

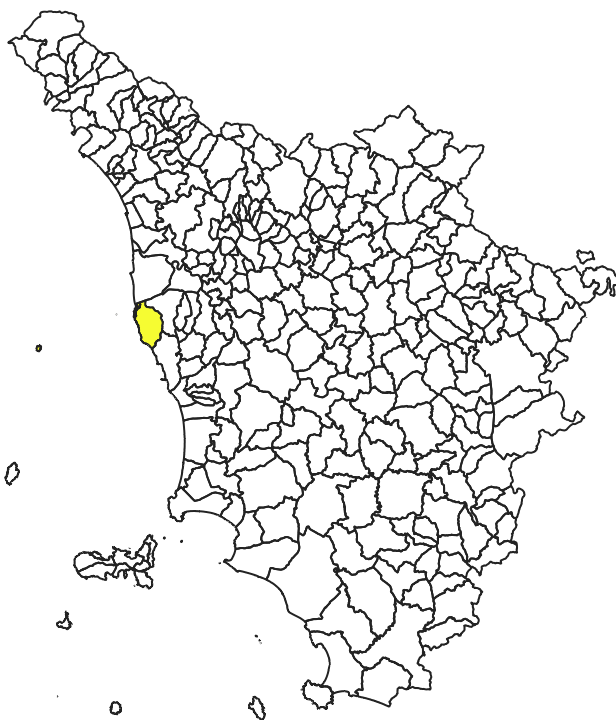
Attuazione dell' articolo 11 dalla legge 24 giugno 2009, n. 77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Relazione illustrativa

### Regione Toscana

#### Comune di Livorno



Regione Toscana

Soggetto realizzatore  
Geologica Toscana



Collaboratore:  
Dott. Geol. Aurora Martini

Data

15.12.2022

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA .....</b>	<b>22</b>
<b>4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI .....</b>	<b>25</b>
<b>5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO .....</b>	<b>28</b>
5.1 PIANA DI LIVORNO.....	29
5.2 QUERCIANELLA .....	31
5.3 ISOLA DI GORGONA .....	31
<b>6. ELABORATI CARTOGRAFICI .....</b>	<b>32</b>
6.1 CARTA DELLE INDAGINI .....	32
6.2 CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DEI DEPOSITI .....	33
6.3 CARTA GEOLOGICO-TECNICA.....	35
6.4 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) .....	39
6.5 VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELLA CARTOGRAFIA .....	60
6.6 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA .....	63
<b>7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI.....</b>	<b>65</b>
7.1 MODELLAZIONE NUMERICA DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL) .....	65
7.2 CALCOLO DELL'INDICE DI POTENZIALE LIQUEFAZIONE .....	78
<b>8. RISULTATI E CONCLUSIONI.....</b>	<b>80</b>
<b>9. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>83</b>
<b>ALLEGATO 1 .....</b>	<b>85</b>
<b>ALLEGATO 2 .....</b>	<b>86</b>
<b>ALLEGATO 3 .....</b>	<b>87</b>

## 1. Introduzione

Con il termine Microzonazione Sismica si intende l'attività di valutazione su un territorio, a scala comunale, delle modificazioni apportate allo scuotimento del suolo dalle condizioni geologico-tecniche e dalle condizioni topografiche locali.

In particolare lo Studio di Microzonazione Sismica di terzo livello ha come fine la realizzazione di una carta di microzonazione con approfondimenti su particolari tematiche afferenti il territorio.

**Il presente studio di Microzonazione Sismica di terzo livello, è stato realizzato in una porzione del territorio comunale di Livorno ricompresa nella porzione pianeggiante afferente all'abitato del Capoluogo, tale approfondimento è finalizzato all'analisi del rischio della liquefazione tramite studi di tipo quantitativo e alla caratterizzazione degli effetti di amplificazione attesi ottenuti sulla base di specifici calcoli di RSL monodimensionali.**



*Area del Comune di Livorno sottoposta allo Studio di Microzonazione di terzo livello*

Le frazioni di Antignano, Montenero, Quercianella e Valle Benedetta e l'isola di Gorgona sono state microzonate con il secondo livello di approfondimento e aggiornate ai nuovi standard di archiviazione e rappresentazione cartografica.

Il territorio comunale di Livorno era già stato investigato dal punto di vista sismico in diverse fasi precedenti a quella che poi ha generato il presente studio e tali indagini costituiscono parte integrante per lo studio di Microzonazione nel suo complesso.

In occasione del terzo livello sono aggiunte nuove indagini sismiche e geognostiche effettuate dalla Geologica Toscana S.n.c. (sismica attiva, passiva e prove penetrometriche CPTu) a completamento delle aree rimaste scoperte durante le investigazioni precedenti e dove erano state rilevate problematiche di liquefazione.

La base topografica utilizzata per la redazione degli elaborati cartografici, è la CTR in scala 1:10.000 in accordo con il Servizio Sismico della Regione Toscana.

Il lavoro è stato articolato nelle seguenti fasi:

- Raccolta delle indagini pregresse;
- Esecuzione delle nuove indagini;
- Implementazione del Database contenente tutte le indagini a disposizione;
- Realizzazione della Cartografia (Carta delle indagini, Carta delle frequenze naturali dei depositi, Carta geologico-tecnica, Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica, Carta di Microzonazione Sismica e Carta degli spettri).

Il presente studio di Microzonazione è stato effettuato in ottemperanza:

- Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica, Gruppo di lavoro MS;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3907 del 13 novembre 2010 – Attuazione dell'articolo 11 del decreto legge 28 aprile 2009 n° 39, convertito con modificazioni dalla legge 24 giugno 2009 n°77.
- Allegato A delle specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di Microzonazione Sismica;
- Istruzioni tecniche per le indagini geologico-tecniche, geofisiche e geotecniche, statiche e dinamiche, finalizzate alla valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana – Programma VEL Toscana – Del. GRT n. 1343 del 18 dicembre 2000 e s.m.e.i.;
- Standard di rappresentazione e archiviazione informatica – versione 4.2;
- "Microzonazione sismica. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC). Versione 1.0",

- “Microzonazione sismica. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR). Versione 1.0”,
- “Microzonazione sismica. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ). Versione 1.0”.

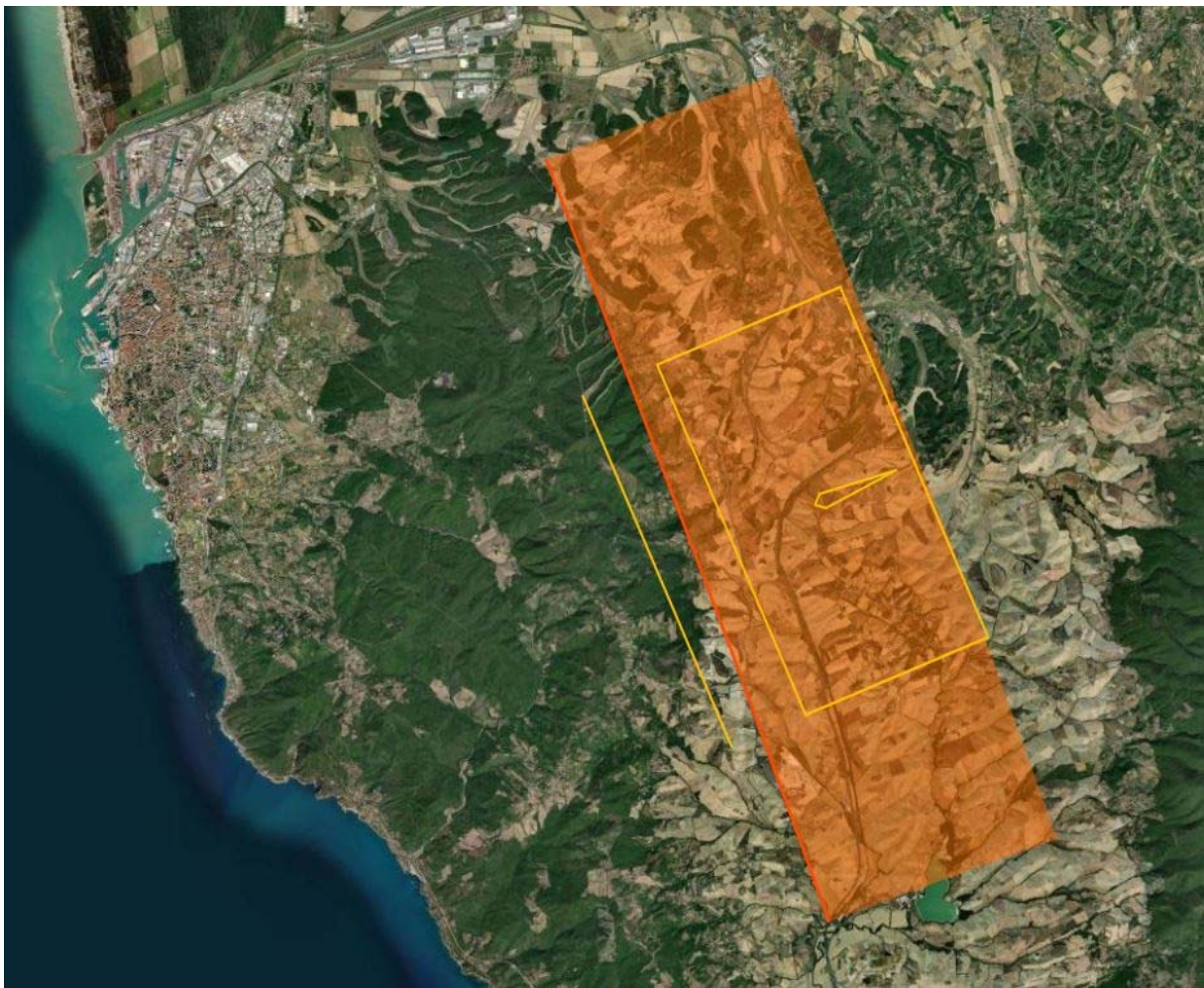
## **2. Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento**

Ai sensi della Classificazione Sismica del Territorio Regionale Toscano – Ord. PCM 3.519 – Delib. G.R. n° 431 del 19/06/2006 – e successive modificazioni e integrazioni, il Comune di Livorno è censito tra le aree a sismicità 3 ( $0,100 < A_g/g < 0,150$ ).

L’accelerazione, considerata al suolo su bedrock rigido categoria di sottosuolo “A”, si intende quella con la probabilità di superamento del 10% in 50 anni, pari a tempi di ritorno di 475 anni.

In linea con i meccanismi sismogenetici dell’appennino settentrionale tale accelerazione assume, sul territorio del Comune di Livorno, valori via via crescenti spostandosi in direzione Est e Nord-Est, avvicinandosi quindi alle sorgenti principali dei terremoti.

Dal progetto DISS\_3.3.0 dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia si nota ancor meglio come le faglie attive e capaci e in particolare le sorgenti sismogenetiche siano disposte ad Est del territorio comunale.



In particolare sono da mettere in luce due importanti sistemi fessurativi *“Individual Seismogenic Sources”* e *“Composite Seismogenic Sources”*, che prendono il nome di *ITIS066: Orciano Pisano* e *ITCS088: Livorno Hills*.

**INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES**



Information

Commentary

Pictures

References

**GENERAL INFORMATION**

<b>DISS-ID</b>	ITIS066
<b>Name</b>	Orciano Pisano
<b>Compiler(s)</b>	Vannoli P.(1)
<b>Contributor(s)</b>	Vannoli P.(1)
<b>Affiliation(s)</b>	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
<b>Created</b>	08/11/2005
<b>Updated</b>	08/11/2005
<b>Display map</b>	
<b>Related sources</b>	<a href="#">ITCS088</a>

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Quality	Evidence	
<b>Location [Lat/Lon]</b>	43.52 / 10.49	OD	Based on macroseismic and geological data.
<b>Length [km]</b>	7.9	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
<b>Width [km]</b>	6.4	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
<b>Min depth [km]</b>	2.0	EJ	Inferred from geological observations.
<b>Max depth [km]</b>	6.9	EJ	Inferred from geological observations.
<b>Strike [deg]</b>	337	EJ	Inferred from geological data.
<b>Dip [deg]</b>	50	EJ	Inferred from geological data.
<b>Rake [deg]</b>	270	EJ	Inferred from geological data.

<b>Slip Per Event [m]</b>	0.30	ER	Calculated from $M_0$ using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
<b>Slip rate [mm/y] min...max</b>	0.1000... 1.0000	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
<b>Recurrence [y] min... max</b>	300... 3000	EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
<b>Magnitude [Mw]</b>	5.7	LD	Value adopted from the historical earthquake catalogue CPTI04.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

**INFORMATION ABOUT THE ASSOCIATED EARTHQUAKES**


<b>Latest Earthquake</b>	14 Aug 1846 CPTI04.
<b>Penultimate Earthquake</b>	Unknown See Commentary for information.



COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES
*i*

Information
Commentary
Pictures
References

**GENERAL INFORMATION**

<b>DISS-ID</b>	ITCS088
<b>Name</b>	Livorno Hills
<b>Compiler(s)</b>	Fracassi U.(1)
<b>Contributor(s)</b>	Fracassi U.(1), Vannoli P.(1)
<b>Affiliation(s)</b>	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
<b>Created</b>	11/05/2010
<b>Updated</b>	11/05/2010
<b>Display map</b>	
<b>Related sources</b>	<a href="#">ITIS066</a>

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Quality	Evidence
<b>Min depth [km]</b>	1.0	EJ Inferred from geological and macroseismic observations.
<b>Max depth [km]</b>	7.0	EJ Inferred from geological and macroseismic observations.
<b>Strike [deg] min... max</b>	330...350	EJ Inferred from geological observations.
<b>Dip [deg] min... max</b>	40...60	EJ Inferred from geological observations.
<b>Rake [deg] min... max</b>	260...280	EJ Inferred from geological observations.
<b>Slip Rate [mm/y] min... max</b>	0.1000... 1.0000	EJ Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
<b>Max Magnitude [Mw]</b>	6.2	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

Le fonti sismogenetiche individuali (nella figura sopra in giallo) sono definite da dati geologici e geofisici e sono caratterizzate da una serie completa di dati geometrici (strike, dip, lunghezza, larghezza e profondità), cinematici (rake), e parametri sismologici (spostamento singolo evento, magnitudo, slip rate, periodo di ritorno).

Si assume che le fonti sismogenetiche individuali abbiano una ripetitività strettamente periodica in funzione del rapporto lunghezza/larghezza a rottura, dell'immersione dell'evento e della magnitudo attesa. Esse sono confrontate con i database di tutto il mondo per la coerenza interna, in termini di lunghezza, larghezza, spostamento del singolo evento e magnitudo, e possono essere aumentati attraverso la scarpata di faglia o asse della piega quando disponibili (di solito caratteristiche strutturali con attività documentata dal Pleistocene superiore - Olocene).

Questa categoria ha lo scopo di fornire le informazioni più accurate disponibili tra le migliori sorgenti identificate, ma la completezza delle fonti stesse non può essere garantita. Le fonti sismogenetiche individuali possono quindi essere utilizzate per il calcolo di scenari di terremoto e tsunami e per le indagini tettonico/geodinamiche, ma non hanno lo scopo di comprendere un insieme di dati completo per la valutazione probabilistica della pericolosità sismica.

Sempre nella figura soprastante, colorate in arancio, sono rappresentate fonti sismogenetiche composite.

Le fonti sismogenetiche composite (aree sismogenetiche) sono basate su dati geologici e geofisici e sono caratterizzate da parametri geometrici (strike, dip, larghezza, profondità) e cinematici (rake).

Una sorgente sismogenetica composta è essenzialmente una struttura dedotta da dati geologici regionali superficiali e profondi. La lunghezza della rottura del terremoto atteso, è comunque poco definita o sconosciuta; quindi una tipica sorgente sismogenetica composta si estende ad un numero imprecisato di sorgenti individuali. Come risultato, fonti di questa categoria non vengono considerate capaci di un terremoto di specifiche dimensioni, ma il loro potenziale sismico può essere stimato dai cataloghi di terremoti esistenti.



A differenza delle fonti sismogenetiche individuali, questa categoria di sorgenti è stata concepita per raggiungere la completezza delle registrazioni delle potenziali fonti di terremoto, anche se questo può comportare una precisione minore nella loro descrizione.

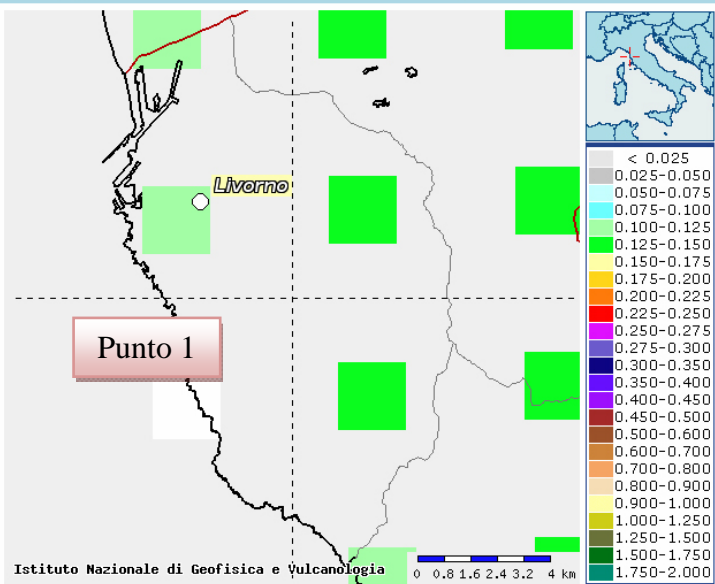
Dai dati di disaggregazione di  $a(g)$  delle mappe di pericolosità sismica dell'INGV possiamo valutare quale sia la magnitudo e la distanza epicentrale più probabile con tempi di ritorno di circa 475 anni (10% di superamento in 50 anni) attesi per il Comune di Livorno.

Si sceglie tale tempo di ritorno perché è quello che comunemente viene considerato per la costruzione degli spettri di risposta sismica per la maggior parte dei fabbricati corrispondente, secondo le NTC2008 e successive modifiche, ad una vita nominale di 50 anni e classe d'uso 2.

In particolare crediamo sia utile calcolare le magnitudo attese e le distanze epicentrali come appena spiegato, in corrispondenza dei nodi della griglia sismica di riferimento che ricadono all'interno del territorio comunale di Livorno.

**Punto 1:**

**Mappe interattive di pericolosità sismica**  



**Strumenti**

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

**Navigazione**

**Scala:**  
(Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)  
Scala:

**Coordinate del centro della mappa**  
Latitudine:   
Longitudine:

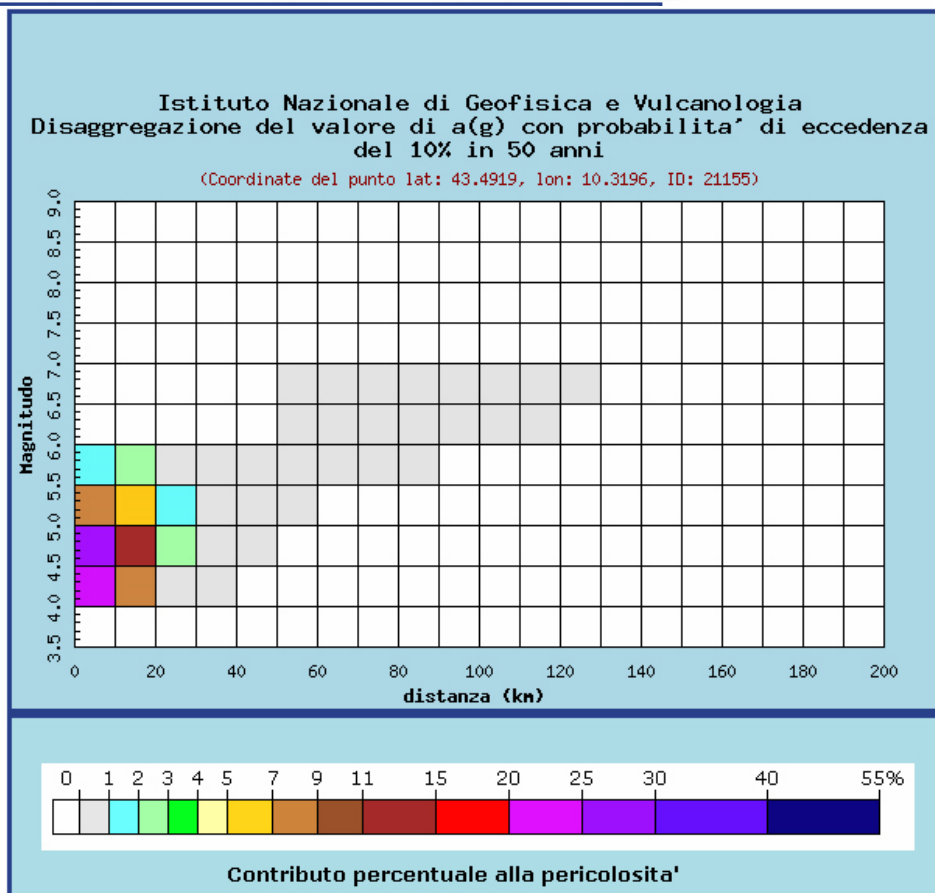
**Ricerca Comune**

Il nome:   
contiene:

**Selezione mappa**

<input checked="" type="checkbox"/>	Visualizza punti della griglia riferiti a:	Parametro dello scuotimento:	Probabilità in 50 anni:	Percentile:	Periodo spettrale (sec):
<input type="checkbox"/>	Ridisegna mappa	a(g) ▼	10% ▼	50 ▼	▼

**Comune evidenziato**  
**Livorno**





Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.4919, lon: 10.3196, ID: 21155)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	22.500	28.200	8.800	1.970	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	8.040	14.000	6.850	2.070	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.773	2.370	1.860	0.677	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.001	0.267	0.550	0.256	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.003	0.129	0.104	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.013	0.051	0.026	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.045	0.104	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.086	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.047	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

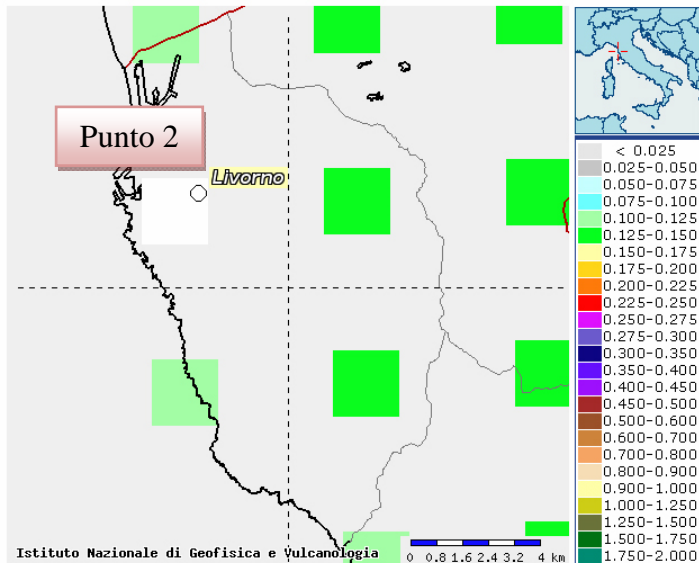
  

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.760	9.950	0.749

Magnitudo media 4,76 con distanza epicentrale di 9,95 km

**Punto 2:**

**Mappe interattive di pericolosità sismica**  



**Strumenti**

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

**Navigazione**

**Scala:**  
(Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)  
Scala:

**Coordinate del centro della mappa**  
 Latitudine:   
 Longitudine:

**Ricerca Comune**

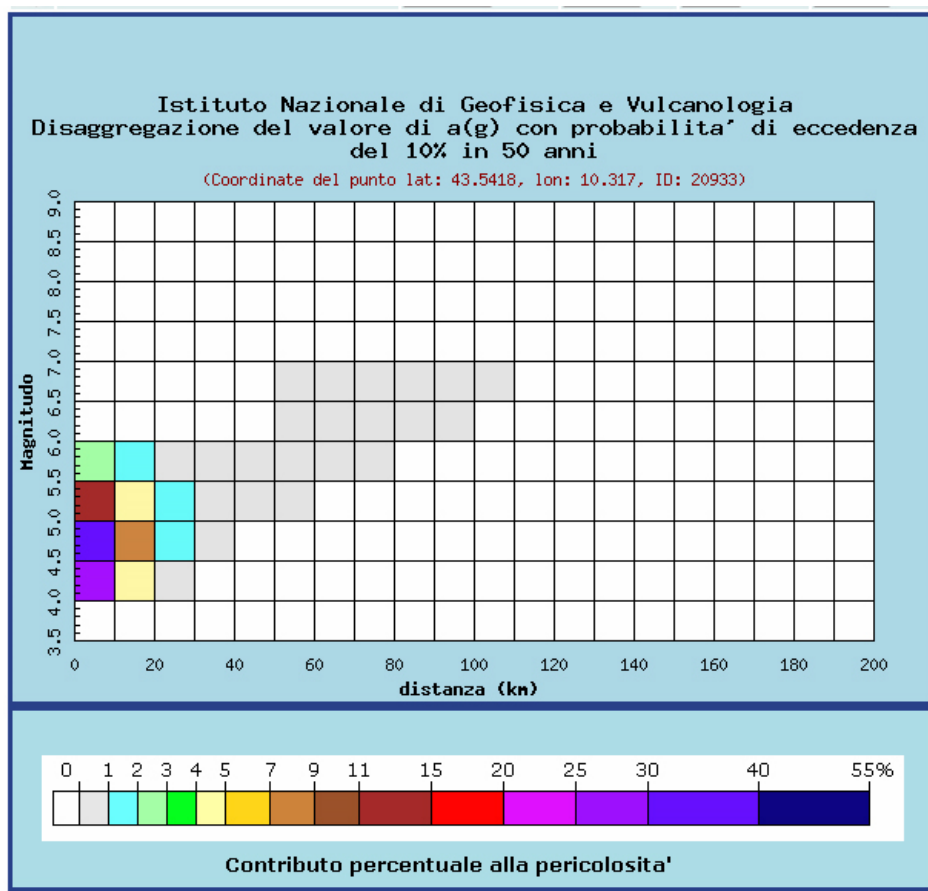
Il nome contiene:

