini geognostiche eseguite, si è accertato, che il sottosuolo al disotto delle strutture fondali interessati dalle sollecitazioni dei carichi, risulta costituito da un banco sabbioso dello spessore di ca 10 m poggiante su depositi travertinosi.

Trattasi di litotipi sabbiosi a granulometria variabile dal fine al grossolano, il cui stato di addensamento aumenta con la profondità ed è variabile nell'ambito dello strato stesso.

Trattasi di terreni incoerenti mediamente addensati, con valori dell'angolo di attrito variabile fra i 30 ed i 35.

La definizione delle condizioni di compressibilità dei litotipi sabbiosi, è stata ottenuta per via indiretta in base alla quale si può affermare che si è in presenza di litotipi a bassa compressibilità con valori del Modulo Edometrico variabile da 8 – 9 Mpa

I dati acquisiti con il profilo MASW ed elaborati come riportato nel paragrafo precedente, hanno consentito di investigare fino ad una profondità di circa 35 m dal piano campagna e di risalire ad un modello di sottosuolo costituito da 65 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 e DM 17/01/2018, in relazione al punto 3.2.2 del D.M. del 14/01/08 – 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:

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

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 il sito è la categoria C della Tab. 3.2.II, atteso che per esso è stata determinata una  $V_{Seq} = 349,67$  m/s.

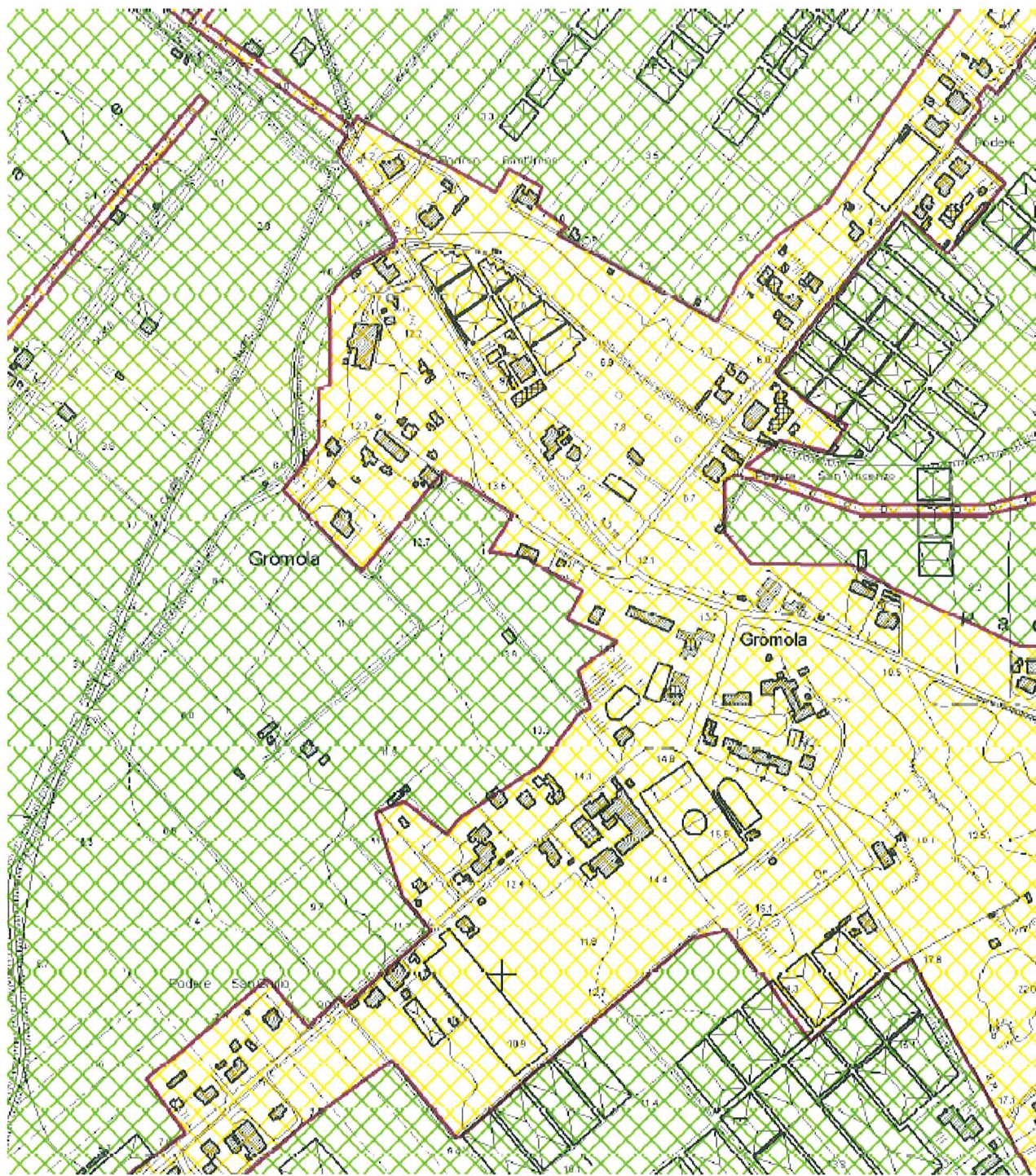
## **COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA**