**Comune evidenziato**  
**Livorno**

**Selezione mappa**

<input checked="" type="checkbox"/> Visualizza punti della griglia riferiti a:	Parametro dello scuotimento:	Probabilità in 50 anni:	Percentile:	Periodo spettrale (sec):
<input checked="" type="checkbox"/> Ridisegna mappa	a(g) ▾	10% ▾	50 ▾	▾

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia 0 0,8 1,6 2,4 3,2 4 km

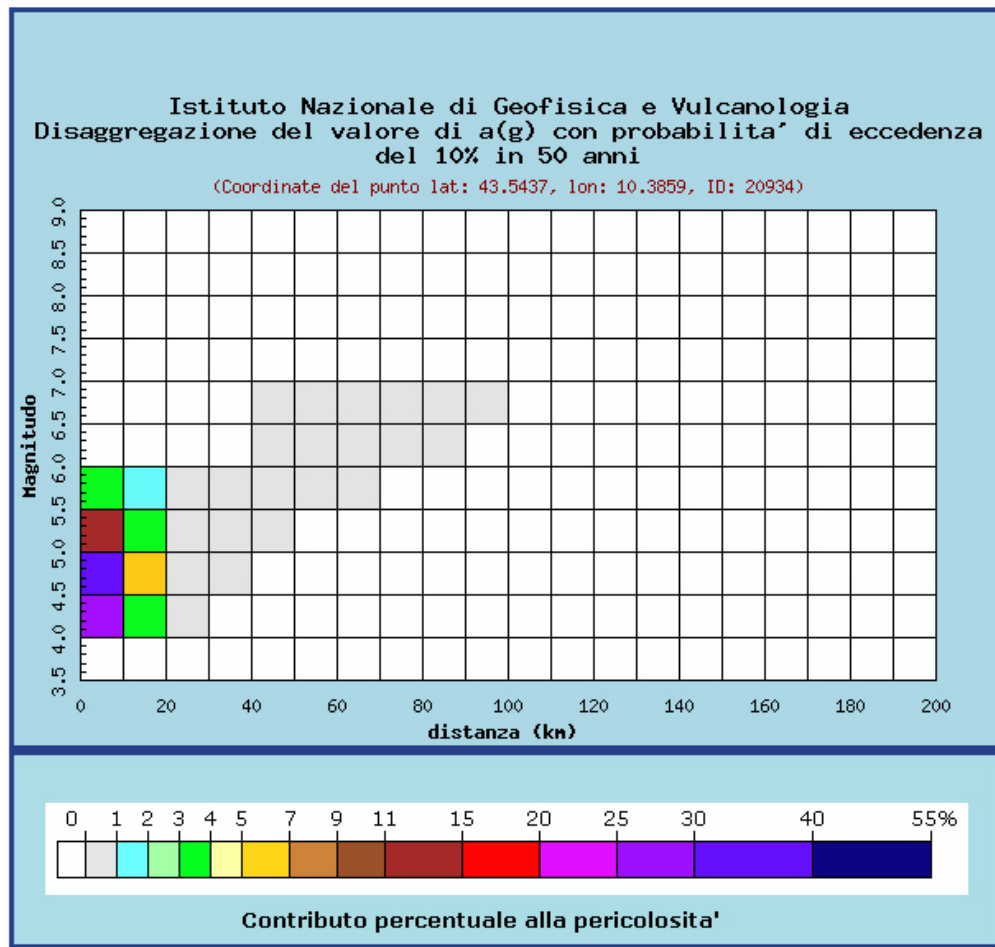
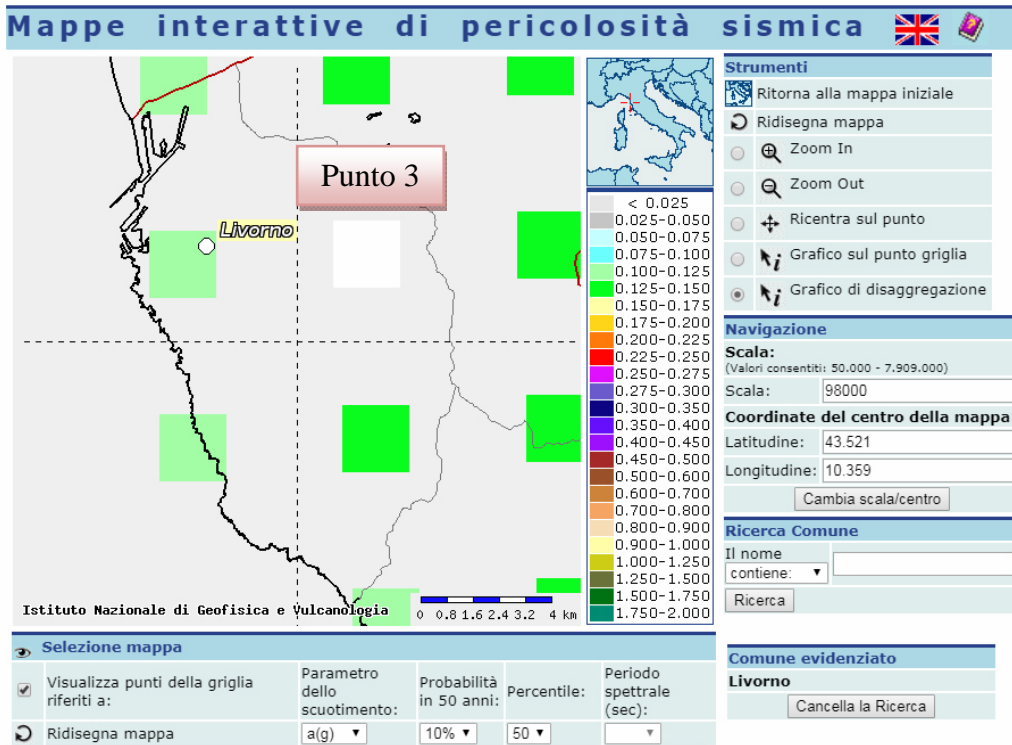


Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.5418, lon: 10.317, ID: 20933)										
	Magnitudo										
	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0	6,0-6,5	6,5-7,0	7,0-7,5	7,5-8,0	8,0-8,5	8,5-9,0
0-10	0.000	28.000	35.500	11.300	2.560	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	4.570	8.560	4.560	1.310	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.232	1.120	1.110	0.420	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.047	0.256	0.144	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.029	0.049	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.066	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.070	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.038	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.740	7.410	0.625

Magnitudo media 4,74 con distanza epicentrale di 7,41,1 km

**Punto 3:**



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.5437, lon: 10.3859, ID: 20934)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	28.800	38.200	13.000	3.130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	3.260	6.600	3.830	1.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.050	0.518	0.696	0.294	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.004	0.108	0.085	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.004	0.022	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.043	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.032	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.750	6.610	0.715

Magnitudo media 4,75 con distanza epicentrale di 6,61 km

**Punto 4:**

**Mappe interattive di pericolosità sismica**

**Strumenti**

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

**Navigazione**

Scala: (Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)  
 Scala: 98000

**Coordinate del centro della mappa**

Latitudine: 43.521  
 Longitudine: 10.359  
 Cambia scala/centro

**Ricerca Comune**

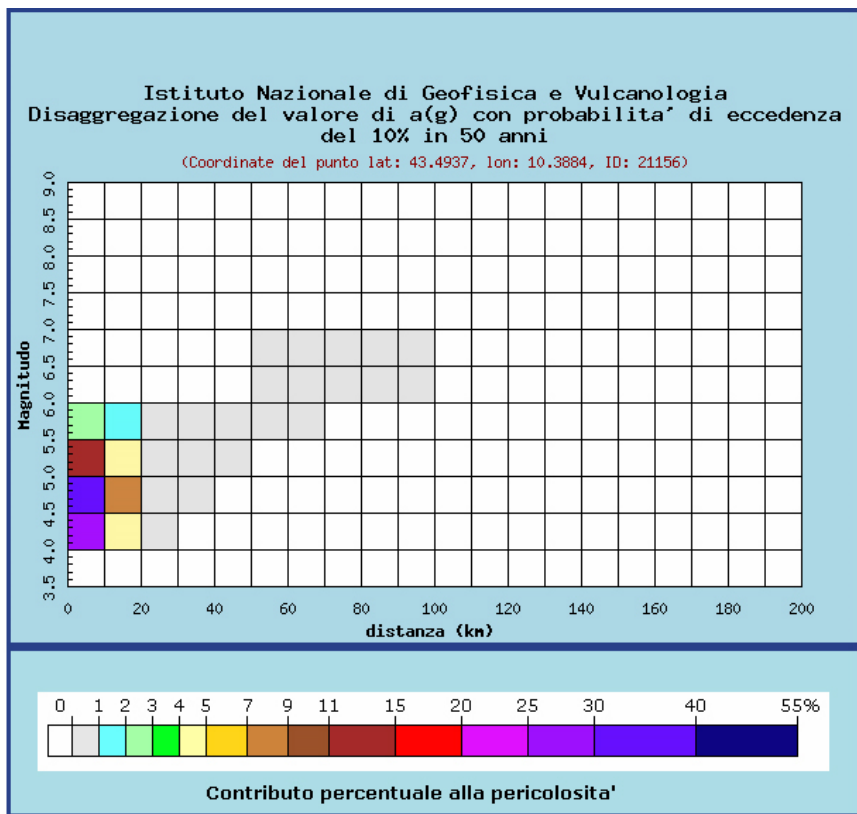
Il nome contiene:   
 Ricerca

**Comune evidenziato**

**Livorno**  
 Cancella la Ricerca

**Selezione mappa**

Visualizza punti della griglia riferiti a: Parametro dello scuotimento: Probabilità in 50 anni: Percentile: Periodo spettrale (sec):  
 Ridisegna mappa a(g) 10% 50



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.4937, lon: 10.3884, ID: 21156)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	28.000	36.100	11.800	2.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	4.220	8.340	4.730	1.630	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.108	0.742	0.861	0.366	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.015	0.161	0.112	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.011	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.015	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.034	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.750	6.970	0.674

Magnitudo media 4,75 con distanza epicentrale di 6,976 km



Si nota come la magnitudo attesa sia molto stabile su tutto il territorio comunale e compresa tra 4,74 e 4,76. Le distanze epicentrali attese si aggirano tra i 6 e i 15 km.

Questo dato, scaturito dall'elaborazione di innumerevoli serie storiche e registrazioni strumentali di eventi sismici, non indica la certezza che l'evento in questione sia l'unico possibile ma solo che sia il più probabile tra tutti gli eventuali sismi. Su basi sismologiche non è infatti impossibile che possano verificarsi eventi di magnitudo **Mw = 5.7 – 6.2**.

Quanto finora detto è del tutto confermato dagli eventi storici la cui magnitudo massima raramente supera il 5° grado.

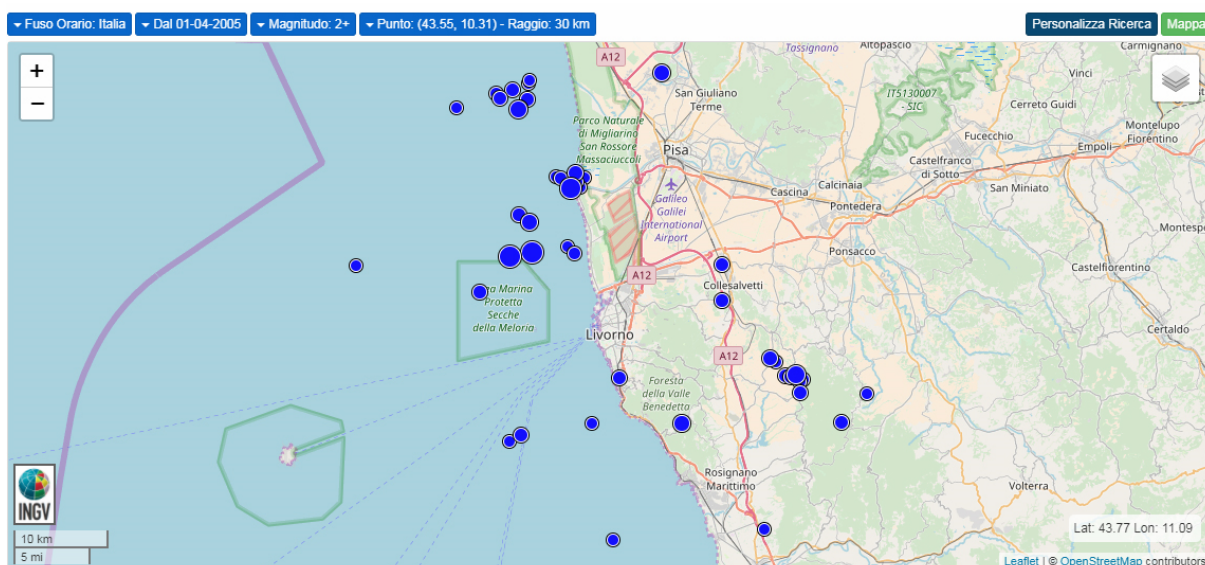
Tra i sei eventi più importanti ricordiamo:

- 4 maggio 1646 Magnitudo 4.80 Zona epicentrale Livorno
- 27 gennaio 1742 Magnitudo 5,20 Zona epicentrale Livorno
- 8 gennaio 1771 Magnitudo 4.60 Zona epicentrale Livorno
- 3 aprile 1814 Magnitudo 4.87 Zona epicentrale Livorno
- 14 agosto 1846 Magnitudo 5.60 Zona epicentrale Orciano Pisano
- 1 aprile 1950 Magnitudo 4.60 Zona epicentrale Rosignano Marittimo

Il terremoto che i livornesi ricorderanno di più è quello del 22 aprile 1984 che ebbe una Magnitudo di 4.02 con zona epicentrale a Livorno. Livorno è città di mare e quindi in occasione di alcuni eventi sismici sono state osservate anomalie del moto ondoso nel porto tali da fare supporre l'occorrenza di maremoti legati agli stessi eventi. La consultazione del catalogo dei maremoti italiani ha rilevato la presenza di n. 4 eventi che hanno interessato la regione toscana:

- 4 maggio 1646 nel porto di Livorno il livello del mare si alzò di circa 2 m. (più di 3 braccia) e a causa del successivo riflusso le navi attraccate toccarono il fondale con la chiglia;
- 19 gennaio 1742 furono rilevate oscillazioni anomale del mare nel Porto di Livorno e i marinai in mare notarono un innalzamento anomalo del livello marino e un'insolita tempesta;
- 24 settembre 1774 a Malaga e a Livorno fu osservato un ripetersi di riflussi a afflussi del mare, con estensione di due piedi di altezza, tre volte in un'ora;
- 14 agosto 1846 a Livorno il livello marino aumentò rapidamente di oltre una yarda. Alcuni velieri avvertirono un urto violento. Alcune navi con rotta verso il porto di Livorno subirono uno scarto improvviso. Al faro di Livorno l'acqua risalì vicino alla torre e lambì la banchina.

Qui di seguito riportiamo alcuni eventi storici ricavati dalla banca dati ISIDE dell'INGV tra quelli con magnitudo compresa tra 2 e 10 e 30 km di raggio da Livorno:



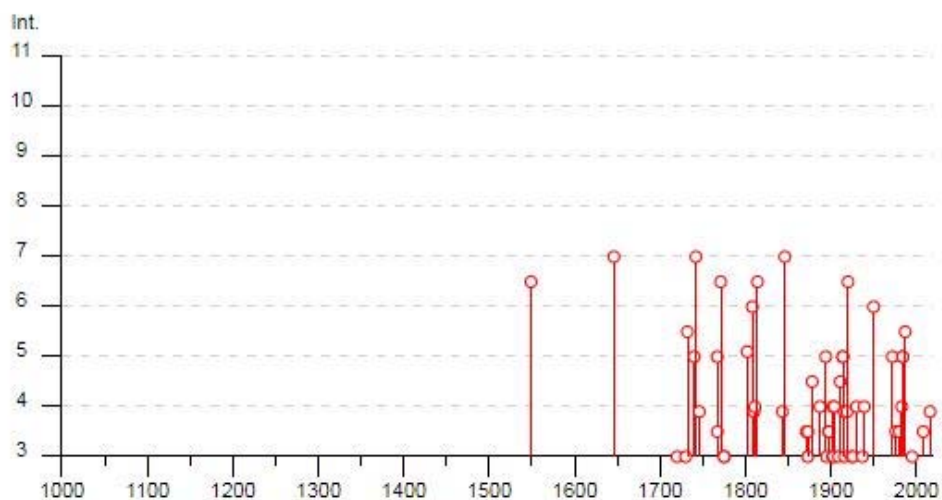
Data e Ora (Italia)	Magnitudo	Zona	Profondità	Latitudine	Longitudine
2017-07-07 16:46:15	ML 2.6	3 km N Orciano Pisano (PI)	10	43.52	10.52
2016-10-29 19:11:29	ML 2.8	1 km NW Vecchiano (PI)	10	43.79	10.38
2015-12-01 05:02:45	ML 2.2	Costa Toscana settentrionale (Massa Carrara, Lucca, Pisa)	9	43.62	10.27
2015-11-30 21:42:44	ML 2.0	Costa Toscana settentrionale (Massa Carrara, Lucca, Pisa)	9	43.63	10.26
2015-03-09 09:20:06	ML 2.7	8 km NW Rosignano Marittimo (LI)	14	43.46	10.41
2014-03-23 22:10:18	ML 2.0	Costa Toscana settentrionale (Massa Carrara, Lucca, Pisa)	2	43.76	10.12
2013-10-19 14:55:03	ML 2.0	Costa Toscana settentrionale (Massa Carrara, Lucca, Pisa)	10	43.68	10.28
2013-10-19 14:32:28	ML 2.0	Costa Toscana settentrionale (Massa Carrara, Lucca, Pisa)	10	43.69	10.28
2013-10-19 14:29:35	Mw 3.5	Costa Toscana settentrionale (Massa Carrara, Lucca, Pisa)	11	43.68	10.26
2013-10-18 13:44:00	ML 2.6	Costa Toscana settentrionale (Massa Carrara, Lucca, Pisa)	9	43.70	10.27
2013-08-09 16:08:55	ML 2.0	Costa Toscana settentrionale (Massa Carrara, Lucca, Pisa)	11	43.61	9.99
2013-07-04 05:20:53	ML 2.1	Costa Toscana settentrionale (Massa Carrara, Lucca, Pisa)	10	43.78	10.21
2012-10-13 16:59:35	ML 2.0	Costa Toscana livornese (Livorno)	6	43.44	10.18
2011-10-25 07:38:02	ML 2.1	5 km N Cecina (LI)	11	43.36	10.52
2011-01-19 20:39:20	ML 2.1	E Chianni (PI)	8	43.49	10.65
2011-01-19 20:36:54	ML 2.5	4 km SW Chianni (PI)	4	43.46	10.62
2010-01-14 17:29:35	ML 2.1	3 km NE Orciano Pisano (PI)	9	43.52	10.53
2009-06-09 12:37:59	ML 3.3	4 km N Santa Luce (PI)	9	43.51	10.56
2009-06-08 10:33:43	ML 2.2	3 km N Santa Luce (PI)	8	43.50	10.57
2009-06-08 07:11:01	ML 2.4	3 km E Orciano Pisano (PI)	10	43.50	10.55
2009-06-07 04:48:34	ML 2.4	3 km E Orciano Pisano (PI)	8	43.51	10.54
2009-05-12 22:19:28	ML 2.2	3 km N Santa Luce (PI)	9	43.50	10.56
2009-05-12 21:56:55	ML 2.5	2 km N Santa Luce (PI)	8	43.49	10.56
2009-01-02 00:57:55	ML 2.4	Costa Toscana livornese (Livorno)	8	43.45	10.20
2007-11-30 19:26:03	ML 2.2	Costa Toscana settentrionale (Massa Carrara, Lucca, Pisa)	6	43.69	10.25
2007-11-30 19:22:04	ML 2.0	Costa Toscana settentrionale (Massa Carrara, Lucca, Pisa)	5	43.69	10.25
2007-11-30 19:07:45	ML 2.1	Costa Toscana settentrionale (Massa Carrara, Lucca, Pisa)	10	43.69	10.27
2007-09-05 16:00:35	ML 2.3	Costa Toscana livornese (Livorno)	8	43.58	10.15
2007-08-27 17:15:12	ML 2.4	6 km S Livorno (LI)	15	43.50	10.33
2007-06-06 16:54:49	ML 2.3	2 km SW Collesalvetti (LI)	10	43.58	10.46

Riportiamo inoltre i dati del BDMI15 versione 4.0 riferiti a Livorno:

































## Livorno



PlaceID	IT_45968
Coordinate (lat, lon)	43.551, 10.309
Comune (ISTAT 2015)	Livorno
Provincia	Livorno
Regione	Toscana
Numero di eventi riportati	79



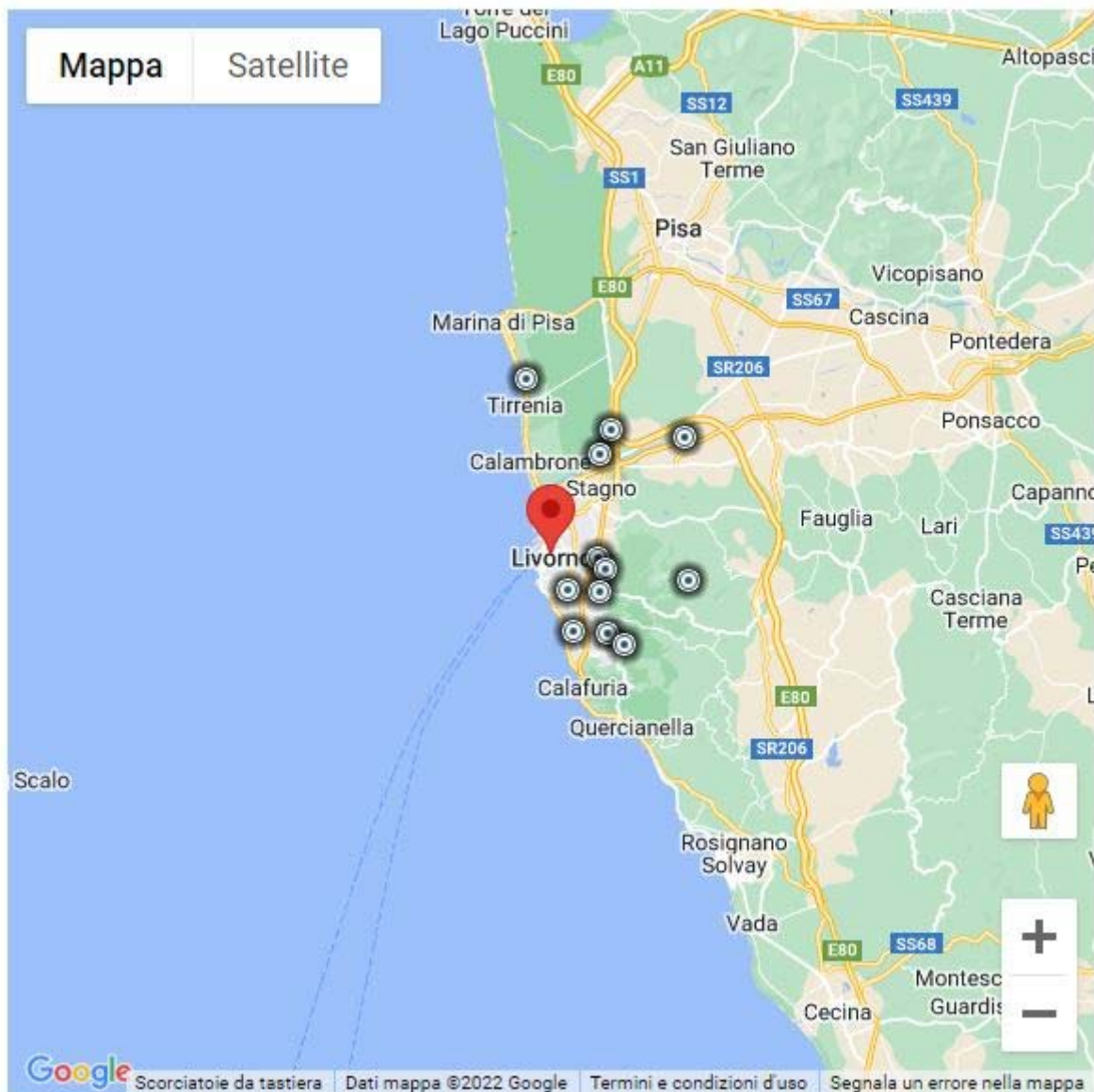
Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1549	05	08				Livorno	2	6-7	4.86
7	1646	04	05	16	15		Livorno	2	6	4.63
3	1720	01	10				Toscana settentrionale	3	4-5	3.93
3	1730	03	29	00	05		Versilia	4	4	3.70
5-6	1732	05	21				Livorno	2	4-5	3.93
5	1740	03	06	05	40		Garfagnana	32	8	5.64
7	1742	01	27	11	20		Livornese	16	6	4.87
F	1746	07	23	18	15		Garfagnana	10	7	5.15
5	1767	01	21	07	45		Lunigiana	10	7	5.27
3-4	1767	01	21	09			Lunigiana	7	5-6	4.60
6-7	1771	01	08	03	30		Livorno	2	5-6	4.40
3	1775	01	04	18			Appennino emiliano	6	4	4.43
3	1775	01	05	22	45		Appennino emiliano	7	5	4.55
HF	1802	08	10	01	45		Toscana centrale	4	5	4.16
6	1808	10	26	21			Livorno	1	6	4.63
F	1810	12	25	00	45		Pianura emiliana	33	6	5.06
4	1811	07	15	22	44		Modenese-Reggiano	19	6-7	5.13
6-7	1814	04	03				Costa pisano-livornese	4	6-7	5.12
2-3	1828	10	09	02	20		Oltrepò Pavese	110	8	5.72
F	1843	10	25	03	30		Mugello	17	6-7	5.03
7	1846	08	14	12			Colline Pisane	121	9	6.04
NF	1864	12	11	17	40		Mugello	9	7	5.11
3-4	1871	07	29	20	45		Val di Cecina	14	7-8	5.15
2	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85
3	1873	06	29	03	58		Alpago Cansiglio	197	9-10	6.29
3-4	1873	09	17				Appennino tosco-ligure	64	6-7	5.26
NF	1874	10	07				Imolese	60	7	4.96
4-5	1878	09	10	13	31		Lunigiana	12	6-7	4.98
4	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale	1511	9	6.27

5		1894	12	12	11	15	Livorno	1	5	4.16
3		1895	05	18	19	55	1 Fiorentino	401	8	5.50
3-4		1897	07	27	09	02	1 Valdarno inferiore	33	5-6	4.27
NF		1897	09	06	03	10	4 Valdarno inferiore	104	5-6	4.59
NF		1898	01	16	13	10	Romagna settentrionale	110	6	4.59
3-4		1898	03	04	21	05	Parmense	313	7-8	5.37
2-3		1899	06	26	23	17	2 Valle del Bisenzio	138	7	5.02
3		1902	03	05	07	06	Garfagnana	83	7	4.98
4		1902	08	04	22	36	1 Lunigiana	60	6	4.78
3		1903	07	27	03	46	Lunigiana	79	7-8	5.19
4		1904	11	17	05	02	Pistoiese	204	7	5.10
3		1909	01	13	00	45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
4-5		1911	09	13	22	29	0 Chianti	115	7	5.08
5		1914	01	15	03	27	2 Livornese	25	5	4.33
5		1914	10	27	09	22	Lucchesia	660	7	5.63
2		1915	01	13	06	52	4 Marsica	1041	11	7.08
3		1916	05	17	12	50	Riminese	132	8	5.82
F		1916	07	27	18	38	Garfagnana	22	5-6	4.56
F		1916	08	16	07	06	1 Riminese	257	8	5.82
2		1918	11	10	15	12	2 Appennino forlivese	187	9	5.96
F		1919	06	29	15	06	1 Mugello	565	10	6.38
NF		1919	09	10	16	57	Val di Paglia	67	7-8	5.36
6-7		1920	09	07	05	55	4 Garfagnana	750	10	6.53
2		1922	08	02	21	13	Frignano	21	5	4.32
3		1924	06	12	21	03	4 Frignano	25	5-6	4.46
2		1925	03	15	17	15	Appennino tosco-emiliano	16	4	4.10
3		1926	01	01	18	04	0 Carniola interna	63	7-8	5.72
2		1927	10	28	21	49	Alta Val di Taro	39	6	4.66
NF		1928	06	13	08		Carpi	35	6	4.67
2		1928	08	03	23	09	Lunigiana	21	5	4.26
2		1929	04	20	01	10	Bolognese	109	7	5.36
4		1930	05	24	22	02	Appennino tosco-emiliano	43	5	4.91

3		1926 01 01 18 04 0	Carniola interna	63	7-8	5.72
2		1927 10 28 21 49	Alta Val di Taro	39	6	4.66
NF		1928 06 13 08	Carpi	35	6	4.67
2		1928 08 03 23 09	Lunigiana	21	5	4.26
2		1929 04 20 01 10	Bolognese	109	7	5.36
4		1930 05 24 22 02	Appennino tosco-emiliano	43	5	4.91
3		1937 12 10 18 04	Frignano	28	6	5.30
4		1939 10 15 14 05	Garfagnana	62	6-7	4.96
2		1939 10 31 06 47	Lunigiana	19	5-6	4.85
6		1950 04 01	Livornese	15	6	4.99
2-3		1970 08 19 12 19	Colline Metallifere	26	6	4.68
5		1972 10 25 21 56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
3-4		1976 05 06 20 00 1	Friuli	770	9-10	6.45
3-4		1980 06 07 18 35 0	Garfagnana	102	6-7	4.64
NF		1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4		1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
5		1984 04 22 19 45 4	Costa pisano-livornese	6	5	4.10
NF		1984 04 29 05 02 5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
5		1984 05 21 14 07 4	Costa pisano-livornese	1		3.97
5-6		1987 01 22 05 10 5	Costa pisano-livornese	157	5-6	4.15
3		1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
3-4		2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36
F		2016 10 30 06 40 1	Valnerina	379		6.61
NF		2017 01 18 10 14 0	Aquilano	280		5.70

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Salviano	1	3
Ardenza	3	4
La Leccia	1	4
Monterotondo	1	5
Stagno	1	5
Antignano	2	6
Stagno	1	7
Montenero	4	7
Castellaccio	1	8
Tirrenia	3	9
Valle Benedetta	1	9
Guasticce	2	9



### 3. Assetto geologico e geomorfologico dell'area

L'area analizzata del Comune di Livorno si estende lungo costa per circa 12 km e nel punto di maggiore larghezza per 6 km verso la terraferma. Sono state inoltre analizzate 2 aree separate che sono Quercianella e l'isola di Gorgona.

Si nota un generale affioramento del substrato geologico laddove la morfologia tende ad essere più prettamente collinare e si distacca dalla piana alluvionale propria dell'insediamento di Livorno. Tale substrato tuttavia, tranne che nella zona di Antignano, non viene quasi mai ritrovato sotto le coperture recenti della piana, fatto che sta a significare un notevole approfondimento in questa zona. Tale approfondimento non è escluso che sia dovuto ad un sistema di faglie dirette orientate NNE-SSW che ribassano la porzione di territorio più prospiciente al mare.

In particolare i terreni costituenti il substrato geologico sono i seguenti:

**DOMINIO LIGURE**

- Formazione delle Argille e Palombini (APA) (Cretacico Inf.)
- Basalti con strutture a pillow lava (BRG) (Giurassico Sup.)
- Gabbri con filoni basici (GBB) (Giurassico Sup.)
- Flysch di Ottone Monteverdi (OMT) (Cretacico Sup. – Paleocene Inf.)
- Argilliti e Calcari di Poggio Rocchino (RCH) (Albiano – Campaniano)
- Formazione di Monte Morello (MLL) (Paleocene Sup. – Eocene Medio)
- Formazione di Sillano – Santa Fiora (SIL) (Cretacico Sup. – Paleocene)
- Breccie ofiolitiche monogeniche e poligeniche (BROe) (Giurassico Sup.)

**DOMINIO SUBLIGURE**

- Argille e Calcari di Canetolo (ACC) (Paleocene – Eocene)

**DOMINIO TOSCANO**

- Diaspri (DSD) (Malm p.p.)

**UNITA' CON METAMORFISMO DI ALTA PRESSIONE**

- Metabasalti con strutture a pillow (GBA) (Giurassico)
- Serpentiniti (SIG) (Giurassico)
- Calcescisti di Punta Gorgona (CPG) (Cretacico ?)
- Marmi grigi di Punta Gorgona (CPGa) (Cretacico ?)
- Metareniti di colore marrone chiaro di Punta Gorgona (CPGb) (Cretacico ?)
- Metareniti di Cala Pancia (MPC) (Cretacico ?)

Queste formazioni, di cui non riportiamo la descrizione generale, e che chiaramente può essere trovata in elaborati geologici specifici e di dettaglio, sono state raggruppate nella Carta Geologico-Tecnica a seconda delle loro peculiarità come substrato.

Sopra a tali litotipi si ritrovano altre formazioni di copertura generalmente costituite da materiali terrigeni sciolti a varia granulometria. La sedimentazioni di questi terreni, in spessori molto variabili, ha parzialmente o totalmente obliterato l'affioramento del substrato che viene rilevato solo nelle zone sopra citate.



Tra i terreni di copertura riconosciamo:

**DEPOSITI QUATERNARI**

- Detriti di falda (a3a) (Olocene)
- Depositi di versante (aa) (Olocene)
- Depositi alluvionali attuali (b) (Olocene)
- Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna) (Olocene)
- Depositi eluvio-colluviali (b2a) (Olocene)
- Depositi di spiaggia (g2a) (Olocene)
- Depositi alluvionali terrazzati (bnb) (Pleistocene)
- Depositi eoloci (db) (Pleistocene)
- Depositi di spiaggia (g2b) (Pleistocene)

**DEPOSITI CONTINENTALI RUSCINIANI E VILLAFRANCHIANI**

- Sabbie e conglomerati (VILe) (Rusciniano-Villafranchiano)
- Calcari (VILd) (Rusciniano-Villafranchiano)
- Conglomerati e ciottolami poligenici (VILa) (Rusciniano-Villafranchiano)

**DEPOSITI MARINI PLIOCENICI**

- Argille Azzurre (FAA) (Pliocene)
- Sabbie risedimentate (FAAe) (Pliocene)

**DEPOSITI LACUSTRI E LAGUNARI POST-EVAPORITICI MESSINIANI**

- Argille e argille marnoso-sabbiose con livelli e lenti di gessi (EMO) (Messiniano Sup.)
- Livelli e lenti di gessi (EMOg) (Messiniano Sup.)

**DEPOSITI MARINI PRE-EVAPORITICI MESSINIANI**

- Calcari e calciruditi (ROsb) (Messiniano Inf.)
- Conglomerati (ROSa) (Messiniano Inf.)
- Argille e argille sabbiose grigie (RAQ) (Messiniano Inf.)
- Lenti di gessi (RAQg) (Messiniano Inf.)

**DEPOSITI LACUSTRI DEL TUROLIANO**

- Conglomerati e paraconglomerati eterometrici moderatamente elaborati con ciottoli e matrice arrossati (SLEc) (Turoliano)

Nella cartografia vengono riportati vari tipi di lineazioni dovuti alla tettonica dei quali tuttavia nessuno è stato additato essere attivo e capace.

Dal punto di vista geomorfologico l'area del Comune di Livorno ha altezze comprese tra gli 0 m s.l.m. della costa fino ai quasi 250 - 300 m s.l.m. delle zone più alte e è caratterizzata da zone pianeggianti e collinari.

L'andamento generale dei corsi d'acqua principali è generalmente est-ovest; essi producono forme in linea con il paesaggio toscano tranne in alcuni casi dove si notano incisioni molto marcate dovute alla litologia lapidea dei versanti.

Nelle zone di contatto tra la piana alluvionale e i versanti si generano talvolta fenomeni gravitativi di varia genesi e diverso grado di attività. Non è raro, specialmente nella parte sud dell'area in studio, il ritrovamento di fenomeni di tipo misto per lo più quiescenti.

**L'area del territorio comunale sottoposta al terzo livello di approfondimento è un'area pianeggiante caratterizzata dall'affioramento di depositi alluvionali attuali olocenici e depositi alluvionali recenti, terrazzati e non, pleistocenici; tali depositi sono rappresentati principalmente da litotipi sabbiosi e sabbioso-argillosi.**

#### **4. Dati geotecnici e geofisici**

Per lo studio di Microzonazione Sismica di livello 3 sono indispensabili la raccolta, l'archiviazione organizzata dei dati pregressi e la realizzazione di nuove specifiche indagini.

Nel caso specifico il Comune di Livorno era stato già ampiamente indagato dal punto di vista sismico e geognostico nell'ambito di studi pregressi; queste indagini costituiscono un'ottima base di partenza, ma non risultano sufficienti per un approfondimento di terzo livello. Per questo motivo sono state realizzate ulteriori indagini geognostiche e geofisiche finalizzate al calcolo dell'indice di liquefazione e all'esecuzione di risposte sismiche locali monodimensionali.

In particolare tra la raccolta pregressa di indagini e quelle nuove siamo riusciti a catalogare tramite il software SoftMS versione 4.2.0:

- 361 stratigrafie di pozzi;
- 10 sondaggi attrezzati a Down – Hole;
- 244 sondaggi a carotaggio continuo;
- 54 sondaggi attrezzati con piezometro;
- 81 prove penetrometriche statiche (CPT);
- 25 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTu)
- 59 prove penetrometriche dinamiche (leggere, pesanti e superpesanti);

- 125 prove HVSR;
- 44 stendimenti di sismica a rifrazione in onde P e/o SH;
- 21 prove ESAC;
- 64 prove MASW;
- 4 pozzetti esplorativi.

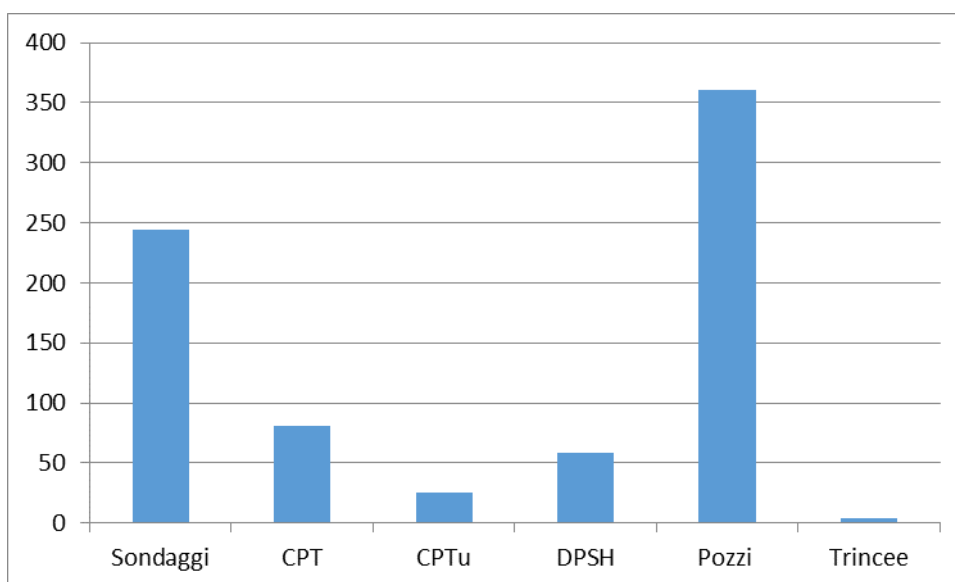
Questi canali di ricerca e implementazione hanno consentito l'acquisizione di una notevole quantità di indagini, in particolare i pozzi e i sondaggi hanno dato un ottimo riscontro dal punto di vista della ricostruzione del sottosuolo, raggiungendo in qualche caso il substrato geologico.

Sono state raccolte nel complesso 1092 indagini distribuite più o meno omogeneamente nel territorio comunale, ma concentrate prevalentemente nei centri abitati.

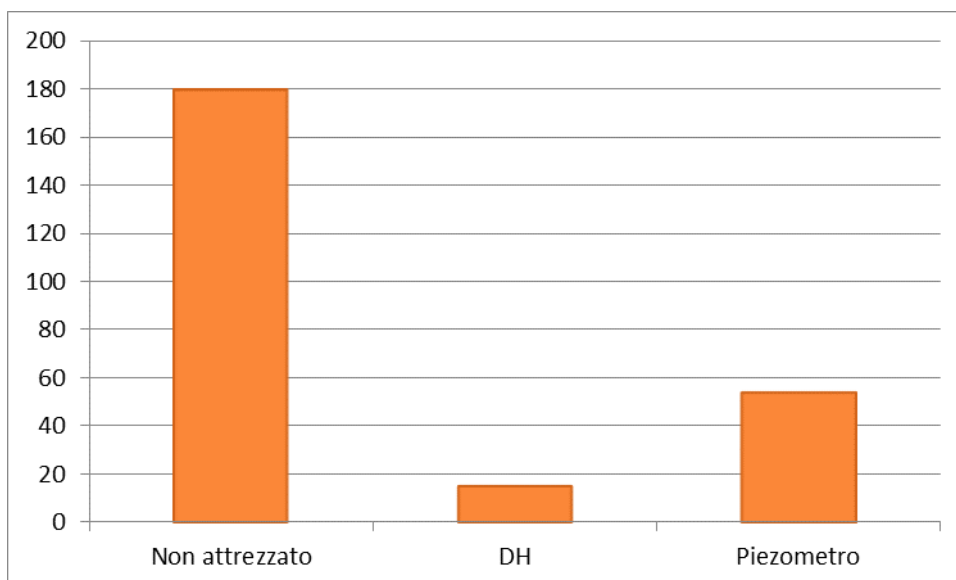
In funzione della categoria di indagine sono state raccolte 823 indagini geotecniche e 269 indagini geofisiche, per ognuna delle due categorie nei grafici che seguono si possono vedere le varie tipologie di indagine.

Prove geotecniche:

Prove geotecniche					
Sondaggi	CPT	CPTu	DPSH	Pozzi	Trincee
244	81	25	59	361	4



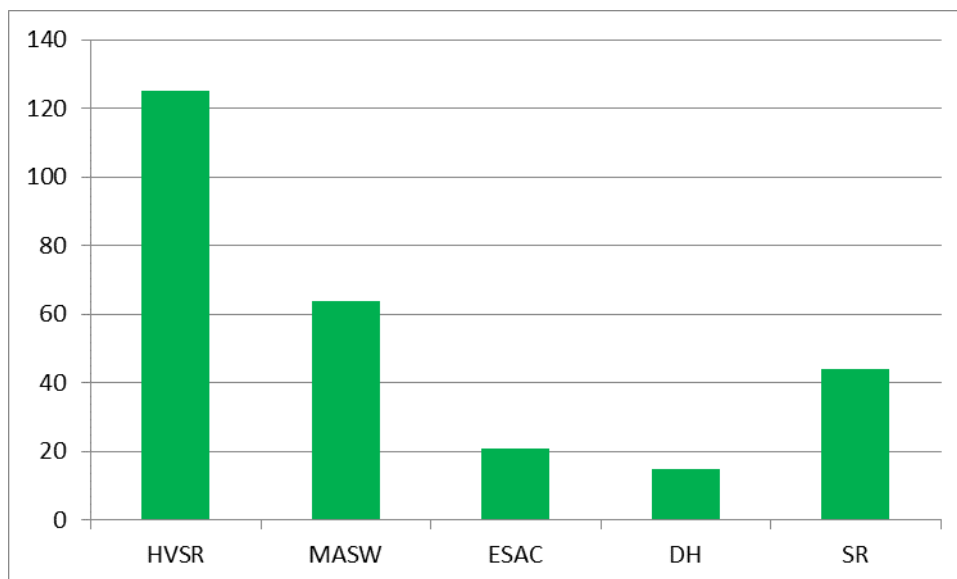
Differenziazione sondaggi		
Non attrezzato	DH	Piezometro
180	15	54



Per quanto riguarda le indagini geotecniche possiamo vedere che la tipologia di indagini che più frequentemente è stata effettuata nel territorio comunale è il pozzo seguito dal sondaggio a carotaggio continuo e dalle prove penetrometriche di tipo statico e dinamico. I pozzi sono in gran numero e sebbene non forniscano indicazioni geotecniche quantitative, permettono una ricostruzione a tratti dettagliata della stratigrafia in profondità.

Prove geofisiche:

Prove geofisiche				
HVSR	MASW	ESAC	DH	SR
125	64	21	15	44



Il grafico relativo alle indagini geofisiche mostra che le prove maggiormente presenti sul territorio sono le HVSR che sono state effettuate per il progetto di Microzonazione. A seguire le indagini sismiche MASW e a rifrazione.

Tutti i dati di base sono stati informatizzati (tabelle, shapefile), in ottemperanza agli "standard di archiviazione informatica versione 4.2" nel database denominato "CdI\_Tabelle".

## 5. Modello del sottosuolo

Il modello del sottosuolo è stato ricostruito attraverso lo studio e la comprensione dei dati di base presenti negli archivi comunali, forniti dal Dott. Geol. Luca Mazzei, rivisti in sede di terzo livello in base alle indagini eseguite ad-hoc per conseguire i fini del presente studio.

L'area più interessante dal punto di vista degli obiettivi del presente studio si è rivelata la piana sulla quale è edificato l'abitato di Livorno.

Tale piana infatti, avendo vari tipi di profili stratigrafici, si presta bene alla così detta amplificazione stratigrafica. Inoltre è stato studiato il fenomeno della "panchina" e mappate in maniera rigorosa le zone dove è possibile un suo ritrovamento.

In ultimo, ma non per importanza, il sottosuolo di Livorno essendo a tratti sabbio-limoso presenta la problematica della liquefazione.

### **5.1 Piana di Livorno**

La piana di Livorno è quasi esclusivamente costituita da terreni appartenenti ad alluvioni Oloceniche e Pleistoceniche i cui depositi possono essere terrazzati e non. La granulometria di questi sedimenti è generalmente fine anche se si notano zone a matrice decisamente più grossolana specialmente a ridosso dei versanti.

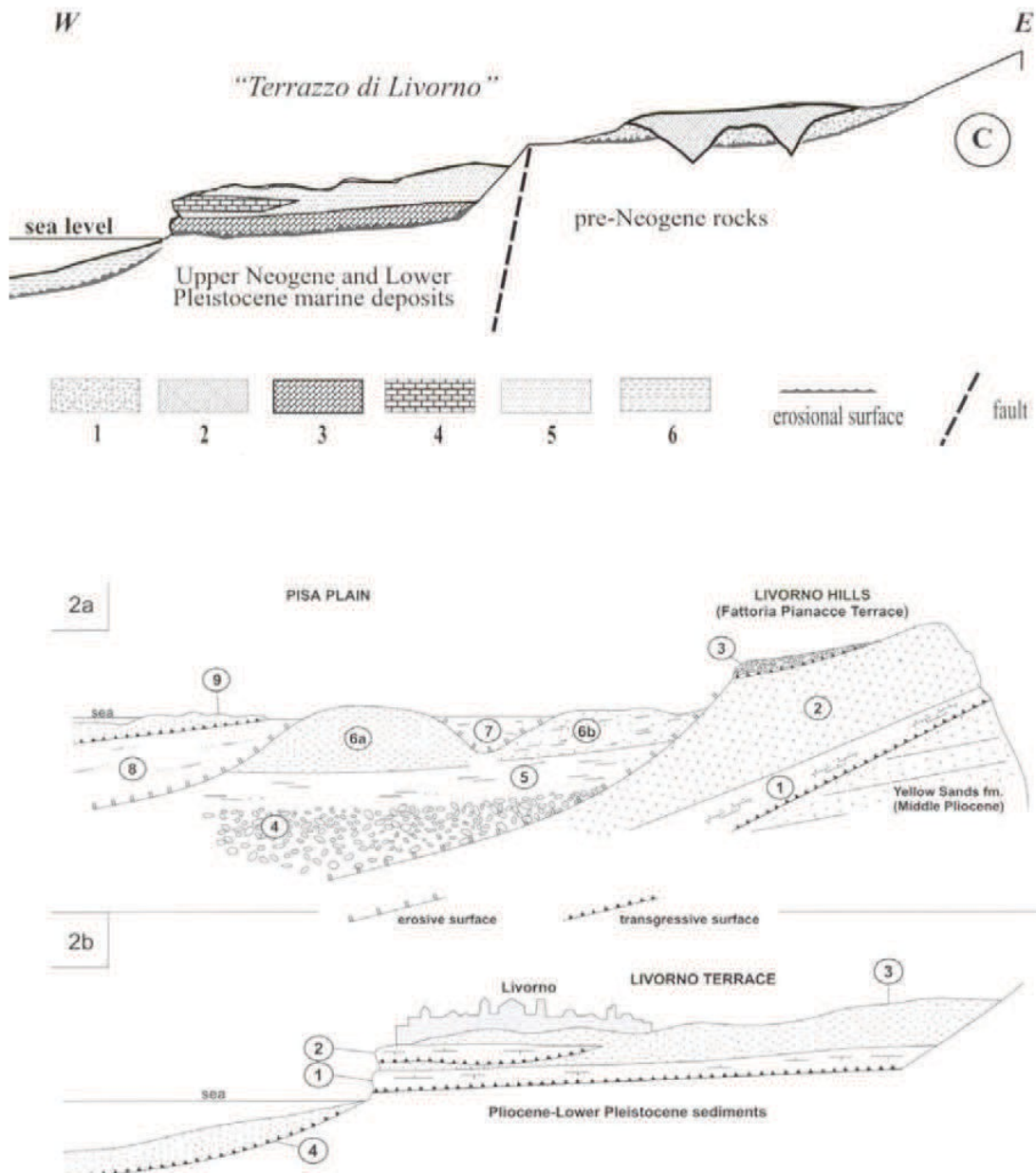
Sporadicamente è possibile rilevare il substrato Pliocenico che affiora sotto forma di argille e argille azzurre. E' proprio questa formazione geologica che nella maggior parte dei casi, fa da letto ai terreni alluvionali sopra citati.