Nell'ambito del Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Sele gli immobili ricadono in area a rischio Potenziale Rutr2 e pericolosità potenziale moderata Putr1. Dallo studio geologico di dettaglio eseguito a corredo del progetto in studio, comunque, si è accertato che il lotto in esame non è interessato da fenomeni erosionali in atto né allo stato potenziale. Gli interventi previsti 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, risultano di basso impatto ambientale e sono

tali da favorire la ricostruzione dei processi e degli equilibri naturali, 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 quanto del tutto compatibili con i vari vincoli esistenti sul territorio, perché sono volti al miglioramento della situazione idrogeologica dell'area interessata dall' intervento in studio.

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







## Rischio reale



Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf1, con esposizione a un danno moderato o medio



Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf2a, con esposizione a un danno moderato o medio, per aree soggette a deformazioni lente e diffuse



Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf2, con esposizione a un danno moderato o medio, nonché su aree a pericolosità reale da frana Pf1, con esposizione a un danno elevato o altissimo



Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf2a, con esposizione a un danno elevato o altissimo per aree soggette a deformazioni lente e diffuse



Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf3, con esposizione a un danno moderato o medio, nonché su aree a pericolosità reale da frana Pf2, con esposizione a un danno elevato o altissimo



Rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf3, con esposizione a un danno elevato o altissimo

## Rischio potenziale



Rischio potenziale gravante su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr\_2, con esposizione a un danno moderato, nonché su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr\_1, con esposizione a un danno moderato o medio



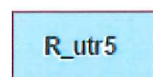
Rischio potenziale gravante su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr\_4, con esposizione a un danno moderato, su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr\_3, con esposizione a un danno moderato o medio, su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr\_2, con esposizione a un danno medio o elevato ed infine su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr\_1, con esposizione a un danno elevato o altissimo



Rischio potenziale gravante su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr\_4, con esposizione a un danno medio, su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr\_3, con esposizione a un danno elevato, infine su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr\_2, con esposizione a un danno altissimo



Rischio potenziale gravante su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr\_4, con esposizione a un danno elevato o altissimo, nonché su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr\_3, con esposizione a un danno altissimo



Rischio potenziale gravante sulle Unità Territoriali di Riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr\_5, da approfondire attraverso uno studio geologico di dettaglio



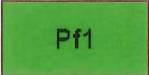

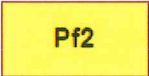

AREA DI CAVA - Aree nelle quali il rischio da frana è legato alle attività di scavo in corso o pregresse













## Pericolosità reale

 Pf1	Suscettibilità moderata, per frane da bassa a media intensità e stato compreso tra attivo e inattivo
 Pf2a	Suscettibilità media, per aree soggette a deformazioni lente e diffuse e stato attivo
 Pf2	Suscettibilità media, per frane da media ad alta intensità e stato compreso tra attivo e inattivo
 Pf3	Suscettibilità elevata, per frane di alta intensità e stato compreso tra attivo e quiescente

## Pericolosità potenziale

 P_utr1	Moderata propensione all'innescò-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento
 P_utr2	Media propensione all'innescò-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento
 P_utr3	Elevata propensione all'innescò-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento
 P_utr4	Molto elevata propensione all'innescò-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento
 P_utr5	Propensione all'innescò-transito-invasione per frane da approfondire attraverso uno studio geologico di dettaglio
 Cava	AREA DI CAVA – Aree nelle quali la pericolosità da frana è legata alle attività di scavo in corso o pregresse

---

## CONCLUSIONI

Dalle risultanze dell'indagine eseguita nell'area in studio, si rileva che essa ricade in una zona intensamente antropizzata e pertanto risulta sottratta alla morfodinamica attuale. Essa infatti non risulta interessata da alcun fenomeno erosionale in atto e/o allo stato potenziale o comunque tale da compromettere la sua stabilità.