Non di rado, tra i terreni alluvionali sommitali e le sottostanti argille, viene ritrovata la così detta "panchina" che altro non è che una calcarenite di colore giallastro costituita da sabbia medio-grossolana a cementazione calcarea; piuttosto leggera e di facile lavorabilità, presenta un aspetto ruvido e molto poroso e contiene fossili marini spesso visibili ad occhio nudo.

In ambiente antropizzato è inoltre facile ritrovare resti antropici di notevole spessore dovuti ai vari eventi bellici che hanno interessato la città.

Di seguito riportiamo uno schema abbastanza chiaro di quanto fin qui espresso.

**Fig. 2:** I Terrazzi morfologici di Livorno ed i rapporti con la Piana di Pisa  
 Fonte bibliografica: Pubblicazione su Memorie della Società Paleontologica Italiana, 1994



**SCHEMA 2a**

1 – Sands and Clays, 2 – Nugola Vecchia Sands, 3 – Fattoria delle Pianacce continental deposits, 4 – Arno and Serchio gravels, 5 – Fluvial and marshy silts, 6a – Aeolian sand of Coltano, 6b – Sands and Muds of Vicarello, 7 – Holocene fluvial sediments, 8 – Holocene silts, clays and peat, 9 – Sediments of the Versilian trasgression

**SCHEMA 2b**

1 – Calcarenitic layer "Panchina I", 2 - Calcarenitic layer "Panchina II", 3 – Ardenza sands and Rio Maggiore Conglomerates, 4 – Sediments of the Versilian trasgression

## 5.2 Quercianella

Nell'area di Quercianella abbiamo l'affioramento per grandi tratti dei vari tipi di substrato:

### DOMINIO LIGURE

- Formazione di Monte Morello (MLL) (Paleocene Sup. – Eocene Medio)
- Argilliti e Calcari di Poggio Rocchino (RCH) (Albiano – Campaniano)
- Flysch di Ottone Monteverdi (OMT) (Cretacico Sup. – Paleocene Inf.)
- Formazione di Sillano – Santa Fiora (SIL) (Cretacico Sup. – Paleocene)

Sono tutte formazioni appartenenti al Dominio Ligure impilatesi l'una sull'altra per mezzo delle spinte tettoniche orogenetiche.

Questi litotipi rappresentano tutti in prospettiva geologico-tecnica, il substrato sismico, avendo già dalla superficie velocità delle onde S molto elevate.

Impilatesi sotto la spinta delle forze orogenetiche nella maggior parte dei casi non si riconosce una giacitura definita e le formazioni tendono ad avere un aspetto abbastanza caotico.

La tettonica è comandata anche da sistemi di faglie dirette che abbassano i sedimenti più giovani facendoli coesistere alla medesima quota insieme a quelli più vecchi.

In quest'area tuttavia sono presenti anche lembi di copertura quaternaria, Rusciniense e Pliocenica che sovrastano il substrato geologico.

## 5.3 Isola di Gorgona

L'origine geologica dell'Isola di Gorgona si deve attribuire ad un fenomeno di sommersione avvenuto presumibilmente nel Quaternario. A differenza di Giglio e Giannutri, nel Paleolitico la Gorgona, come anche l'Elba, la Capraia, Montecristo e Pianosa, non aveva una conformazione insulare. Essa formava infatti insieme a queste ultime una vera e propria penisola protesa verso la Sardegna e la Corsica loro volta unite (G. Racheli). Le formazioni più antiche sono particolarmente evidenti presso la cala dei Giunchi in posizione S.O.



Si tratta di rocce di aspetto gneissico, calcarifero. Dalla stratificazione dello gneiss si passa, in senso ascendente, ad una struttura di calcescisti e calcari cristallini e micascisti e micascisti tormaliniferi che insieme costituiscono la formazione predominante dell'intera isola. Procedendo ancora verso l'alto si trova la zona delle "rocce verdi" costituite da prasinite cloritica, prasinite anfibolica, serpentine, serpentinoscisti, talcoscisti e quindi rocce metamorfiche provenienti da eufotidi e da diabasi (Manasse). Una peculiare caratteristica delle rocce di G. consiste nel fatto che esse non contengono resti fossili e pertanto non è possibile esprimere un giudizio attendibile sulla loro età. Sempre Manasse effettuò un'analisi chimica delle diverse conformazioni stratigrafiche a partire dallo gneiss fino alle rocce provenienti da diabasi. Recenti studi (Capponi e altri) esprimono orientamenti di altro tipo. Innanzi tutto l'isola è stata suddivisa in due unità litostratigrafiche in contatto tettonico: quella Metasedimentaria (metareniti e calcescisti) e quella Ofiolitica (serpentiniti, metavulcaniti e metagabbri). Mentre la prima mostrerebbe strette analogie con gli "Schistes Lustrés" delle Alpi Occidentali e della Corsica, la seconda avrebbe forti convergenze litologiche e metamorfiche con le unità oceaniche in scisti blu. L'associazione tettonica tra le due unità in sostanza mostrerebbe una certa correlatività con alcuni settori ed eventi della catena alpina. Queste rocce di superficie, per la loro natura di scarsa compattezza, sottoposte come sono alla continua azione di abrasione da parte dei venti e delle piogge, si sfaldano e si polverizzano con estrema facilità creando gli inconvenienti già riportati. La scarsa consistenza del suolo che ne deriva è comunque tale da consentire il facile attecchimento e la radicazione della vegetazione che è in gran parte costituita da macchia mediterranea. Interessanti studi di mineralogia sono stati effettuati da G. Bracci ed altri autori. (A. Specchia)

## **6. Elaborati cartografici**

### **6.1 Carta delle indagini**

La carta delle indagini è stata realizzata mediante tecnologia GIS, riportando su base topografica tutte le prove presenti nel database organizzato come esposto nel Capitolo 4. Sono stati distinti graficamente gli elementi puntuali e lineari e ad ogni prova è stato assegnato un simbolismo funzione della tipologia d'indagine in ottemperanza agli standard di rappresentazione e archiviazione informativa per la Microzonazione Sismica Versione 4.2.

Tutta la cartografia è stata redatta in scala 1:5.000; per una migliore leggibilità e chiarezza, il territorio è stato suddiviso in otto tavole.

Analizzando la distribuzione areale delle prove si evidenzia una maggior densità nel Capoluogo e nelle frazioni vicine tipo Antignano e Montenero. Per quanto riguarda le altre frazioni, presentano una discreta densità di indagini la frazione di Quercianella e Valle Benedetta, mentre l'Isola di Gorgona, anche in funzione della minore espansione residenziale, risulta meno coperta da indagini di qualsiasi tipologia.

## 6.2 Carta delle frequenze fondamentali dei depositi

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratios) è basata sulla misura dei rapporti medi tra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontale e verticale del rumore sismico ambientale. Le frequenze di risonanza corrispondono ai massimi della funzione che rappresenta rapporti spettrali medi in funzione della frequenza (funzione H/V).

L'ampiezza di questi massimi è proporzionale (anche se non linearmente) all'entità del contrasto di impedenza sismica esistente alla base della copertura. La campagna di misure passive del rumore sismico ambientale ha avuto come obiettivo quello di individuare possibili fenomeni di risonanza sismica e misurare la corrispondente frequenza di vibrazione. Queste misure forniscono indicazioni sul rapporto fra la velocità media delle onde S nella copertura e la profondità del basamento sismico al di sotto del punto di osservazione.

Si può dimostrare che la frequenza di risonanza  $f_0$  di una copertura sedimentaria di spessore  $H$  sovrapposta ad un basamento rigido e in condizioni di stratificazione piana è data dal rapporto fra la velocità media delle onde S nel sedimento  $V_s$  e 4 volte lo spessore  $H$ :

$$f_o = \frac{V_s}{4H}$$

Utilizzando questa relazione è possibile risalire dalla frequenza di risonanza misurata allo spessore della copertura una volta nota la velocità delle onde di taglio, o viceversa a quest'ultima se lo spessore  $H$  è noto. La misura della funzione H/V richiede l'acquisizione del rumore sismico ambientale in un punto per tempi dell'ordine di diverse decine di minuti. Questa durata ha lo scopo di garantire la misura del campo di rumore generato da una molteplicità di sorgenti dalle diverse direzioni dello spazio. La misura va effettuata utilizzando un sistema di acquisizione tridimensionale caratterizzato da sufficiente sensibilità. I dati raccolti vengono analizzati per determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore misurate sui piani orizzontale e verticale. A questo scopo, la serie di rumore ambientale viene suddivisa in segmenti di durata simile per ciascuna delle quali viene determinato lo spettro del moto.

Dopo un opportuno lisciamento, le ordinate spettrali del moto sul piano orizzontale, ottenuto mediando opportunamente i valori ottenuti nelle due direzioni principali, vengono divise per quelle ottenute nella direzione verticale. Per definire la qualità delle misure vengono anche valutate le variazioni temporali e azimutali dei rapporti spettrali nel corso della sessione di misura. L'assenza di massimi della funzione H/V suggerisce l'assenza di fenomeni di amplificazione sismica dovuti a fenomeni di risonanza. Per maggiori dettagli riguardo i dati di acquisizione ed elaborazione delle indagini effettuate per lo studio in oggetto si rimanda alle relazioni tecniche allegate alla presente relazione. In tutto il territorio comunale di Livorno sono state utilizzate 125 misure di rumore divise in classi così come riportato nell'abaco "Toscana Costiera" proposto dalla Regione Toscana in riferimento all'individuazione dei valori di amplificazione per le zone non soggette al terzo livello di approfondimento.

Gli elaborati (Carta delle frequenze fondamentali dei depositi) sono costituiti da una semplice base topografica su cui sono state riportate le misure di rumore colorate in funzione della frequenza di risonanza riscontrata. Inoltre sono state riportate due etichette con indicati i valori di frequenza e rapporto HV di ogni singola misura.







I range di valori usati sono:

- $f_0 < 1 \text{ Hz}$  ;
- $1 \text{ Hz} \leq f_0 < 2 \text{ Hz}$  ;
- $2 \text{ Hz} \leq f_0 < 3 \text{ Hz}$  ;
- $3 \text{ Hz} \leq f_0 < 4 \text{ Hz}$  ;
- $4 \text{ Hz} \leq f_0 < 5 \text{ Hz}$  ;
- $5 \text{ Hz} \leq f_0 < 6 \text{ Hz}$  ;
- $6 \text{ Hz} \leq f_0 < 7 \text{ Hz}$  ;
- $7 \text{ Hz} \leq f_0 < 8 \text{ Hz}$  ;
- $f_0 \geq 8 \text{ Hz}$  ;

Si riportano di seguito brevi descrizioni delle aree investigate con i valori della funzione H/V ottenuti.

### 6.3 Carta geologico-tecnica

La descrizione della carta geologico-tecnica è stata adeguata al nuovo standard di rappresentazione e archiviazione. Le carte geologico tecniche sono state redatte per ogni area investigata e rappresentano, secondo quanto previsto dalle norme ICMS (versione 4.01 – ottobre 2017), l'elaborato di compendio di tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche ed idrogeologiche) necessarie alla definizione del modello di sottosuolo e funzionali alla carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS). Le unità geologico-litologiche vengono distinte tra terreni di copertura, con spessore minimo di 3,0 m, e substrato geologico rigido o non rigido, per giungere ad una standardizzazione delle informazioni relative agli aspetti geologici e litotecnici. La suddivisione dei litotipi in classi predefinite permette, così, di identificare situazioni litostratigrafiche potenzialmente suscettibili di amplificazione locale o di instabilità. Le tipologie dei terreni di copertura in base alle caratteristiche litologiche e i relativi codici corrispondenti vengono descritti utilizzando l'Unified Soil Classification System (ASTM, 1985, modificato) come di seguito presentato:

Terreni di copertura		
	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
	GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
	GC	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
	SW	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose
	SP	Sabbie pulite con granulometria poco assortita
	SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
	SC	Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla
	OL	Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità
	OH	Argille organiche di media-alta plasticità, limi organici
	MH	Limi inorganici, sabbie fini, Limi micacei o diatomitici
	ML	Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
	CL	Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
	CH	Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse
	PT	Torbe ed altre terre fortemente organiche
	LC	Litoide di copertura

In aggiunta per i terreni di copertura vengono riportati i codici relativi agli ambienti di possibile genesi e deposizione dei terreni di copertura.

<b>Ambiente vulcanico</b>	
Colate/spandimenti/cupole/domi/dicchi/coni lavici	la
Piroclastiti	pc
Scorie laviche	sc
Coltri ignimbritiche/tufi	ig
<i>Lahar</i> (colate di fango)	lh
Depositi epiclastici	ep
<b>Ambiente di versante</b>	
Falda detritica	fd
Conoide detritica	cd
Conoide di deiezione	cz
Eluvi/colluvi	ec
<b>Ambiente fluvio - lacustre</b>	
Argine/barre/canali	es
Piana deltizia	dl
Piana pedemontana	pd
Bacino (piana) intramontano	in
Conoide alluvionale	ca
Terrazzo fluviale	tf
Varve	va
Lacustre	lc
Palustre	pa
Piana inondabile	pi
<b>Ambiente carsico</b>	
Riempimento di dolina/ <i>karren</i> / <i>vaschetta/sinkhole</i>	do
Forme costruite presso sorgenti	so
Forme costruite in canyon carsici	cy
Croste calcaree	cc
<b>Ambiente glaciale</b>	
Morena	mr
Deposito fluvio glaciale	fg
Deposito lacustre glaciale	fl
<i>Till</i>	ti
<b>Ambiente eolico</b>	
Duna eolica	de
<i>Loess</i>	ls
<b>Ambiente costiero</b>	
Spiaggia	sp
Duna costiera	dc
Cordone litoraneo	cl
Terrazzo marino	tm
Palude/laguna/stagno/lago costiero	pl
<b>Altro ambiente</b>	zz

Le unità del substrato rigido o non rigido vengono definite tenendo conto della tipologia (lapideo, granulare cementato, coesivo sovraconsolidato, alternanza di litotipi), della stratificazione (qualora esistente) e del grado di fratturazione (secondo una valutazione qualitativa).

Substrato geologico		
IS	IS	Incoerente o poco consolidato
LP	LP	Lapideo
GR	GR	Granulare cementato
CO	CO	Coesivo sovraconsolidato
AL	AL	Alternanza di litotipi
ISS	ISS	Incoerente o poco consolidato, stratificato
LPS	LPS	Lapideo, stratificato
GRS	GRS	Granulare cementato, stratificato
COS	COS	Coesivo sovraconsolidato, stratificato
ALS	ALS	Alternanza di litotipi, stratificato
SFIS	SFIS	Incoerente o poco consolidato fratturato / alterato
SFLP	SFLP	Lapideo fratturato / alterato
SFGR	SFGR	Granulare cementato fratturato / alterato
SFCO	SFCO	Coesivo sovraconsolidato fratturato / alterato
SFAL	SFAL	Alternanza di litotipi fratturato / alterato
SFISS	SFISS	Incoerente o poco consolidato, stratificato fratturato / alterato
SFLPS	SFLPS	Lapideo, stratificato fratturato / alterato
SFGRS	SFGRS	Granulare cementato, stratificato fratturato / alterato
SFCOS	SFCOS	Coesivo sovraconsolidato, stratificato fratturato / alterato
SFALS	SFALS	Alternanza di litotipi, stratificato fratturato / alterato

In tale cartografia sono stati riportati gli elementi tettonico strutturali (faglie e strutture tettoniche certe o presunte con relativo stato di attività, stratificazioni) e gli elementi geologico e idrogeologici puntuali derivanti dai dati di base (profondità del substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo, profondità di sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato rigido, profondità della falda).

Inoltre vengono fornite indicazioni relativamente alle fenomenologie di instabilità di versante (tipologia di instabilità e stato di attività), per le cui definizioni riguardanti lo stato di attività dei versanti il riferimento è il progetto IFFI e in particolare per quest'area le cartografie proposte all'Autorità di Bacino da parte dello studio Geoecoprogetti del Dott. Geol. Gabriele Grandini. Infine vengono presentate le forme morfologiche di superficie e sepolte. Di seguito si riporta brevemente la descrizione delle varie "unità geologico-tecniche" individuate con il dettaglio delle varie formazioni geologiche che a ciascuna di esse si è ritenuto far corrispondere.

#### Terreni di copertura

- Unità geologico-tecnica RI zz: corrisponde ai terreni di riporto contenenti resti di attività antropica (h1, h3 e h5).
- Unità geologico-tecnica GC ec: si tratta di terreni costituiti da ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaie e sabbie di eluvi e colluvi (a3a e aa) .
- Unità geologico-tecnica GC zz: si tratta di terreni costituiti da ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaie e sabbie di ambiente deposizionale non riconducibile a una di quelli catalogati sopra (VILe).
- Unità geologico-tecnica GC pi: si tratta di terreni costituiti da ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaie e sabbie di ambiente deposizionale di piana inondabile (b).
- Unità geologico-tecnica GP cd: si tratta di terreni costituiti da ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia di conoide detritica (g3b).
- Unità geologico-tecnica GP zz: si tratta di terreni costituiti da ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia di ambiente deposizionale non riconducibile a una di quelli catalogati sopra (VILd, ROSb, ROSa, SLEc e VILa).
- Unità geologico-tecnica SW de: si tratta di terreni costituiti da sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose di duna eolica (de).
- Unità geologico-tecnica SW sp: si tratta di terreni costituiti da sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose di spiaggia (g2a e g2b).

- Unità geologico-tecnica SM pi: si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di piana inondabile (b2a, bna e bnb).
- Unità geologico-tecnica SM zz: si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico deposizionale non riconducibile a uno di quelli catalogati sopra (FAAe).
- Unità geologico-tecnica ML zz: si tratta di terreni costituiti da limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico deposizionale non riconducibile a uno di quelli catalogati sopra (RAQ, RAQg, EMO, EMOr e EMOg).
- Unità geologico-tecnica CL zz: si tratta di terreni costituiti da argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente genetico deposizionale non riconducibile a uno di quelli catalogati sopra (FAA).

Per quanto riguarda i corpi di frana, questi sono stati riportati nelle cartografia secondo quanto previsto alla figura 1.1.2-5 delle norme ICMS (versione 4.01 dell'ottobre 2017), evidenziando per ciascun corpo la sua natura (qualora riscontrabile) e lo stato di attività.

#### Substrato geologico rigido o non rigido

- Unità geologico-tecnica ALS: corrisponde al substrato geologico costituito da formazioni costituite da un'alternanza di litotipi (CPG, ACC, OMT, SIL, APA e RCH).
- Unità geologico-tecnica LP: corrisponde al substrato geologico costituito da formazioni rigide, lapidee, non stratificate. A questa unità appartengono i depositi appartenenti alle formazioni GBA, CPGa, SIG, GBB, BRG, BROe.
- Unità geologico-tecnica LPS: corrisponde al substrato geologico costituito da formazioni rigide, lapidee, stratificate. A questa unità appartengono i depositi appartenenti alle formazioni MPC, CPGb, MLL e DSD).

#### **6.4 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)**

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica costituisce il documento fondamentale del primo livello di approfondimento. La carta individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e delle valutazioni dei dati litostratigrafici è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc...).



Le informazioni utilizzate, oltre alla cartografia di base disponibile sono:

- carta delle indagini, precedentemente prodotta per questo livello;
- carte geologiche e geomorfologiche del Piano Strutturale;
- logs litostratigrafici dedotti da dati di sondaggi, pozzi;
- sezioni geologiche;
- carte di dissesto idrogeologico.

Le microzone della carta sono classificate in tre categorie:

- a) zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura;
- b) zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, con effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale;
- c) zone di attenzione per le instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti nel territorio. I principali tipi di instabilità sono: instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive e capaci e cedimenti differenziali.

In questo caso specifico sono state individuate 52 microzone omogenee più 3 microzone stabili che non vanno a concorrere alle zone suscettibili di instabilità:

#### **6.4.1 Zone stabili**

Le zone stabili sono quelle di affioramento del substrato geologico dove non si abbiano notizie di coperture maggiori di 3 metri e/o di amplificazioni dovute a differenze marcate di impedenza acustica tra la copertura alterata e il substrato integro.

Abbiamo individuato tre tipi di zone stabili e cioè con affioramento del substrato lapideo, del substrato lapideo stratificato, o con affioramento del substrato dato da un'alternanza di litotipi.

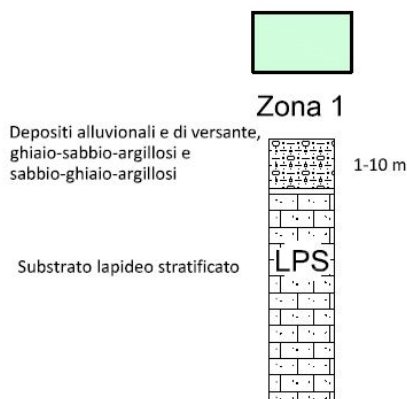
Queste zone equivalgono alle LP, LPS e ALS così come definite nella descrizione della carta geologico-tecnica.

#### **6.4.2 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**

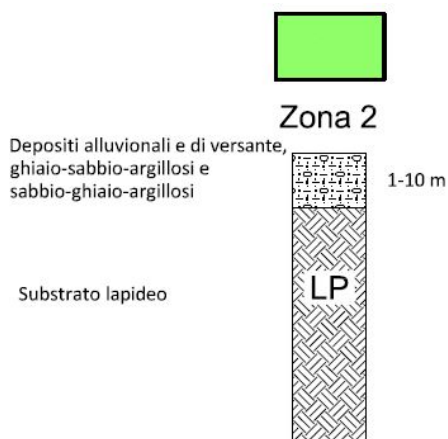
Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono state numerate partendo dalla 1 denominata 2001 così come prevede la normativa.

La descrizione delle zone dalla numero 1 alla numero 51 è stata possibile attraverso la conoscenza dell'area e dopo l'attento studio di tutte le indagini a nostra disposizione. E' stata inoltre inserita la zona 2099 che si riferisce al substrato alterato sul substrato integro.

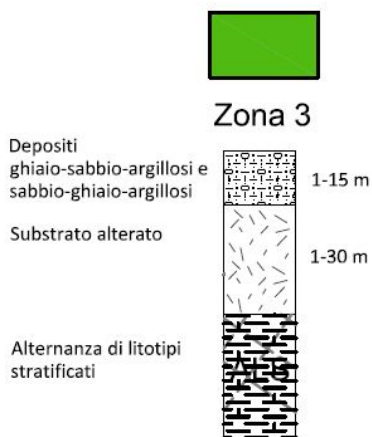
ZONA 2001: si tratta di depositi alluvionali e di versante ghiaio-sabbio-argillosi e sabbio-ghiaio-argillosi (1-10 m) sul substrato lapideo stratificato.



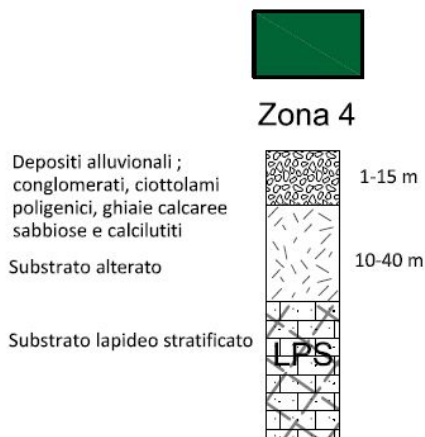
ZONA 2002: si tratta di depositi alluvionali e di versante ghiaio-sabbio-argillosi e sabbio-ghiaio-argillosi (1-10 m) sul substrato lapideo.



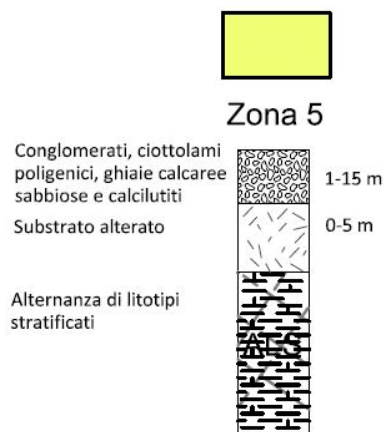
ZONA 2003: si tratta di ghiaio-sabbio-argillosi e sabbio-ghiaio-argillosi (1-15 m), su substrato alterato (1-30 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



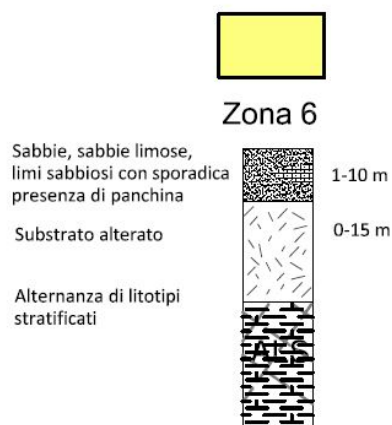
ZONA 2004: si tratta di depositi alluvionali, conglomerati, ciottolami poligenici, ghiaie calcaree sabbiose e calcilutiti (1-15 m), su substrato alterato (10-40 m), sul substrato costituito di litotipi lapidei stratificati.



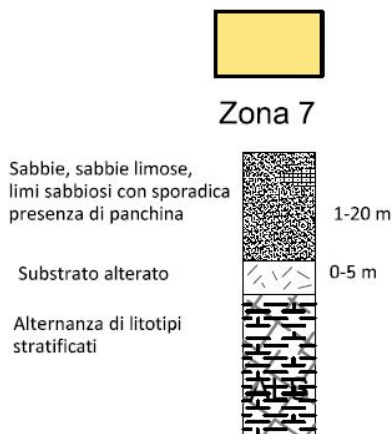
ZONA 2005: si tratta di conglomerati, ciottolami poligenici, ghiaie calcaree sabbiose e calcilutiti (1-15 m), su substrato alterato (0-5 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



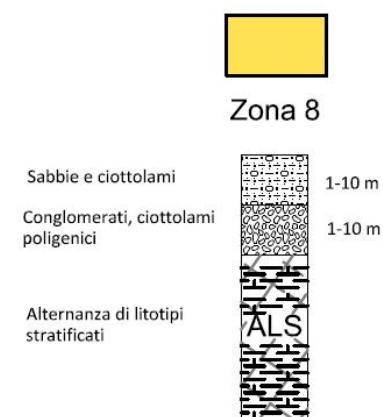
ZONA 2006: si tratta di sabbie, sabbie limose, limi sabbiosi con sporadica presenza di panchina (1-10 m), su substrato alterato (0-15 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



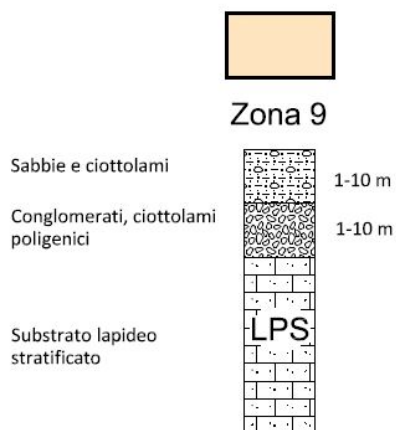
ZONA 2007: si tratta di sabbie, sabbie limose, limi sabbiosi con sporadica presenza di panchina (1-20 m), su substrato alterato (0-5 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



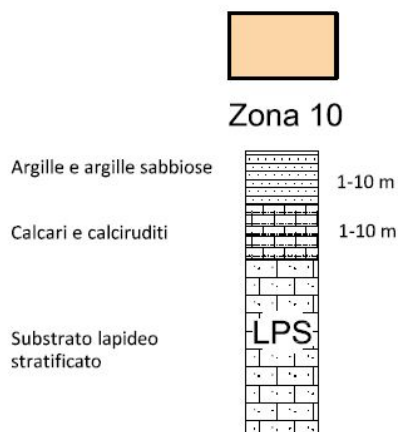
ZONA 2008: si tratta di sabbie e ciottolami (1-10 m), su conglomerati e ciottolami poligenici (1-10 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



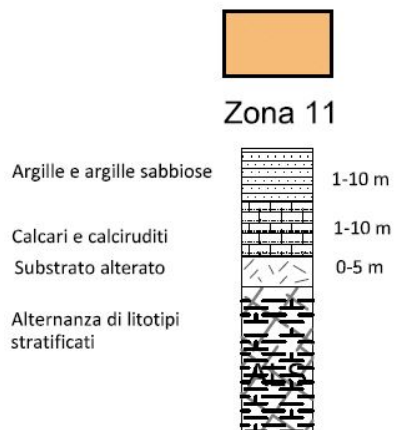
ZONA 2009: si tratta di sabbie e ciottolami (1-10 m), su conglomerati e ciottolami poligenici (1-10 m), sul substrato lapideo stratificato.



ZONA 2010: si tratta di argille e argille sabbiose (1-10 m), su calcari e calciruditi (1-10 m), sul substrato lapideo stratificato.



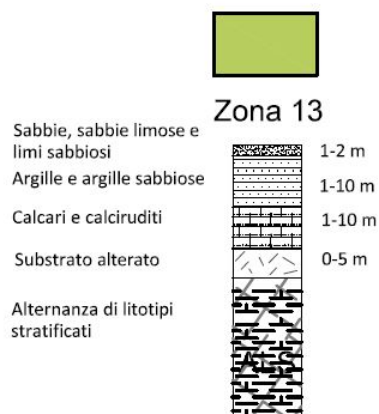
ZONA 2011: si tratta di argille e argille sabbiose (1-10 m), su calcari e calciruditi (1-10 m), su substrato alterato (1-10 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



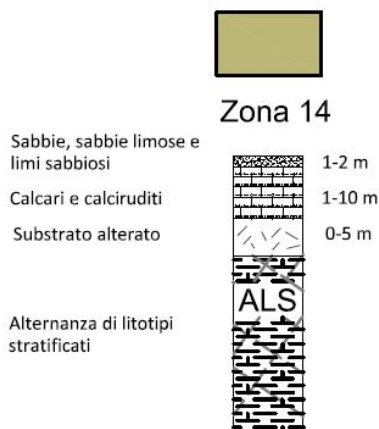
ZONA 2012: si tratta di sabbie e ciottolami (1-2 m), su argille e argille sabbiose (1-10 m), su calcari e calciruditi (1-10 m), su substrato alterato (0-5 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



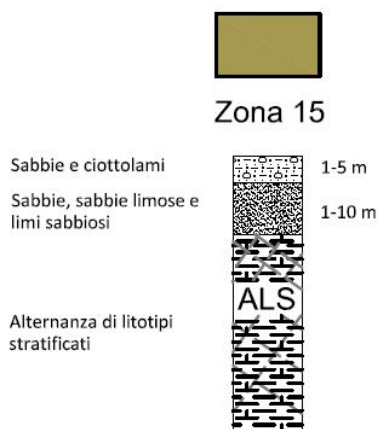
ZONA 2013: si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-2 m), su argille e argille sabbiose (1-10 m), su calcari e calciruditi (1-10 m), su substrato alterato (0-5 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



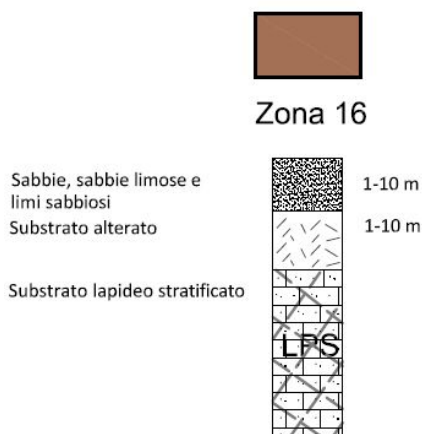
ZONA 2014: si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-2 m), su calcari e calciruditi (1-10 m), su substrato alterato (0-5 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



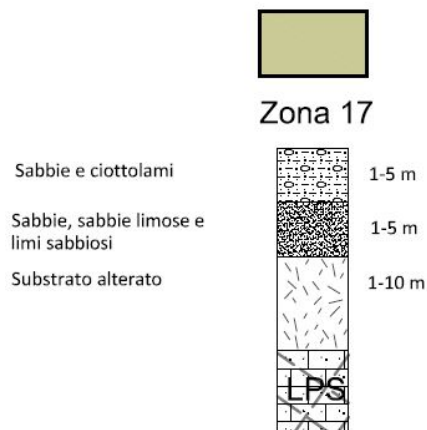
ZONA 2015: si tratta di sabbie e ciottolami (1-5 m), su sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



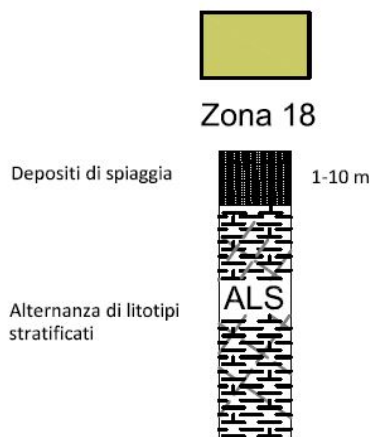
ZONA 2016: si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), su substrato alterato (1-10 m), sul substrato lapideo stratificato.



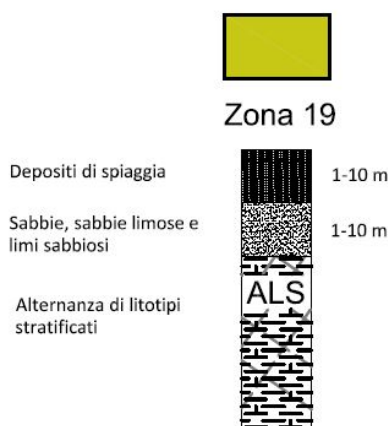
ZONA 2017: si tratta di sabbie e ciottolami (1-5 m), su sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-5 m), su substrato alterato (1-10 m), sul substrato lapideo stratificato.



ZONA 2018: si tratta di depositi di spiaggia (1-10 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



ZONA 2019: si tratta di depositi di spiaggia (1-10 m), su sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.

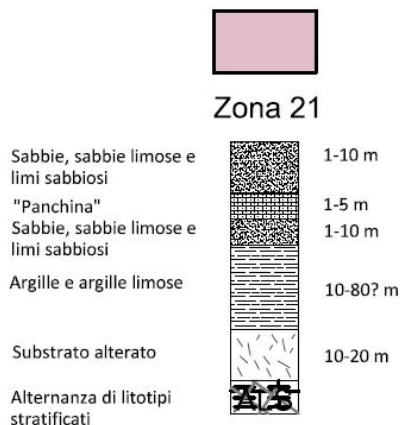


ZONA 2020: si tratta di depositi di spiaggia (1-5 m), su sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-5 m), sulla panchina (1-5 m), su sabbie e ciottolami (1-5 m), su substrato alterato (0-5 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.

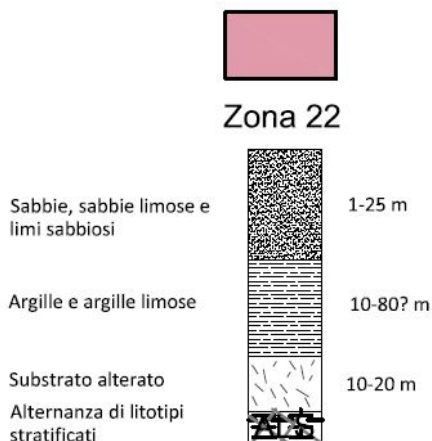




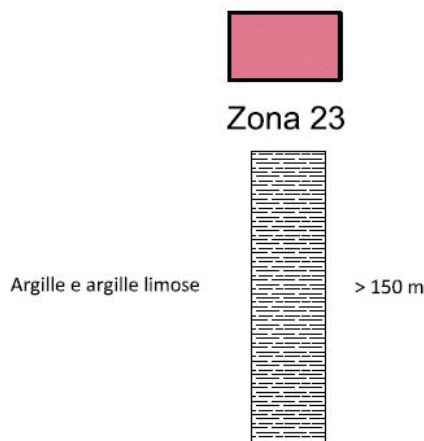
ZONA 2021: si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), sulla panchina (1-5 m), su sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), su argille e argille limose (10-80? m), su substrato alterato (10-20 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



ZONA 2022: si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), su argille e argille limose (10-80? m), su substrato alterato (10-20 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



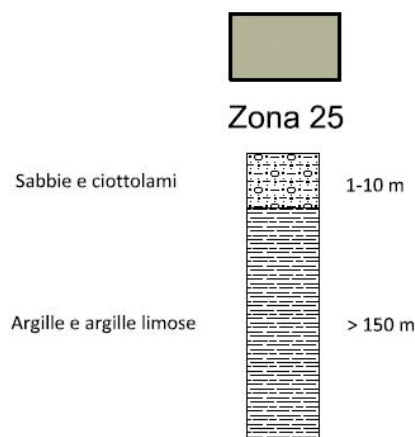
ZONA 2023: si tratta di argille e argille limose (> 150 m).



ZONA 2024: si tratta di sabbie e ciottolami (1-5 m), sulla panchina (1-5 m), su argille e argille limose (> 130 m).



ZONA 2025: si tratta di sabbie e ciottolami (1-10 m), su argille e argille limose (> 150 m).



ZONA 2026: si tratta di depositi di spiaggia (1-5 m), su sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-5 m), sulla panchina (1-5 m), su sabbie e ciottolami (1-5 m), su argille e argille limose (1-100 m), su substrato alterato (10-20 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



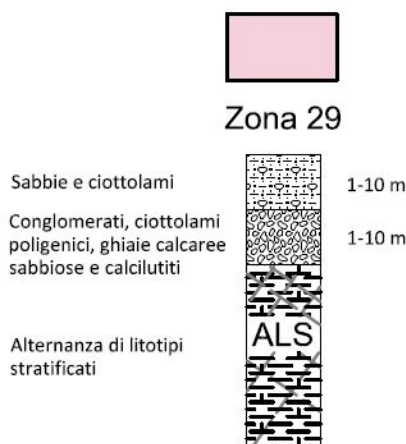
ZONA 2027: si tratta di conglomerati, ciottolami poligenici, ghiaie calcaree sabbiose e calcilutiti (1-15 m), su argille e argille limose (10-30 m), su substrato alterato (20-35 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



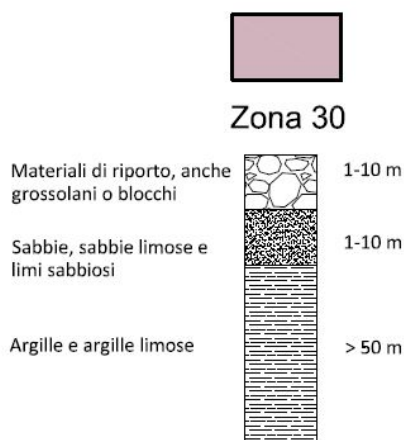
ZONA 2028: si tratta di argille e limi con lenti di gessi (1-20 m).



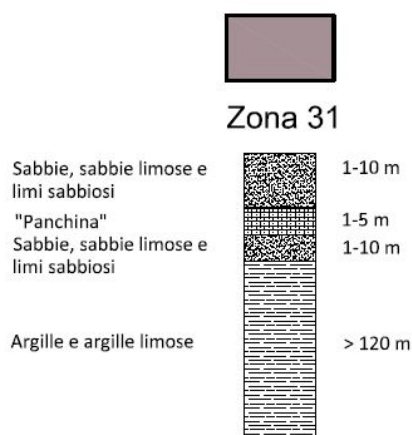
ZONA 2029: si tratta di sabbie e ciottolami (1-10 m), su conglomerati, ciottolami poligenici, ghiaie calcaree sabbiose e calcilutiti (1-10 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



ZONA 2030: si tratta di materiali di riporto anche grossolani o blocchi (1-10 m), su sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), su argille e argille limose (> 50 m).



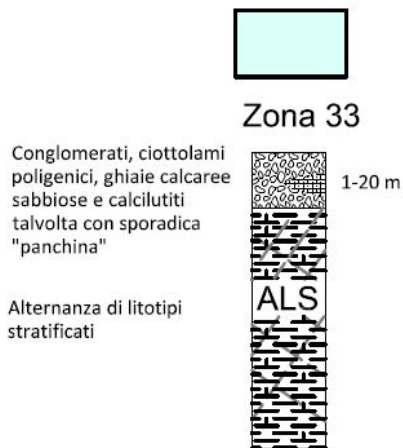
ZONA 2031: si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), su panchina (1-5 m), su sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), su argille e argille limose (> 120 m).



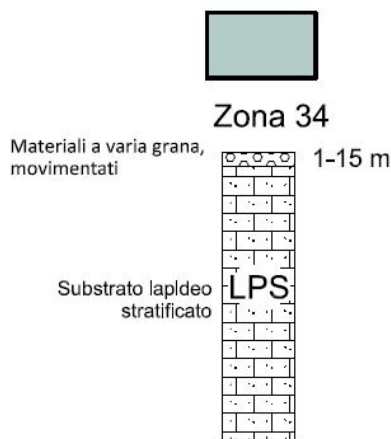
ZONA 2032: si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-30 m), su substrato alterato (10-60 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



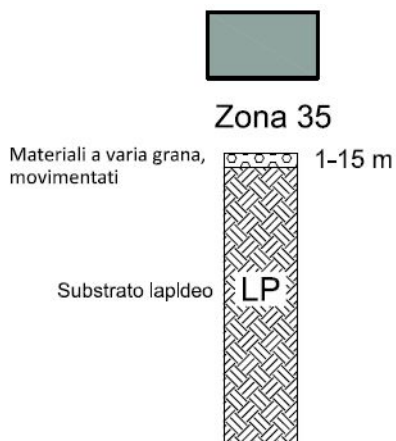
ZONA 2033: si tratta di conglomerati, ciottolami poligenici, ghiaie calcaree sabbiose e calcilutiti talvolta con sporadica panchina (1-20 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



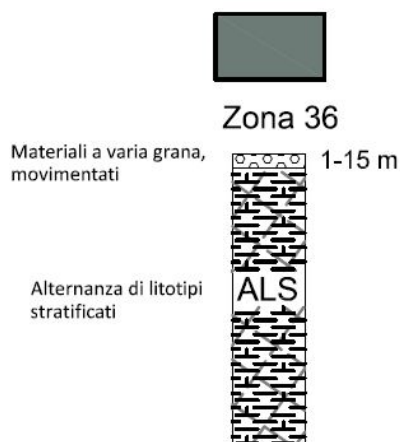
ZONA 2034: si tratta di materiali a varia grana movimentati (1-15 m), sul substrato lapideo stratificato.



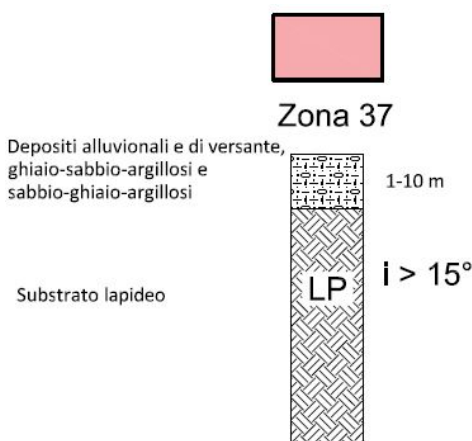
ZONA 2035: si tratta di materiali a varia grana movimentati (1-15 m), sul substrato lapideo.



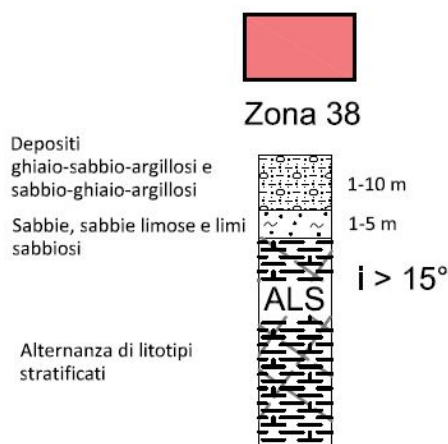
ZONA 2036: si tratta di materiali a varia grana movimentati (1-15 m), sul substrato costituito da un'alternanza di litotipi stratificati.



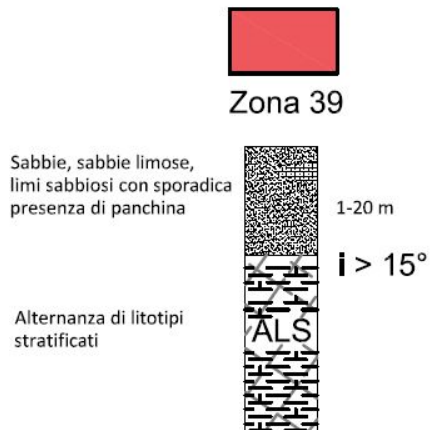
ZONA 2037: si tratta di depositi alluvionali e di versante ghiaio-sabbio-argillosi e sabbio-ghiaio-argillosi (1-10 m) con pendenza in superficie maggiore di 15°, sul substrato lapideo.



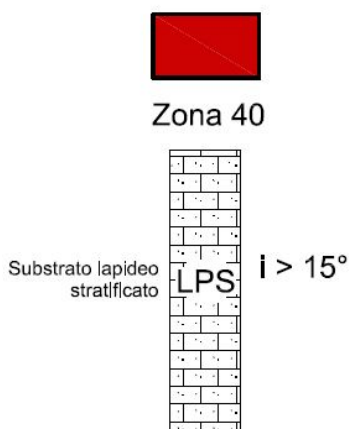
ZONA 2038: si tratta di depositi ghiaio-sabbio-argillosi e sabbio-ghiaio-argillosi (1-10 m), su sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-5 m) con pendenza in superficie maggiore di 15°, sul substrato costituito da un'alternanza di litotipi stratificati.



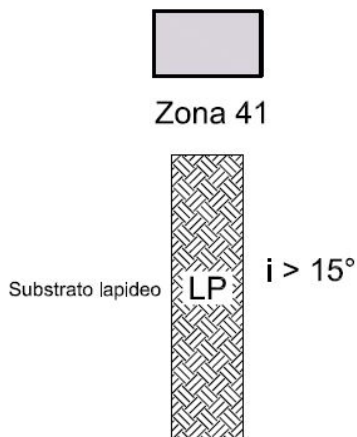
ZONA 2039: si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi con sporadica presenza di panchina (1-20 m) con pendenza in superficie maggiore di 15°, sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



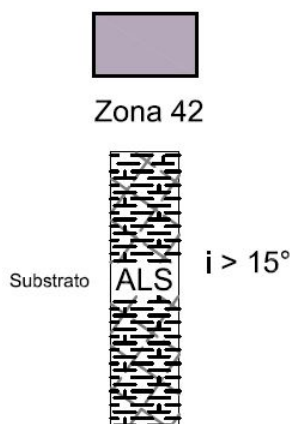
ZONA 2040: si tratta di substrato lapideo stratificato con pendenza in superficie maggiore di 15°.



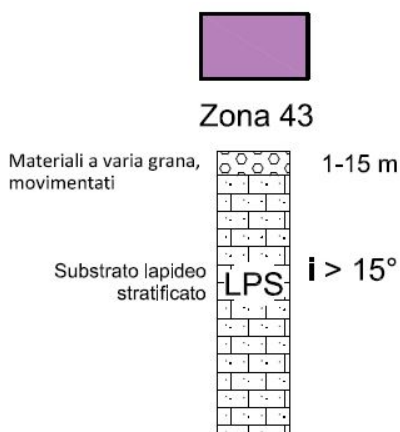
ZONA 2041: si tratta di substrato lapideo con pendenza in superficie maggiore di 15°.



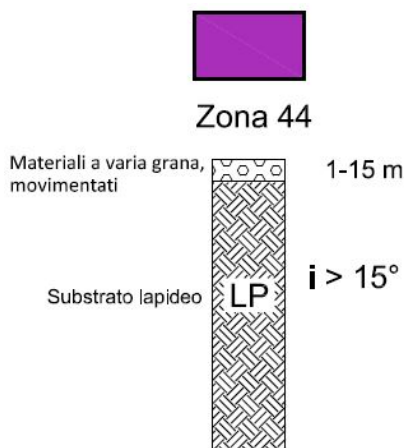
ZONA 2042: si tratta substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati con pendenza in superficie maggiore di 15°.



ZONA 2043: si tratta di materiali a varia grana movimentati (1-15 m) con pendenza in superficie maggiore di 15°, sul substrato lapideo stratificato.

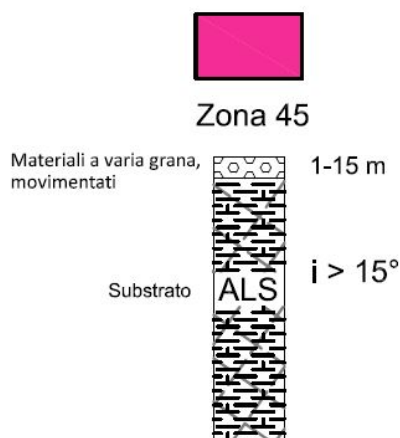


ZONA 2044: si tratta di materiali a varia grana movimentati (1-15 m) con pendenza in superficie maggiore di 15°, sul substrato lapideo.





ZONA 2045: si tratta di materiali a varia grana movimentati (1-15 m) con pendenza in superficie maggiore di 15°, sul substrato costituito da un'alternanza di litotipi stratificati.



ZONA 2046: si tratta di depositi ghiaio-sabbio-argillosi e sabbio-ghiaio-argillosi (1-15 m), sul substrato alterato (10-80 m), sul substrato costituito da un'alternanza di litotipi stratificati.