Nell'ambito del Piano Straordinario per l'assetto Idrogeologico redatto dall'autorità di bacino Interregionale del Fiume Sele competente per territorio oggi Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, rientra nelle aree a basso Rischio da frana così come per la pericolosità. L'intervento previsto, comunque, non peggiora le condizioni di sicurezza dell'area ne costituisce un fattore di aumento del rischio da dissesti di versante essi.

Infine gli interventi non apportano alcuna variazione dello stato dei luoghi ne modificano attuale regime delle acque superficiali e pertanto non viene variato l'attuale stabilità in cui versano il sito interessato dai lavori.

Le indagini condotte hanno accertato che il sottosuolo dell'area è costituito essenzialmente da banchi di sabbie poggianti su depositi travertinosi. Lo spessore dei litotipi granulari è potente ed in ogni caso

è superiore allo spessore di sottosuolo interessato dalle tensioni indotte dal manufatto (“volume significativo”).

Trattasi di terreni con discrete caratteristiche litotecniche e pertanto da ritenere sufficientemente portanti e praticamente incompressibili, o meglio, trattandosi di materiali prevalentemente granulari il cedimento eventuale avverrà in modo immediato.

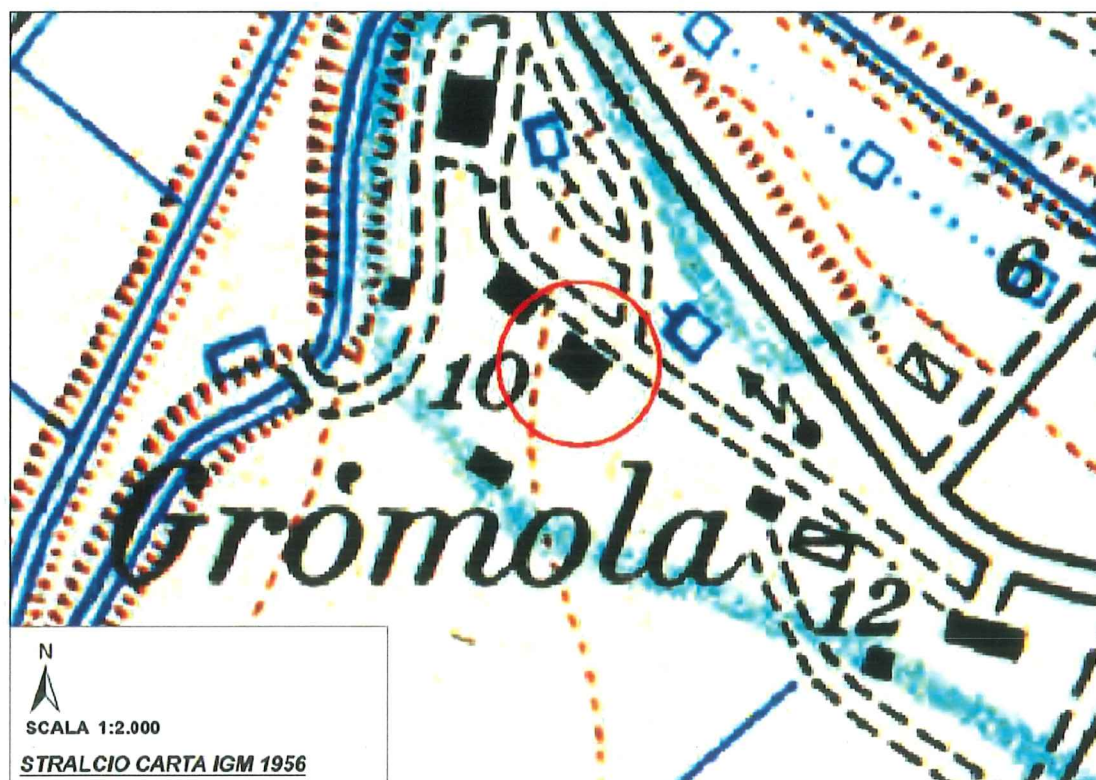
Per quanto attiene al punto 3.2.2 del D. M 14/1/2008 e DM 17/01/2018, l'indagine MASW condotta ha lasciato determinare per il sito una  $V_{seq} = 349,67$  m/s., da cui ne deriva che esso è caratterizzato da un sottosuolo di categoria **C** della Tab. 3.2.II del citato Decreto.