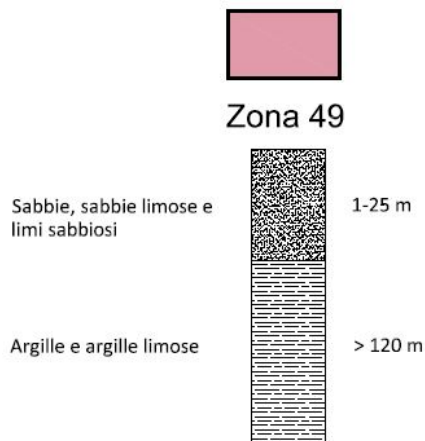
ZONA 2047: si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi con sporadica presenza di panchina (1-20 m), su depositi ghiaio-sabbio-argillosi e sabbio-ghiaio-argillosi (1-5 m) su substrato alterato (10-80 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



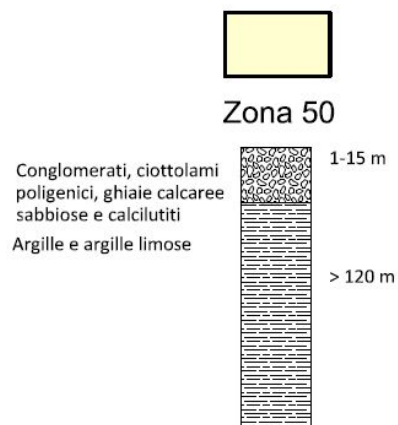
ZONA 2048: si tratta di depositi di spiaggia (1-5 m), su sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi con sporadica presenza di panchina (1-5 m), sulla panchina (1-5 m), su sabbie e ciottolami (1-5 m), su substrato alterato (10-80 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



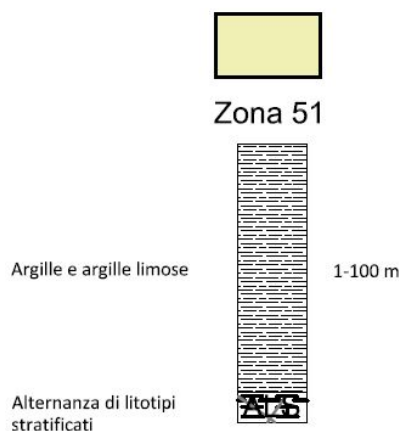
ZONA 2049: si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-25 m), su argille e argille limose (>120 m).



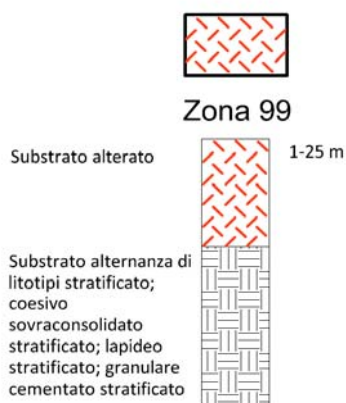
ZONA 2050: si tratta di conglomerati, ciottolami poligenici, ghiaie calcaree sabbiose e calcilutiti (1-15 m), su argille e argille limose (>120 m).



ZONA 2051: si tratta di argille e argille limose (1-100 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.



ZONA 2099: si tratta di substrato alterato (1-25 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati, da litotipi lapidei stratificati o litotipi lapidei.



Il passaggio tra MS1 e MS2 è avvenuto tramite l'abaco "Toscana Costiera", usando i valori degli HV e dei profili di velocità ottenuti dalle indagini.

La zona della piana è stata studiata invece attraverso apposite analisi RSL (MS3) per la definizione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica.

Per le zone sprovviste di misure di rumore e/o di profili di velocità attendibili sono stati scelti i valori di amplificazioni desunti da zone stratigraficamente e litologicamente simili. Per zone che presentavano più misure di rumore e profili di Vsh o Vs30 sono stati scelti i valori più cautelativi dei coefficienti di amplificazione.

Alleghiamo di seguito la tabella che riporta la corrispondenza tra le zone MOPS e i relativi coefficienti di amplificazione in funzione della  $V_{s\text{media}}$  (scelta tra quelle che davano il coefficiente di amplificazione più prudentiale) e della frequenza di sito  $f_0$  (scelta tra quelle che davano il coefficiente di amplificazione più prudentiale).

Zona	$V_{s\text{ medio}}$	$f_0$	FA0105	FA0408	FA0711
2001	300	2.5	1.7	2.1	1.8
2002	300	2.5	1.7	2.1	1.8
2003	300	2.5	1.7	2.1	1.8
2004	500	1.5	1.2	1.4	1.6
2005	500	5.5	1.4	1.2	1.2
2006	500	5.5	1.4	1.2	1.2
2007	500	5.5	1.4	1.2	1.2
2008	500	5.5	1.4	1.2	1.2
2009	500	5.5	1.4	1.2	1.2
2010	500	5.5	1.4	1.2	1.2
2011	500	7.5	1.5	1.2	1.2
2012	500	7.5	1.5	1.2	1.2
2013	500	7.5	1.5	1.2	1.2
2014	500	5.5	1.4	1.2	1.2
2015	500	≥ 8	1.3	1.2	1.2
2016	500	5.5	1.4	1.2	1.2
2017	500	5.5	1.4	1.2	1.2
2018	300	2.5	1.7	2.1	1.8
2019	500	2.5	1.3	1.4	1.4
2019	<b>MS3</b>				
2020	300	2.5	1.7	2.1	1.8
2021	<b>MS3</b>				
2022					
2023					
2024					
2025					
2026	300	< 1	1.2	1.4	1.5
2027	300	1.5	1.4	1.9	1.9
2028	<b>MS3</b>				
2029	300	3.5	1.7	1.7	1.5
2030	500	< 1	1.1	1.2	1.3
2031	<b>MS3</b>				
2032					
2033	500	5.5	1.4	1.2	1.2
2034	300	4.5	1.8	1.6	1.7
2035	300	4.5	1.8	1.6	1.7
2036	300	4.5	1.8	1.6	1.7
2037	300	≥ 8	1.7	1.6	2.2

2038	300	≥ 8	1.7	1.6	2.2
2039	300	6.5	1.5	1.5	1.5
2040	700	75° perc	1.1	1.1	1.2
2041	700	75° perc	1.1	1.1	1.2
2042	700	75° perc	1.1	1.1	1.2
2043	300	4.5	1.8	1.6	1.7
2044	300	4.5	1.8	1.6	1.7
2045	300	4.5	1.8	1.6	1.7
2046	300	1.5	1.4	1.9	1.9
2047	300	1.5	1.4	1.9	1.9
2048	300	1.5	1.4	1.9	1.9
2049	<b>MS3</b>				
2050	300	< 1	1.2	1.4	1.5
2051	<b>MS3</b>				
2099	500	6.5	1.2	1.1	1.2

Per le zone 2030, 2040, 2041 e 2042 è stato scelto di sostituire il coefficiente FA0105 = 1 come risultante dall'abaco, con il coefficiente FA0105 = 1.1 per non farle risultare alla stregua di zone stabili.

#### 6.4.3 Zone di attenzione per instabilità

Le zone di attenzione per instabilità cartografate nell'area oggetto di studio sono riferibili a due tipi di instabilità: fenomeni di instabilità gravitativa e aree interessate da liquefazione di Tipo 1.

Per quanto concerne le prime nel territorio sono cartografate prevalentemente sui rilievi collinari a Sud-Est dell'Ardenza e dietro l'abitato di Antignano. Sono di tipo attivo e quiescente. Tali aree sono state classificate come zone di attenzione per instabilità in quanto in occasione di eventi sismici di rilevante importanza, tali fenomeni potrebbero riattivarsi.

Le zone suscettibili di liquefazione sono riportate nel seguito della trattazione in riferimento alle Carte di Microzonazione Sismica di Terzo livello, infatti tale problematica è stata chiarita quantitativamente attraverso l'analisi delle CPTu e dei profili di Vs ottenuti dalle prove di campagna.

#### 6.5 Valutazione della qualità della cartografia

Al fine di valutare la qualità della cartografia è stata elaborata dal gruppo di lavoro MS una procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1. La procedura consiste nella realizzazione di una griglia con maglia quadrata di lato 250 m orientate N-S ed E-O, che viene applicata sopra la carta delle indagini e per ogni quadrato della maglia vengono considerati il numero dei sondaggi a distruzione, dei sondaggi a carotaggio continuo, delle prove geotecniche in situ e delle misure di frequenza presenti. In funzione del numero delle prove, della percentuale di celle

occupate, del numero di prove che raggiungono il substrato per le prove geotecniche e della classe di affidabilità delle misura di frequenza viene affidato un punteggio, determinabile dalla tabella seguente.

**Tabella 1** – Quadro riassuntivo dei parametri e dei relativi indicatori con l’attribuzione dei pesi e dei punteggi

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarellò et alii)*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

\* D. Albarello, C. Cesi, V. Eulilli, F. Guerrini, E. Lunedei, E. Paolucci, D.Pileggi, L.M. Pizzilli - Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroarec abruzzesi. In stampa su Boll. Geofis. Teor. Appl.

Il punteggio viene affidato anche alla carta geologico-tecnica in funzione dell’anno di rilevamento, del progetto e della scala di rilevamento. La percentuale che determina la successiva classe di affidabilità viene calcolata in funzione della formula che segue.

$$FQ = \left[ \frac{100}{\sum_{i=1}^I P_i} \right] \sum_{i=1}^I P_i \left( \sum_{j=1}^{J_i} \frac{S_{ij}}{J_i} \right) = \left[ \frac{100}{4} \right] \sum_{i=1}^I P_i \left( \sum_{j=1}^{J_i} \frac{S_{ij}}{J_i} \right)$$

In base alla percentuale così ottenuta vengono suddivise le seguenti categorie che indicano anche una successiva istruzione per migliorare la qualità della carta:

- Classe A, valori superiori al 75%, indicazioni nessuna, carta di Livello 1 di ottima qualità;
- Classe B, valori intervallo 50%-74%, indicazioni: migliorare almeno uno dei parametri;
- Classe C, valori intervallo 25 %-49%, indicazioni: programmare indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità;
- Classe D, valori inferiori al 25%; indicazioni: la carta di livello 1 è di scarsa qualità a non risponde ai requisiti minimi richiesti dagli ICMS e dalle suddette specifiche.

Nel caso specifico vengono di seguito riportati i risultati di classe di affidabilità ottenuti per il Capoluogo e le varie frazioni.

**-LIVORNO:** percentuale ottenuta 76.17 %; **Classe A**

Carta Geol-tec	0.99
Sond. Distruzione	0.38
Sond. Car. Cont.	0.77
Ind. Geofisiche	0.27
Altre prove	0.14
Frequenze di sito	0.49

**FQ** 76.17

**-QUERCIANELLA:** percentuale ottenuta 54.08 %; **Classe B**

Carta Geol-tec	0.99
Sond. Distruzione	0.16
Sond. Car. Cont.	0.33
Ind. Geofisiche	0.11
Altre prove	0.08
Frequenze di sito	0.49

**FQ** 54.08

**-GORGONA:** percentuale ottenuta 34,96 %; **Classe C**

Carta Geol-tec	0.99
Sond. Distruzione	0.00
Sond. Car. Cont.	0.00
Ind. Geofisiche	0.16
Altre prove	0.00
Frequenze di sito	0.25

**FQ** 34.96

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
<b>A</b>	<b><math>\geq 75\%</math></b>	Carta di livello 1 di ottima qualità
<b>B</b>	<b>50%-74%</b>	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri
<b>C</b>	<b>25%-49%</b>	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità
<b>D</b>	<b><math>\leq 25\%</math></b>	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS08 e Linee Guida Regione Toscana

Le percentuali sono tutte sopra al minimo richiesto del 25 % perché la carta delle Microzone Omogene in Prospettiva Sismica rispetti i requisiti per questo livello di approfondimento.

Inoltre tali percentuali rispecchiano chiaramente quella che è la distribuzione di indagini e di conoscenza nelle aree studiate, attestandosi a valori alti per Livorno, e medi per le altre località per le quali sarebbe opportuno un approfondimento di indagine attraverso l'esecuzione di ulteriori indagini o attraverso il miglioramento, se possibile, di quelle esistenti.

## 6.6 Carta di Microzonazione Sismica

Le carte di microzonazione sismica di terzo livello sono state redatte, seguendo le specifiche tecniche riportate negli ICMS2008 e s.m.i. e gli standard di rappresentazione e archiviazione informatica versione 4.2 per la rappresentazione cartografica.

Tali carte sono state prodotte relativamente all'area sottoposta al terzo livello, ovvero, alla porzione del territorio comunale di Livorno ricompresa nella piana alluvionale dove sorge il centro abitato del capoluogo, dove sono stati applicati i fattori di amplificazione calcolati mediante RSL; e alle aree approfondite al secondo livello, dove sono stati applicati i coefficienti di amplificazione ricavati mediante l'abaco "Toscana Costiera".

L'area di studio approfondita al terzo livello è caratterizzata dalla presenza di 10 zone, sia stabili suscettibili di amplificazione che instabili, per ciascuna delle quali sono stati calcolati, mediante modellazioni numeriche di Risposta Sismica Locale (RSL), i coefficienti di amplificazione.





**Toscana costiera**

		FA 0.1 < T < 0.5 s									
		f0 (Hz)									
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥8	75° perc.
Vs30 (m)	<200	1.3	1.4	2.1							1.4
	300	1.2	1.4	1.7	1.7	1.8	1.5	1.5	1.1	1.7	1.4
	500	1.0	1.2	1.3	1.5	1.5	1.4	1.2	1.5	1.3	1.2
	700	0.9	1.1	1.3			1.4	0.9	1.2	1.1	1.0
	≥800	0.8	0.8								0.8

		FA 0.4 < T < 0.8 s									
		f0 (Hz)									
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥8	75° perc.
Vs30 (m)	<200	1.8	2.2	2.9							2.0
	300	1.4	1.9	2.1	1.7	1.6	1.5	1.5	1.1	1.6	1.6
	500	1.2	1.4	1.4	1.5	1.3	1.2	1.1	1.2	1.2	1.3
	700	1.1	1.3	1.5			1.5	0.9	1.1	1.1	1.1
	≥800	0.9	0.9								0.9

		FA 0.7 < T < 1.1 s									
		f0 (Hz)									
		<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥8	75° perc.
Vs30 (m)	<200	2.1	2.7	2.6							2.5
	300	1.5	1.9	1.8	1.5	1.7	1.7	1.5	1.1	2.2	1.6
	500	1.3	1.6	1.4	1.6	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3
	700	1.1	1.5	1.3			1.4	0.9	1.0	1.2	1.2
	≥800	1.0	1.0								1.0

		CLASSI	
Vs30 (m)	Vs < 200	1.5	f0 < 1
	300 < 200 ≤ Vs < 400	2.5	1 ≤ f0 < 2
	500 < 400 ≤ Vs < 600	3.5	2 ≤ f0 < 3
	700 < 600 ≤ Vs < 800	4.5	3 ≤ f0 < 4
	Vs ≥ 800	5.5	4 ≤ f0 < 5
fz (Hz)	1.5	5 ≤ f0 < 6	
	2.5	6 ≤ f0 < 7	
	3.5	7 ≤ f0 < 8	
	4.5	≥ 8	
	5.5		

Il coefficiente di amplificazione è stato scelto per ogni microzona in base alla Vs30 o alla Vs30 e alle misure di rumore H/V e mappato sulle carte di microzonazione sismica.

Sono state quindi redatte 4 carte di Microzonazione Sismica in base ai fattori FA0105, FA0408, FA0711 e FMax, e la carta degli spettri.

L'attribuzione dei coefficienti di amplificazione alle microzone sprovviste di un profilo di velocità è stata eseguita in base a similarità litostratigrafiche e geologiche con altre microzone che invece ne erano provviste. Per le microzone con più valori di velocità e profondità del substrato la scelta dei fattori di amplificazione è stata condotta in direzione della massima cautela e quindi scelte le combinazioni con i valori più alti.

Di seguito invece si descrive la procedura utilizzata per la modellazione della risposta sismica locale e si descrivono i dati di input utilizzati per ciascuna zona omogenea studiata e i relativi risultati ottenuti.

## **7. Metodologie di elaborazione e risultati**

### **7.1 Modellazione numerica della Risposta Sismica Locale (RSL)**

Le analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) di tipo monodimensionale sono state realizzate utilizzando il software Strata (versione alfa rev. 0.8.0).

La procedura ha previsto la definizione della stratigrafia della zona di riferimento individuando una copertura composta da vari strati e un substrato sismico posto ad una determinata profondità.

Ad ogni strato della copertura è stata attribuita una curva di degradazione del modulo di taglio e una curva dello smorzamento in funzione della deformazione in base alla litologia prevalente. Successivamente è stato definito, sulla base dei risultati delle indagini geofisiche condotte in ciascuna zona, un profilo di velocità delle onde di taglio fino a raggiungere il substrato sismico. Sono stati poi inseriti gli input sismici caratterizzati da 7 accelerogrammi scalati e spettro compatibili, forniti da Regione Toscana e riportati nella cartellina indagini/documenti/accelerogrammi.

Per ogni Zona indicata nelle MOPS è stato effettuato il confronto fra i Fattori di Amplificazione calcolati attraverso la RSL, rappresentanti la miglior stima quantitativa dell'effetto di amplificazione sismica, e quelli derivati dall'Abaco maggiormente compatibile rispetto alle caratteristiche litologiche e geofisiche locali.

Mediamente tale confronto ha evidenziato una buona corrispondenza tra i valori calcolati attraverso le modellazioni di RSL (MS3) e quelli derivati dagli Abachi (MS2). Solo in alcuni casi e per determinati intervalli di periodo gli FA da Abaco hanno fornito una sottostima rispetto alle analisi RSL. Sono anche risultati casi di leggera sovrastima dei fattori di amplificazione da abaco, dimostrando quindi comunque la buona affidabilità degli Abachi Regionali nel fornire una stima speditiva dei Fattori di Amplificazione.

### **ZONA 2019**

Si tratta di depositi di spiaggia (1-10 m), su sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.

Lo spettro utilizzato è denominato "LivornoPSAO06\_m" ed è contenuto nella cartella Spettri/Zona 19/Spettri medi, allegata al materiale del presente studio.

Per un maggior dettaglio della stratigrafia utilizzata, del profilo di velocità individuato, dello spettro risultante e dei fattori di amplificazione calcolati per la Zona 2019 si rimanda all'Allegato 3 – Zona 19.

La Zona 2019 presenta una Vs30 o Vseq generalmente tra 360 m/s e 800 m/sec, dunque ai sensi nelle N.T.C. 2018, può essere ricompresa nella categoria di sottosuolo B: "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."

Di seguito si propone un confronto tra i fattori di amplificazione ottenuti mediante analisi di Risposta Sismica Locale e i fattori di amplificazione consultabili sull'abaco regionale di riferimento per l'area di studio (Toscana Costiera).

I parametri di ingresso nell'abaco regionale per la Zona 19 sono:

$400 \leq V_{s30} < 600$  e  $4 \leq f_0 < 5$ .

	FA0105	FA0408	FA0711
ABACO Toscana Costiera	1.5	1.3	1.3
RSL ZONA 2019	<b>1.51</b>	<b>1.18</b>	<b>1.08</b>

Come si evince dalla tabella sopra, i fattori di amplificazione ricavati tramite analisi di Risposta Sismica Locale sono piuttosto simili a quelli che si trovano nell'abaco regionale di riferimento anche se superiori come valore assoluto.

## ZONA 2021

Si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), sulla panchina (1-5 m), su sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), su argille e argille limose (10-80? m), su substrato alterato (10-20 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.

Lo spettro utilizzato è denominato "LivornoPSAO01\_m" ed è contenuto nella cartella Spettri/Zona 21/Spettri medi, allegata al materiale del presente studio.

Per un maggior dettaglio della stratigrafia utilizzata, del profilo di velocità individuato, dello spettro risultante e dei fattori di amplificazione calcolati per la Zona 2021 si rimanda all'Allegato 3 – Zona 21.

La Zona 2021 presenta una Vs30 o Vseq generalmente inferiore ai 360 m/s, dunque ai sensi nelle N.T.C. 2018, può essere ricompresa nella categoria di sottosuolo C: “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.”

Di seguito si propone un confronto tra i fattori di amplificazione ottenuti mediante analisi di Risposta Sismica Locale e i fattori di amplificazione consultabili sull’abaco regionale di riferimento per l’area di studio (Toscana Costiera).

I parametri di ingresso nell’abaco regionale per la Zona 21 sono:

$$200 \leq V_{s30} < 400 \text{ e } 1 \leq f_0 < 2.$$

	FA0105	FA0408	FA0711
ABACO Toscana Costiera	1.4	1.9	1.9
RSL ZONA 2021	<b>1.26</b>	<b>1.6</b>	<b>1.49</b>

Come si evince dalla tabella sopra, i fattori di amplificazione ricavati tramite analisi di Risposta Sismica Locale sono piuttosto simili a quelli che si trovano nell’abaco regionale di riferimento anche se inferiori come valore assoluto.

## ZONA 2022

Si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), su argille e argille limose (10-80? m), su substrato alterato (10-20 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.

Lo spettro utilizzato è denominato "LivornoPSAO02\_m" ed è contenuto nella cartella Spettri/Zona 22/Spettri medi, allegata al materiale del presente studio.

Per un maggior dettaglio della stratigrafia utilizzata, del profilo di velocità individuato, dello spettro risultante e dei fattori di amplificazione calcolati per la Zona 2022 si rimanda all’Allegato 3 – Zona 22.

La Zona 2022 presenta una Vs30 o Vseq generalmente inferiore ai 360 m/s, dunque ai sensi nelle N.T.C. 2018, può essere ricompresa nella categoria di sottosuolo C: “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.”

Di seguito si propone un confronto tra i fattori di amplificazione ottenuti mediante analisi di Risposta Sismica Locale e i fattori di amplificazione consultabili sull’abaco regionale di riferimento per l’area di studio (Toscana Costiera).

I parametri di ingresso nell’abaco regionale per la Zona 22 sono:

$$200 \leq V_{s30} < 400 \text{ e } 1 \leq f_0 < 2.$$

	FA0105	FA0408	FA0711
ABACO Toscana Costiera	1.4	1.9	1.9
RSL ZONA 2022	<b>1.42</b>	<b>1.79</b>	<b>1.77</b>

Come si evince dalla tabella sopra, i fattori di amplificazione ricavati tramite analisi di Risposta Sismica Locale sono piuttosto simili a quelli che si trovano nell’abaco regionale di riferimento anche se FA0408 e FA0711 inferiori come valore assoluto.

### ZONA 2023

Si tratta di argille e argille limose (> 150 m).

Lo spettro utilizzato è denominato "LivornoPSAO03\_m" ed è contenuto nella cartella Spettri/Zona 23/Spettri medi, allegata al materiale del presente studio.

Per un maggior dettaglio della stratigrafia utilizzata, del profilo di velocità individuato, dello spettro risultante e dei fattori di amplificazione calcolati per la Zona 2023 si rimanda all’Allegato 3 – Zona 23.

La Zona 2023 presenta una Vs30 o Vseq generalmente inferiore ai 360 m/s, dunque ai sensi nelle N.T.C. 2018, può essere ricompresa nella categoria di sottosuolo C: “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.”

Di seguito si propone un confronto tra i fattori di amplificazione ottenuti mediante analisi di Risposta Sismica Locale e i fattori di amplificazione consultabili sull’abaco regionale di riferimento per l’area di studio (Toscana Costiera).

I parametri di ingresso nell’abaco regionale per la Zona 23 sono:

$$200 \leq V_{s30} < 400 \text{ e } 1 \leq f_0 < 2.$$

	FA0105	FA0408	FA0711
ABACO Toscana Costiera	1.4	1.9	1.9
RSL ZONA 2022	<b>1.7</b>	<b>2.13</b>	<b>2.31</b>

Come si evince dalla tabella sopra, i fattori di amplificazione ricavati tramite analisi di Risposta Sismica Locale sono più alti di quelli dell’abaco regionale. Per questa zona l’utilizzo dell’abaco avrebbe sottostimato l’amplificazione attesa.

## ZONA 2024

Si tratta di sabbie e ciottolami (1-5 m), sulla panchina (1-5 m), su argille e argille limose (> 130 m).

Lo spettro utilizzato è denominato "LivornoPSAO04\_m" ed è contenuto nella cartella Spettri/Zona 24/Spettri medi, allegata al materiale del presente studio.

Per un maggior dettaglio della stratigrafia utilizzata, del profilo di velocità individuato, dello spettro risultante e dei fattori di amplificazione calcolati per la Zona 2024 si rimanda all’Allegato 3 – Zona 24.

La Zona 2024 presenta una Vs30 o Vseq generalmente tra 360 m/s e 800 m/sec, dunque ai sensi nelle N.T.C. 2018, può essere ricompresa nella categoria di sottosuolo B: “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.”

Di seguito si propone un confronto tra i fattori di amplificazione ottenuti mediante analisi di Risposta Sismica Locale e i fattori di amplificazione consultabili sull’abaco regionale di riferimento per l’area di studio (Toscana Costiera).

I parametri di ingresso nell’abaco regionale per la Zona 24 sono:

$$400 \leq V_{s30} < 600 \text{ e } 1 \leq f_0 < 2.$$

	FA0105	FA0408	FA0711
ABACO Toscana Costiera	1.2	1.4	1.6
RSL ZONA 2024	<b>1.36</b>	<b>1.32</b>	<b>1.50</b>

Come si evince dalla tabella sopra, i fattori di amplificazione ricavati tramite analisi di Risposta Sismica Locale sono poco diversi da quelli dell’abaco regionale.

## ZONA 2025

Si tratta di sabbie e ciottolami (1-10 m), su argille e argille limose (> 150 m).

Lo spettro utilizzato è denominato "LivornoPSAO05\_m" ed è contenuto nella cartella Spettri/Zona 25/Spettri medi, allegata al materiale del presente studio.

Per un maggior dettaglio della stratigrafia utilizzata, del profilo di velocità individuato, dello spettro risultante e dei fattori di amplificazione calcolati per la Zona 2025 si rimanda all’Allegato 3 – Zona 25.

La Zona 2025 presenta una Vs30 o Vseq generalmente inferiore ai 360 m/s, dunque ai sensi nelle N.T.C. 2018, può essere ricompresa nella categoria di sottosuolo C: “Depositati 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.”

Di seguito si propone un confronto tra i fattori di amplificazione ottenuti mediante analisi di Risposta Sismica Locale e i fattori di amplificazione consultabili sull'abaco regionale di riferimento per l'area di studio (Toscana Costiera).

I parametri di ingresso nell'abaco regionale per la Zona 25 sono:

$$200 \leq V_{s30} < 400 \text{ e } 1 \leq f_0 < 2.$$

	FA0105	FA0408	FA0711
ABACO Toscana Costiera	1.4	1.9	1.9
RSL ZONA 2025	<b>1.56</b>	<b>2.08</b>	<b>2.26</b>

Come si evince dalla tabella sopra, i fattori di amplificazione ricavati tramite analisi di Risposta Sismica Locale sono più alti di quelli dell'abaco regionale.

Per questa zona l'utilizzo dell'abaco avrebbe sottostimato l'amplificazione attesa.

## ZONA 2028

Si tratta di argille e limi con lenti di gessi (1-120 m).

Lo spettro utilizzato è denominato "LivornoPSAO05\_m" ed è contenuto nella cartella Spettri/Zona 25/Spettri medi, allegata al materiale del presente studio.

Per un maggior dettaglio della stratigrafia utilizzata, del profilo di velocità individuato, dello spettro risultante e dei fattori di amplificazione calcolati per la Zona 2028 si rimanda all'Allegato 3 – Zona 28.

La Zona 2028 presenta una  $V_{s30}$  o  $V_{seq}$  generalmente inferiore ai 360 m/s, dunque ai sensi nelle N.T.C. 2018, può essere ricompresa nella categoria di sottosuolo C: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s."

Di seguito si propone un confronto tra i fattori di amplificazione ottenuti mediante analisi di Risposta Sismica Locale e i fattori di amplificazione consultabili sull'abaco regionale di riferimento per l'area di studio (Toscana Costiera).

I parametri di ingresso nell'abaco regionale per la Zona 28 sono:

$$200 \leq V_{s30} < 400 \text{ e } 1 \leq f_0 < 2.$$



	FA0105	FA0408	FA0711
ABACO Toscana Costiera	1.4	1.9	1.9
<b>RSL ZONA 2028</b>	<b>1.56</b>	<b>2.08</b>	<b>2.26</b>

Come si evince dalla tabella sopra, i fattori di amplificazione ricavati tramite analisi di Risposta Sismica Locale sono più alti di quelli dell'abaco regionale.

Per questa zona l'utilizzo dell'abaco avrebbe sottostimato l'amplificazione attesa.

### **ZONA 2031**

Si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), su panchina (1-5 m), su sabbie limose e limi sabbiosi (1-10 m), su argille e argille limose (> 120 m).

Lo spettro utilizzato è denominato "LivornoPSAO02\_m" ed è contenuto nella cartella Spettri/Zona 31/Spettri medi, allegata al materiale del presente studio.

Per un maggior dettaglio della stratigrafia utilizzata, del profilo di velocità individuato, dello spettro risultante e dei fattori di amplificazione calcolati per la Zona 2031 si rimanda all'Allegato 3 – Zona 31.

La Zona 2031 presenta una Vs30 o Vseq generalmente inferiore ai 360 m/s, dunque ai sensi nelle N.T.C. 2018, può essere ricompresa nella categoria di sottosuolo C: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s."

Di seguito si propone un confronto tra i fattori di amplificazione ottenuti mediante analisi di Risposta Sismica Locale e i fattori di amplificazione consultabili sull'abaco regionale di riferimento per l'area di studio (Toscana Costiera).

I parametri di ingresso nell'abaco regionale per la Zona 31 sono:

200 <= Vs30 < 400 e f0<1.

	FA0105	FA0408	FA0711
ABACO Toscana Costiera	1.2	1.4	1.5
<b>RSL ZONA 2031</b>	<b>1.42</b>	<b>1.79</b>	<b>1.77</b>

Come si evince dalla tabella sopra, i fattori di amplificazione ricavati tramite analisi di Risposta Sismica Locale sono piuttosto simili a quelli che si trovano nell'abaco regionale di riferimento anche se superiori come valore assoluto.

## ZONA 2032

Si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-30 m), su substrato alterato (10-60 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.

Lo spettro utilizzato è denominato "LivornoPSAO06\_m" ed è contenuto nella cartella Spettri/Zona 32/Spettri medi, allegata al materiale del presente studio.

Per un maggior dettaglio della stratigrafia utilizzata, del profilo di velocità individuato, dello spettro risultante e dei fattori di amplificazione calcolati per la Zona 2032 si rimanda all'Allegato 3 – Zona 32.

La Zona 2032 presenta una Vs30 o Vseq generalmente tra 360 m/s e 800 m/sec, dunque ai sensi nelle N.T.C. 2018, può essere ricompresa nella categoria di sottosuolo B: "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."

Di seguito si propone un confronto tra i fattori di amplificazione ottenuti mediante analisi di Risposta Sismica Locale e i fattori di amplificazione consultabili sull'abaco regionale di riferimento per l'area di studio (Toscana Costiera).

I parametri di ingresso nell'abaco regionale per la Zona 32 sono:

$400 \leq V_{s30} < 600$  e  $4 \leq f_0 < 5$ .

	FA0105	FA0408	FA0711
ABACO Toscana Costiera	1.5	1.3	1.3
RSL ZONA 2032	<b>1.51</b>	<b>1.18</b>	<b>1.08</b>

Come si evince dalla tabella sopra, i fattori di amplificazione ricavati tramite analisi di Risposta Sismica Locale sono piuttosto simili a quelli che si trovano nell'abaco regionale di riferimento anche se superiori come valore assoluto.

**ZONA 2049**

Si tratta di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi (1-25 m), su argille e argille limose (>120 m).

Lo spettro utilizzato è denominato "LivornoPSAO07\_m" ed è contenuto nella cartella Spettri/Zona 49/Spettri medi, allegata al materiale del presente studio.

Per un maggior dettaglio della stratigrafia utilizzata, del profilo di velocità individuato, dello spettro risultante e dei fattori di amplificazione calcolati per la Zona 2049 si rimanda all'Allegato 3 – Zona 49.

La Zona 2049 presenta una Vs30 o Vseq generalmente inferiore ai 360 m/s, dunque ai sensi nelle N.T.C. 2018, può essere ricompresa nella categoria di sottosuolo C: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s."

Di seguito si propone un confronto tra i fattori di amplificazione ottenuti mediante analisi di Risposta Sismica Locale e i fattori di amplificazione consultabili sull'abaco regionale di riferimento per l'area di studio (Toscana Costiera).

I parametri di ingresso nell'abaco regionale per la Zona 49 sono:

$$200 \leq V_{s30} < 400 \text{ e } 1 \leq f_0 < 2.$$

	FA0105	FA0408	FA0711
ABACO Toscana Costiera	1.4	1.9	1.9
RSL ZONA 2049	<b>1.17</b>	<b>1.88</b>	<b>2.68</b>

Come si evince dalla tabella sopra, i fattori di amplificazione ricavati tramite analisi di Risposta Sismica Locale sono simili a quelli dell'abaco regionale. Risulta più alto il solo FA0711.

**ZONA 2051**

Si tratta di argille e argille limose (1-100 m), sul substrato costituito da alternanze di litotipi stratificati.

Lo spettro utilizzato è denominato "LivornoPSAO03\_m" ed è contenuto nella cartella Spettri/Zona 51/Spettri medi, allegata al materiale del presente studio.

Per un maggior dettaglio della stratigrafia utilizzata, del profilo di velocità individuato, dello spettro risultante e dei fattori di amplificazione calcolati per la Zona 2051 si rimanda all'Allegato 3 – Zona 51.

La Zona 2051 presenta una Vs30 o Vseq generalmente inferiore ai 360 m/s, dunque ai sensi nelle N.T.C. 2018, può essere ricompresa nella categoria di sottosuolo C: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s."

Di seguito si propone un confronto tra i fattori di amplificazione ottenuti mediante analisi di Risposta Sismica Locale e i fattori di amplificazione consultabili sull'abaco regionale di riferimento per l'area di studio (Toscana Costiera).

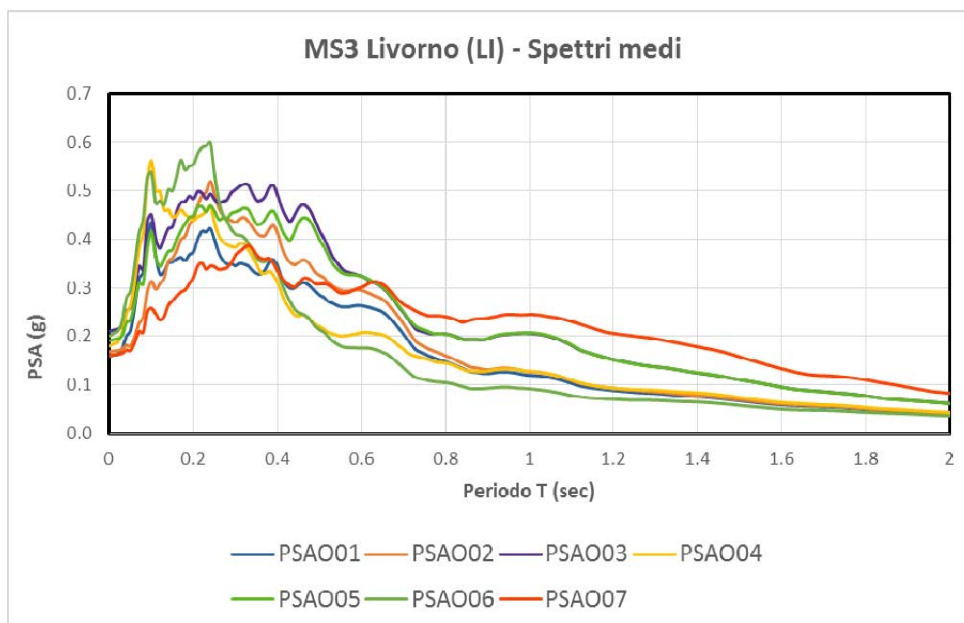
I parametri di ingresso nell'abaco regionale per la Zona 51 sono:

$200 \leq V_{s30} < 400$  e  $1 \leq f_0 < 2$ .

	FA0105	FA0408	FA0711
ABACO Toscana Costiera	1.4	1.9	1.9
RSL ZONA 2051	<b>1.7</b>	<b>2.13</b>	<b>2.31</b>

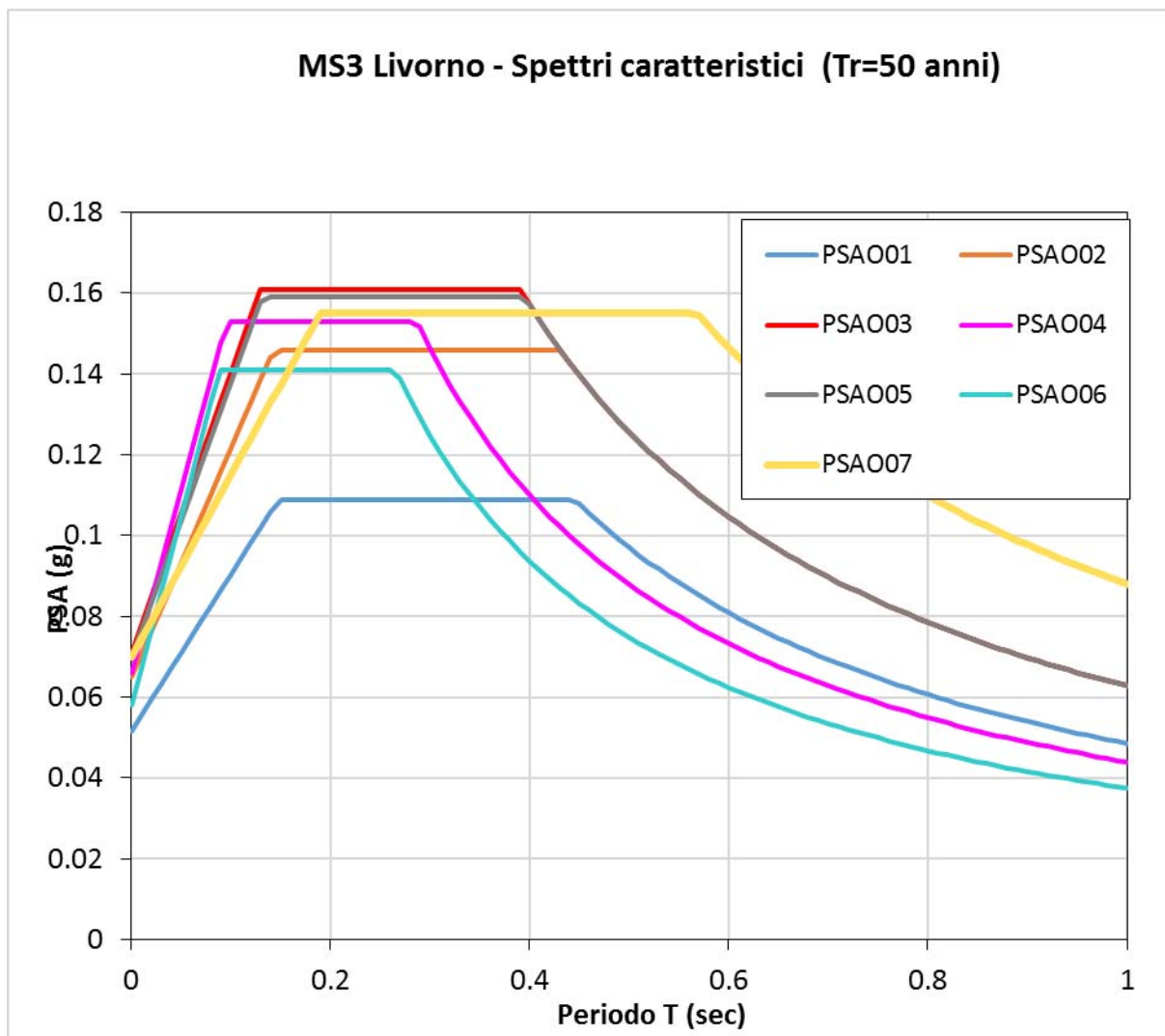
Come si evince dalla tabella sopra, i fattori di amplificazione ricavati tramite analisi di Risposta Sismica Locale sono più alti di quelli dell'abaco regionale. Per questa zona l'utilizzo dell'abaco avrebbe sottostimato l'amplificazione attesa.

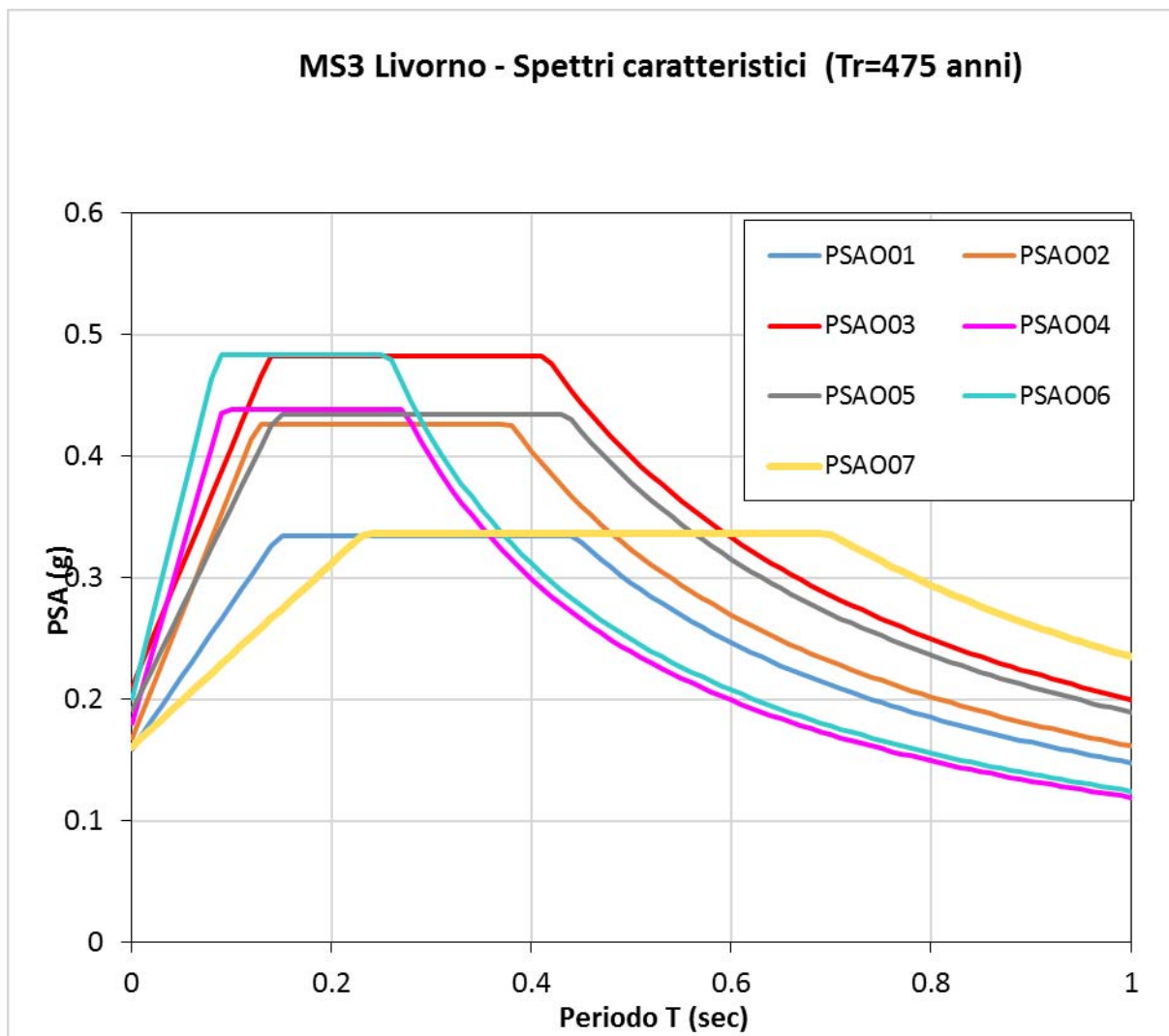
Riportiamo di seguito una sovrapposizione degli spettri medi di output scaturiti dalle RSL eseguite.



Per i report e i risultati delle analisi di Risposta Sismica Locale si rimanda all'Allegato 2 del presente elaborato.

Per ogni zona è stato inoltre calcolato il proprio spettro caratteristico con  $T_r = 475$  anni relativo allo SLV e  $T_r = 50$  anni relativo allo SLD.





## 7.2 Calcolo dell'indice di potenziale liquefazione

Il termine "liquefazione" indica in senso stretto lo stato fisico in cui può venire a trovarsi un terreno granulare saturo sotto falda, poco o scarsamente addensato, quando la sua resistenza al taglio si riduce drasticamente per effetto dell'incremento e dell'accumulo delle pressioni interstiziali. In senso più ampio il termine indica fenomeni fisici di varia natura (liquefazione ciclica, mobilità ciclica, fluidificazione) che danno luogo a differenti manifestazioni; l'applicazione di metodi di previsione opportuni consente di mitigare il rischio di liquefazione, con interventi diretti sui terreni e/o sulle opere di fondazione.

L'occorrenza di liquefazione in un sito è legata alla combinazione di fattori predisponenti, legati alle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni, che ne definiscono quindi la "vulnerabilità", e di fattori scatenanti, legati all'azione sismica, che ne caratterizzano la "pericolosità sismica".

Per quanto riguarda i fattori predisponenti, la liquefazione è influenzata dal comportamento contraente o dilatante del terreno, ed è quindi funzione dello stato di addensamento, ossia della densità relativa DR (o dell'indice dei vuoti e), e della pressione media efficace di confinamento  $\sigma'_0$ . Risulta influenzata anche dalla distribuzione granulometrica (diametro medio dei grani, D50, coefficiente di uniformità, UC, frazione di fine, FC), dalla storia tensionale del deposito (OCR), dal grado di saturazione (Sr), dalle condizioni di drenaggio, dalla presenza di sforzi di taglio statici preesistenti e dalla resistenza residua.

I fattori scatenanti si traducono sostanzialmente nell'entità dell'azione sismica, in termini di magnitudo ed ampiezza e durata.

Nello studio di Microzonazione sismica di primo e secondo livello del Comune di Livorno era stata individuata un'ampia zona di attenzione per liquefazione in corrispondenza dei depositi alluvionali e dei depositi di spiaggia.

Nel presente studio di Microzonazione sismica di terzo livello è stata indagata la porzione del Comune di Livorno che ricade nella pianura alluvionale ricompresa totalmente nella zona di attenzione per liquefazione suddetta.

Nell'area di studio la valutazione della liquefazione è stata eseguita considerando i risultati delle indagini geognostiche, delle indagini geofisiche e le informazioni sul livello piezometrico della falda.

Le indagini geognostiche hanno mostrato che i litotipi maggiormente presenti nell'area sono rappresentati da terreni prevalentemente argillosi e limosi con sabbie sempre presenti nella stratigrafia, mentre le indagini geofisiche hanno mostrato che le Vs dei terreni sono comprese tra i 120-150 e i 450 m/s.

Cautelativamente in tutte le procedure utilizzate per il calcolo dell'indice di potenziale liquefazione abbiamo considerato un livello piezometrico pari al piano campagna, in modo da ottenere dei valori sicuramente prudenziali e in sicurezza.



Per il calcolo dell'Indice di Liquefazione sono state utilizzate diverse metodologie: il metodo relativo alle prove penetrometriche statiche CPTu e alcune procedure di calcolo sviluppate dall'Università degli Studi di Genova che tengono conto del diametro medio dei grani (D50) e della frazione di fine (FC) correlati ai valori di  $N_{spt}$  e di  $V_s$ .

Sia il metodo relativo alle CPTu, che le procedure sviluppate dall'Università di Genova utilizzano vari metodi di calcolo per ottenere l'indice di liquefazione, in sostanza, i metodi fanno riferimento al rapporto tra il CRR (Rapporto di resistenza ciclica) e il CSR (Rapporto di tensione ciclica) moltiplicato per il fattore di scala della magnitudo (MSF) e un fattore di correzione che tiene conto della profondità di calcolo ( $K\sigma$ ).

In accordo con i meccanismi sismogenetici della zona la magnitudo di riferimento per l'area di studio da utilizzare per il calcolo dell'indice di potenziale liquefazione è di 5.7.

In base a tali risultati abbiamo rivisto la cartografia a corredo del presente studio riducendo notevolmente la zona di attenzione per liquefazione e classificando l'area del Comune di Livorno oggetto del terzo livello di approfondimento, non più come instabile, ma come stabile suscettibile di amplificazione (vedi la Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica).

Nell'Allegato 3 del presente elaborato si riportano i risultati dei calcoli eseguiti.

## **8. Risultati e Conclusioni**

Il progetto di Microzonazione Sismica di primo livello del Comune di Livorno è stato svolto in ottemperanza a:

- Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica, Gruppo di lavoro MS;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3907 del 13 novembre 2010 – Attuazione dell'articolo 11 del decreto legge 28 aprile 2009 n° 39, convertito con modificazioni dalla legge 24 giugno 2009 n°77.
- Allegato A delle specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di Microzonazione Sismica;
- Istruzioni tecniche per le indagini geologico-tecniche, geofisiche e geotecniche, statiche e dinamiche, finalizzate alla valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana – Programma VEL Toscana – Del. GRT n. 1343 del 18 dicembre 2000 e s.m.e.i.;
- Standard di rappresentazione e archiviazione informatica – versione 4.2;

- “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica dell’analisi della CLE (v3.0.1)”,
- “Manuale per l’analisi della Condizione Limite per l’Emergenza (CLE) dell’insediamento urbano”,
- “Microzonazione sismica. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC). Versione 1.0”,
- “Microzonazione sismica. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR). Versione 1.0”,
- “Microzonazione sismica. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ). Versione 1.0”.

Per quanto attiene ai contenuti dello studio si è fatto riferimento al Nuovo Piano Strutturale in fase di adozione del Comune di Livorno. In particolare è stata recepita la carta geomorfologica, nonché utilizzati i dati di base come sondaggi e indagini sismiche per la ricostruzione del modello di sottosuolo. Inoltre sono state raccolte tutte le indagini effettuate per costruzioni private presenti nell’archivio dell’ufficio Urbanistica del Comune e le stratigrafie desunte dalla perforazione dei pozzi censiti nell’archivio dell’ISPRA.

Le prove, l’ubicazione di esse e i parametri geotecnici estrapolati sono stati raccolti in un database seguendo gli standard di archiviazione informatica versione 4.2. Tutte le prove sono state riportate su base topografica dando origine alla Carta delle indagini.