Del che è relazione.

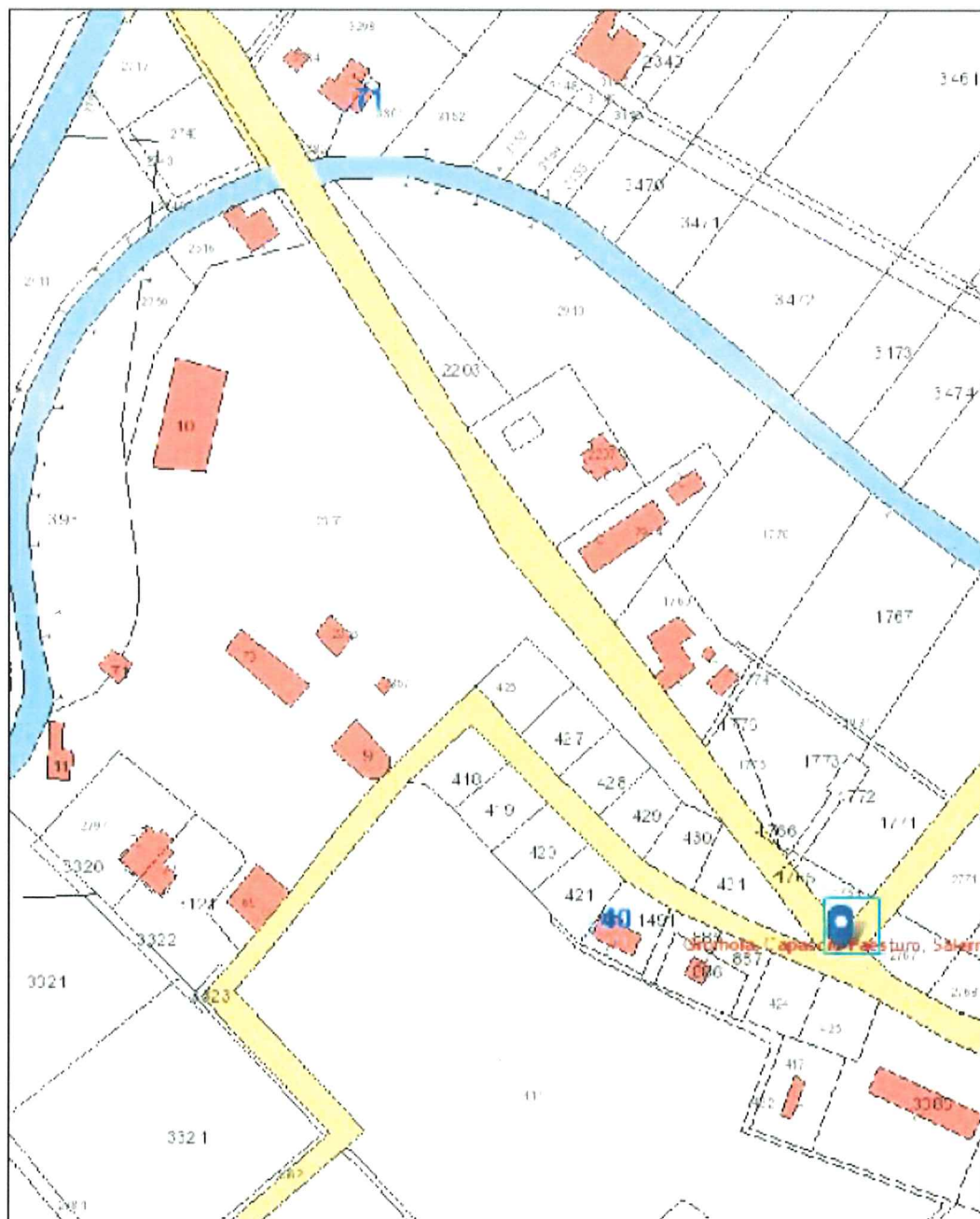
Dr. **Luigi Lillo**  
geologo  
Lillo  
albo N° 444  
ORDINE DEI GEOL. DELLA REGIONE CAMPANIA







# Catasto



Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

Province di Salerno

Scale 1:2,000  
0 25 50 75 100 125  
m



Data: 16/07/2021







FABBRICATO A



FABBRICATO B



FABBRICATO C



## 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. LLLLGU57H12I9600

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	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 13.09.21 da COMUNE STIO

(firma)