Le sezioni geologiche sono state tracciate in corrispondenza delle principali strutture geologiche e in modo che rappresentassero in maniera organica il sottosuolo delle aree studiate; inoltre sono state redatte con l’ausilio della cartografia geologico-tecnica e dei dati di base disponibili in prossimità delle medesime.

Attraverso quest’ultime, i dati di base sintetizzati nella Carta delle Indagini e mediante correlazioni di natura geologico-stratigrafica, è stato possibile ricostruire il modello del sottosuolo sia per il Capoluogo che per alcune frazioni. Per quanto riguarda le indagini maggiore importanza è stata attribuita a quelle dirette, mentre sono state considerate meno attendibili le stratigrafie desunte dalla perforazione di pozzi.

Come previsto nel piano di lavoro impostato con il Comune di Livorno è stata eseguita una nuova campagna di indagini geognostiche e geofisiche per la verifica delle problematiche riferite al terzo livello di approfondimento.

Tutte le prove sono state riportate nella “Carta delle frequenze fondamentali dei depositi” classificandole in base alla frequenza fondamentale  $f_0$  e al massimo della funzione H/V. Attraverso le carte di base suddette sono state redatte sia la “Carta geologico-tecnica” che la “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica” (M.O.P.S.).

Nel caso specifico sono state identificate:

- **3 zone stabili** di affioramento del substrato, sia esso lapideo, lapideo stratificato e con alternanza di litotipi stratificati;
- **52 stabili suscettibili di amplificazioni locali.** Le prime caratterizzate dall'affioramento del bedrock sismico stratificato e non, considerando anche un massimo di 3 metri di roccia alterata o detrito eluvio-colluviale, conformemente anche alle N.T.C. 2018. Le seconde riguardano situazioni nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale.

Infine vengono riportate le situazioni potenzialmente instabili dovute alla pendenza dei versanti.

Dall'analisi delle microzone appare evidente come particolare riguardo va posto per tutte le zone di fondovalle con affioramento di depositi quaternari passibili di liquefazione.

- **Le zone di attenzione per instabilità** cartografate nell'area oggetto di studio sono riferibili a due tipi di instabilità: fenomeni di instabilità gravitativa e aree interessate liquefazione di Tipo 1.

Per quanto concerne le prime nel territorio sono cartografate in quasi tutte le aree in studio e sono essenzialmente di tipo attivo e quiescente. Tali aree sono state classificate come zone di attenzione per instabilità in quanto in occasione di eventi sismici di rilevante importanza, tali fenomeni potrebbero riattivarsi.

Le zone suscettibili di liquefazione sono state studiate e calcolato l'indice di potenziale liquefazione.

Nel presente studio sono state inoltre valutate le percentuali di qualità delle carte secondo una procedura semiquantitativa e descritta nel paragrafo 6.5.

Tale procedura prevede la valutazione del numero delle indagini, la loro densità in base ad un reticolato di celle di 250 m di lato e la loro affidabilità.

Infine nella Carta di Microzonazione Sismica sono stati valutati i coefficienti di amplificazione stratigrafica derivanti dall'incrocio della velocità delle onde S nei primi 30 metri di sottosuolo o della  $V_{sh}$  se il substrato è meno profondo di 30 metri, e il relativo picco derivante dalle misure di rumore H/V per le zone non ricadenti in quelle soggette al terzo livello di approfondimento.

Per le aree soggette a MS3 sono state verificate varie verticali sulle quali sono state eseguite RSL per il calcolo dei relativi fattori di amplificazione.

Nella struttura d'archiviazione sono stati inoltre inseriti, per singola zona, oltre agli spettri medi in accelerazione e velocità per  $T_r = 475$  anni, anche gli spettri caratteristici per  $T_r = 50$  e 475 anni.

## 9. Bibliografia

- Bartoloni C., Bernini M., Carloni G.C., Castaldini P., Costantini A., Federici P.R., Francavilla F., Gasperi G., Lazzaretto G., Mozzanti A., Papani G., Pranzini G., Rau A., Sandrelli P. & Vercesi P.L., 1982 – *Carta Neotettonica dell'Appennino Settentrionale*. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 101: 523-549.
- Biondi G. & Maugeri M. – *A modified Newmark type-analysis according to EC-8 requirements for seismic stability analysis of natural slope*. University of Catania Italy.
- Boccaletti M., Coli M., Eva C., Ferrari G., Giglia G., Lazzaretto A., Merlanti F., Nicolich R., Papani G. & Postpischl D., (1985) – *Considerations on the seismotectonics of the Northern Apennines*. *Tectonophysics*; 117, 7–38.
- Boccaletti M., Cerrina Feroni A., Martinelli P., Moratti G., Plesi G. & Sani F. (1991) – *L'alternanza distensione-compressione nel quadro evolutivo dei bacini neogenici dell'Appennino Settentrionale*. *Studi Geol. Camerti, Vol. Spec. 1991/1*, 187-192.
- Boncio P. & Lavecchia G. (2001) – *Interpretazioni controverse del profilo CROP03: stato dell'arte e considerazioni per un'ipotesi alternativa*. In: A. Brogi, M. Ghinassi, Lazzaretto L., Lotta D. (eds.). *Studi per l'interpretazione del profilo sismico Crop18, stato di avanzamento. Atti della riunione scientifica, Siena, 26 giugno 2001, Dipartimento di scienze della Terra*, 75-80.
- Brozzi F., Boncio P. & Lavecchia G. (2001) – *Una nuova interpretazione del profilo CROP03 nel tratto Castiglion Fiorentino-M. Castellaccio: vincoli da dati geologici di superficie di recente acquisizione*. In: A. Brogi,
- Cioppi E. (1995). *18 maggio 1895: Storia di un terremoto fiorentino*. Osservatorio Ximeniano, Firenze 1995, 306 pp.
- M. Ghinassi, Lazzaretto L., Lotta D. (eds.). *Studi per l'interpretazione del profilo sismico Crop18, stato di avanzamento. Atti della riunione scientifica, Siena, 26 giugno 2001, Dipartimento di scienze della Terra*, 81-88.
- Brune, J.N. 1970. *Tectonic Stress and the Spectra of Seismic Shear Waves from Earthquakes*. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 75, N. 26, pp. 4997-5009.
- Cattuto C., Concetti C., Fisauli M., Gregari L. (1995) – *I bacini pleistocenici di Anghiari e Sansepolcro nell'alta valle del Tevere*. *Il Quaternario* 8, 119-128.
- Collettini C., Barchi M., Paeselli C., Federico C. and Piali G., 2000, *Seismic expression of active extensional fault in northern Umbria (Central Italy)*. *Journal of Geodynamics* 29 (2000): 309-321.
- Giovannozzi G., Vinassa De Regny P. E., Pimpinelli V. (1895). *Nota preliminare sui terremoti fiorentini del 1895*. *Processi Verbali Soc. Tosc. di Scienze Naturali, Pisa, 7 luglio 1895*.

Guidoboni E. e G. Ferrari (1995). *Historical cities and earthquakes: Florence during the last nine centuries and evaluations of seismic hazard.*

*Annali di Geofisica*, vol. 38, n.5-6, pp. 617-647.

Gruppo di lavoro MS, 2008 - *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione sismica - Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della Protezione civile Roma*, 3 vol. e cd-rom.

Grünthal G, ed. (1998). *European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). European Seismological Commission, subcommission on Engineering Seismology, working Group Macroseismic Scales. Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie*, 15, Luxembourg.

Martini I.P., Sagri M. (1993) – *Tectono – Sedimentary characteristics of Late Miocene – Quaternary extensional basins of the Northern Apennines, Italy. Earth Science Reviews*, 34, 197 – 233.

Matini P., Sagri M., Coltella A. (2001) – *Neogene-Quaternary basin of the inner Apennine and Calabrian arc. In.*

G.B. Vai and I.P. Martini (eds.), *“Anatomy of an Orogen: the Apennines and adjacent mediterranean basin”*. Kluw Accad. Pubbl. London, 375-400.

McGuire R.K. 2001. *Deterministic vs. probabilistic earthquake hazards and risks. Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 21, 377-384.

Newmark N.M. 1965. *Effects of earthquakes on dams and embankments. Géotechnique*, 15, 139-160

Patacca E., Sartori R. & Scandone P. (1990) - *Tyrrhenian basin and Apenninic arc: kinematic relation since Late Tortonian time. Memorie Società Geologica Italiana* 45, 425-451.

Principi G. e Treves B. (1984) – *Interpretazione attualistica del Sistema Corso-Appenninico. Riflessi sul problema generale del limite Alpi-Appennino. Memorie Società Geologica Italiana*; 28, 549-576. Valensise G. and Pantosti D., (Eds.), 2001 – *Database of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy.*

SGA [ed] (2007). *Viaggio nelle aree sismiche: Liguria basso Piemonte, Toscana, Emilia Romagna, coste e Appennino, dal I secolo a.C. al 2000.*

*Guida monografica a cura della società SGA (Storia Geofisica Ambiente) Bologna*, 496 pp.

Vannucci G., P. Gasperini and M. Boccaletti (2004). *Database e Carta della zonazione sismica dell'area urbana di Firenze: Valutazione del rischio per i beni artistici e culturali. CNR-Progetto Finalizzato “Beni culturali”, Sottoprogetto 1, Tema 1.2, Linea 1.2.3.*

*Siti web consultati:*

<http://diss.rm.ingv.it/diss/KML-HTMLoptions.html> Mappa sismogenetica aggiornata;

<http://esse1-gis.mi.ingv.it/> Pericolosità sismica e disaggregazione;

<http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet> Database terremoti;

[www.regionetoscana.it](http://www.regionetoscana.it) Regione Toscana;

<http://www.ingv.it/it/> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Poggibonsi, 15.12.2022

**ALLEGATO 1**

**TABELLE DI DECODIFICA DELLA CARTA DELLE INDAGINI**

## Indagini puntuali

Sigla carta delle indagini	Sigla indagini	Pagina	Documento
P1	10146	735	Indagini_Livorno.pdf
P2	10538	736	Indagini_Livorno.pdf
P3	10555	737	Indagini_Livorno.pdf
P4	10576	738	Indagini_Livorno.pdf
P5	10577	739	Indagini_Livorno.pdf
P6	10578	740	Indagini_Livorno.pdf
P7	10617	741	Indagini_Livorno.pdf
P8	10618	742	Indagini_Livorno.pdf
P9	10630	743	Indagini_Livorno.pdf
P10	10631	744	Indagini_Livorno.pdf
P11	10638	745	Indagini_Livorno.pdf
P12	10719	746	Indagini_Livorno.pdf
P13	10738	748	Indagini_Livorno.pdf
P14	10775	749	Indagini_Livorno.pdf
P15	10783	750	Indagini_Livorno.pdf
P16	10813	751	Indagini_Livorno.pdf
P17	10845	752	Indagini_Livorno.pdf
P18	10999	753	Indagini_Livorno.pdf
P19	11000	754	Indagini_Livorno.pdf
P20	11001	755	Indagini_Livorno.pdf
P21	11002	756	Indagini_Livorno.pdf
P22	11024	757	Indagini_Livorno.pdf
P23	11025	758	Indagini_Livorno.pdf
P24	11029	759	Indagini_Livorno.pdf
P25	11080	760	Indagini_Livorno.pdf
P26	11085	761	Indagini_Livorno.pdf
P27	11089	762	Indagini_Livorno.pdf
P28	11092	763	Indagini_Livorno.pdf
P29	11142	765	Indagini_Livorno.pdf
P30	11235	766	Indagini_Livorno.pdf
P31	11236	767	Indagini_Livorno.pdf
P32	11239	768	Indagini_Livorno.pdf
P33	11240	769	Indagini_Livorno.pdf
P34	11241	770	Indagini_Livorno.pdf
P35	12006	772	Indagini_Livorno.pdf
P36	12029	773	Indagini_Livorno.pdf
P37	12031	774	Indagini_Livorno.pdf
P38	12032	775	Indagini_Livorno.pdf
P39	12034	777	Indagini_Livorno.pdf
P40	12036	778	Indagini_Livorno.pdf
P41	12037	779	Indagini_Livorno.pdf
P42	12038	780	Indagini_Livorno.pdf
P43	12039	781	Indagini_Livorno.pdf
P44	12048	782	Indagini_Livorno.pdf
P45	12064	783	Indagini_Livorno.pdf
P46	12067	784	Indagini_Livorno.pdf
P47	12068	785	Indagini_Livorno.pdf
P48	12074	786	Indagini_Livorno.pdf
P49	12078	787	Indagini_Livorno.pdf
P50	12079	788	Indagini_Livorno.pdf
P51	12082	789	Indagini_Livorno.pdf
P52	12084	790	Indagini_Livorno.pdf
P53	12086	792	Indagini_Livorno.pdf
P54	12087	793	Indagini_Livorno.pdf
P55	12088	794	Indagini_Livorno.pdf
P56	12089	795	Indagini_Livorno.pdf
P57	12092	796	Indagini_Livorno.pdf

P58	12093	797	Indagini_Livorno.pdf
P59	12095	799	Indagini_Livorno.pdf
P60	12096	800	Indagini_Livorno.pdf
P61	12100	801	Indagini_Livorno.pdf
P62	12102	802	Indagini_Livorno.pdf
P63	12111	803	Indagini_Livorno.pdf
P64	12114	805	Indagini_Livorno.pdf
P65	12116	806	Indagini_Livorno.pdf
P66	12117	807	Indagini_Livorno.pdf
P67	12120	808	Indagini_Livorno.pdf
P68	12124	809	Indagini_Livorno.pdf
P69	12126	810	Indagini_Livorno.pdf
P70	12127	811	Indagini_Livorno.pdf
P71	12130	812	Indagini_Livorno.pdf
P72	12132	813	Indagini_Livorno.pdf
P73	12141	815	Indagini_Livorno.pdf
P74	12142	816	Indagini_Livorno.pdf
P75	12153	817	Indagini_Livorno.pdf
P76	12158	818	Indagini_Livorno.pdf
P77	12183	819	Indagini_Livorno.pdf
P78	12214	821	Indagini_Livorno.pdf
P79	12356	822	Indagini_Livorno.pdf
P80	12390	823	Indagini_Livorno.pdf
P81	12393	824	Indagini_Livorno.pdf
P82	12417	826	Indagini_Livorno.pdf
P83	12419	827	Indagini_Livorno.pdf
P84	12436	829	Indagini_Livorno.pdf
P85	12473	830	Indagini_Livorno.pdf
P86	12482	831	Indagini_Livorno.pdf
P87	12487	832	Indagini_Livorno.pdf
P88	12488	833	Indagini_Livorno.pdf
P89	12490	835	Indagini_Livorno.pdf
P90	12492	836	Indagini_Livorno.pdf
P91	12523	837	Indagini_Livorno.pdf
P92	12577	838	Indagini_Livorno.pdf
P93	12738	839	Indagini_Livorno.pdf
P94	12743	840	Indagini_Livorno.pdf
P95	12784	841	Indagini_Livorno.pdf
P96	12868	842	Indagini_Livorno.pdf
P97	12918	846	Indagini_Livorno.pdf
P98	12950	847	Indagini_Livorno.pdf
P99	12957	848	Indagini_Livorno.pdf
P100	12988	849	Indagini_Livorno.pdf
P101	13001	850	Indagini_Livorno.pdf
P102	13042	851	Indagini_Livorno.pdf
P103	13057	852	Indagini_Livorno.pdf
P104	13060	853	Indagini_Livorno.pdf
P105	13063	854	Indagini_Livorno.pdf
P106	13144	855	Indagini_Livorno.pdf
P107	13242	856	Indagini_Livorno.pdf
P108	13328	857	Indagini_Livorno.pdf
P109	13384	858	Indagini_Livorno.pdf
P110	13409	859	Indagini_Livorno.pdf
P111	13412	860	Indagini_Livorno.pdf
P112	13413	861	Indagini_Livorno.pdf
P113	13446	862	Indagini_Livorno.pdf
P114	13466	863	Indagini_Livorno.pdf
P115	13495	864	Indagini_Livorno.pdf



P116	13499	865	Indagini_Livorno.pdf
P117	13500	866	Indagini_Livorno.pdf
P118	13512	867	Indagini_Livorno.pdf
P119	13518	868	Indagini_Livorno.pdf
P120	13533	870	Indagini_Livorno.pdf
P121	13535	871	Indagini_Livorno.pdf
P122	13579	872	Indagini_Livorno.pdf
P123	13580	873	Indagini_Livorno.pdf
P124	13592	874	Indagini_Livorno.pdf
P125	13612	875	Indagini_Livorno.pdf
P126	13613	876	Indagini_Livorno.pdf
P127	13614	877	Indagini_Livorno.pdf
P128	13616	878	Indagini_Livorno.pdf
P129	13630	879	Indagini_Livorno.pdf
P130	13640	880	Indagini_Livorno.pdf
P131	13657	881	Indagini_Livorno.pdf
P132	13667	882	Indagini_Livorno.pdf
P133	13675	883	Indagini_Livorno.pdf
P134	13685	884	Indagini_Livorno.pdf
P135	13686	885	Indagini_Livorno.pdf
P136	13704	886	Indagini_Livorno.pdf
P137	13719	888	Indagini_Livorno.pdf
P138	13721	890	Indagini_Livorno.pdf
P139	13724	891	Indagini_Livorno.pdf
P140	13725	892	Indagini_Livorno.pdf
P141	13727	893	Indagini_Livorno.pdf
P142	13729	895	Indagini_Livorno.pdf
P143	13731	896	Indagini_Livorno.pdf
P144	13737	897	Indagini_Livorno.pdf
P145	13755	898	Indagini_Livorno.pdf
P146	13823	899	Indagini_Livorno.pdf
P151	13918	1090	Indagini_Livorno.pdf
P152	13932	1089	Indagini_Livorno.pdf
P153	13934	1088	Indagini_Livorno.pdf
P154	13958	1087	Indagini_Livorno.pdf
P155	13968	1086	Indagini_Livorno.pdf
P156	13976	1085	Indagini_Livorno.pdf
P157	14034	1084	Indagini_Livorno.pdf
P158	14057	1083	Indagini_Livorno.pdf
P159	14061	1082	Indagini_Livorno.pdf
P160	14099	1081	Indagini_Livorno.pdf
P161	14107	1080	Indagini_Livorno.pdf
P162	14130	1079	Indagini_Livorno.pdf
P163	14138	1078	Indagini_Livorno.pdf
P164	14148	1077	Indagini_Livorno.pdf
P165	14149	1076	Indagini_Livorno.pdf
P166	14159	1075	Indagini_Livorno.pdf
P167	14161	1074	Indagini_Livorno.pdf
P168	14183	1073	Indagini_Livorno.pdf
P169	14184	1072	Indagini_Livorno.pdf
P170	14239	1071	Indagini_Livorno.pdf
P171	14249	1070	Indagini_Livorno.pdf
P172	14251	1069	Indagini_Livorno.pdf
P173	14256	1068	Indagini_Livorno.pdf
P174	14258	1067	Indagini_Livorno.pdf
P175	14269	1066	Indagini_Livorno.pdf
P176	14277	1065	Indagini_Livorno.pdf
P177	14279	1064	Indagini_Livorno.pdf

P178	14280	1063	Indagini_Livorno.pdf
P179	14281	1062	Indagini_Livorno.pdf
P180	14282	1061	Indagini_Livorno.pdf
P181	14283	1060	Indagini_Livorno.pdf
P182	14285	1059	Indagini_Livorno.pdf
P183	14286	1058	Indagini_Livorno.pdf
P184	14287	1057	Indagini_Livorno.pdf
P185	14289	1056	Indagini_Livorno.pdf
P186	14292	1054	Indagini_Livorno.pdf
P187	14293	1053	Indagini_Livorno.pdf
P188	14294	1052	Indagini_Livorno.pdf
P189	14296	1051	Indagini_Livorno.pdf
P190	14297	1050	Indagini_Livorno.pdf
P191	14298	1049	Indagini_Livorno.pdf
P192	14301	1047	Indagini_Livorno.pdf
P193	14302	1046	Indagini_Livorno.pdf
P194	14304	1045	Indagini_Livorno.pdf
P195	14307	1044	Indagini_Livorno.pdf
P196	14308	1043	Indagini_Livorno.pdf
P197	14309	1042	Indagini_Livorno.pdf
P198	14310	1041	Indagini_Livorno.pdf
P199	14311	1040	Indagini_Livorno.pdf
P200	14312	1039	Indagini_Livorno.pdf
P201	14314	1038	Indagini_Livorno.pdf
P202	14318	1037	Indagini_Livorno.pdf
P203	14320	1036	Indagini_Livorno.pdf
P204	14322	1035	Indagini_Livorno.pdf
P205	14325	1033	Indagini_Livorno.pdf
P206	14326	1032	Indagini_Livorno.pdf
P207	14328	1031	Indagini_Livorno.pdf
P208	14337	1030	Indagini_Livorno.pdf
P209	14388	1027	Indagini_Livorno.pdf
P210	14395	1026	Indagini_Livorno.pdf
P211	14440	1025	Indagini_Livorno.pdf
P212	14441	1024	Indagini_Livorno.pdf
P213	14447	1022	Indagini_Livorno.pdf
P214	14466	1021	Indagini_Livorno.pdf
P215	14470	1020	Indagini_Livorno.pdf
P216	14473	1019	Indagini_Livorno.pdf
P217	14475	1018	Indagini_Livorno.pdf
P218	14502	1017	Indagini_Livorno.pdf
P219	14559	1016	Indagini_Livorno.pdf
P220	14597	1015	Indagini_Livorno.pdf
P221	14605	1014	Indagini_Livorno.pdf
P222	14620	1013	Indagini_Livorno.pdf
P223	14626	1012	Indagini_Livorno.pdf
P224	14677	1011	Indagini_Livorno.pdf
P225	14687	1010	Indagini_Livorno.pdf
P226	14697	1099	Indagini_Livorno.pdf
P227	14703	1008	Indagini_Livorno.pdf
P228	14736	1007	Indagini_Livorno.pdf
P229	14737	1006	Indagini_Livorno.pdf
P230	14754	1005	Indagini_Livorno.pdf
P231	14757	1004	Indagini_Livorno.pdf
P232	14760	1003	Indagini_Livorno.pdf
P233	14764	1002	Indagini_Livorno.pdf
P234	14772	1001	Indagini_Livorno.pdf
P235	14818	1000	Indagini_Livorno.pdf

P236	14819	999	Indagini_Livorno.pdf
P237	14822	998	Indagini_Livorno.pdf
P238	14825	997	Indagini_Livorno.pdf
P239	14826	996	Indagini_Livorno.pdf
P240	14834	995	Indagini_Livorno.pdf
P241	14868	994	Indagini_Livorno.pdf
P242	14953	993	Indagini_Livorno.pdf
P243	14954	992	Indagini_Livorno.pdf
P244	14955	991	Indagini_Livorno.pdf
P245	15108	990	Indagini_Livorno.pdf
P246	15197	989	Indagini_Livorno.pdf
P247	15326	988	Indagini_Livorno.pdf
P248	15386	987	Indagini_Livorno.pdf
P249	15394	986	Indagini_Livorno.pdf
P250	15405	985	Indagini_Livorno.pdf
P251	15413	984	Indagini_Livorno.pdf
P252	15428	983	Indagini_Livorno.pdf
P253	15432	982	Indagini_Livorno.pdf
P254	15435	981	Indagini_Livorno.pdf
P255	15436	980	Indagini_Livorno.pdf
P256	15443	979	Indagini_Livorno.pdf
P257	15448	978	Indagini_Livorno.pdf
P258	15492	977	Indagini_Livorno.pdf
P259	15529	976	Indagini_Livorno.pdf
P260	15530	975	Indagini_Livorno.pdf
P261	15601	974	Indagini_Livorno.pdf
P262	15605	973	Indagini_Livorno.pdf
P263	15610	972	Indagini_Livorno.pdf
P264	15623	971	Indagini_Livorno.pdf
P265	15634	970	Indagini_Livorno.pdf
P266	15636	969	Indagini_Livorno.pdf
P267	15723	968	Indagini_Livorno.pdf
P268	15730	967	Indagini_Livorno.pdf
P269	15733	966	Indagini_Livorno.pdf
P270	15794	965	Indagini_Livorno.pdf
P271	15827	964	Indagini_Livorno.pdf
P272	15846	963	Indagini_Livorno.pdf
P273	15874	962	Indagini_Livorno.pdf
P274	15886	961	Indagini_Livorno.pdf
P275	15890	960	Indagini_Livorno.pdf
P276	15912	959	Indagini_Livorno.pdf
P277	15990	958	Indagini_Livorno.pdf
P278	15995	957	Indagini_Livorno.pdf
P279	16007	956	Indagini_Livorno.pdf
P280	16012	955	Indagini_Livorno.pdf
P281	16021	954	Indagini_Livorno.pdf
P282	16080	949	Indagini_Livorno.pdf
P283	16095	948	Indagini_Livorno.pdf
P284	16105	947	Indagini_Livorno.pdf
P285	16121	946	Indagini_Livorno.pdf
P286	16126	945	Indagini_Livorno.pdf
P287	16259	944	Indagini_Livorno.pdf
P288	16299	943	Indagini_Livorno.pdf
P289	16318	942	Indagini_Livorno.pdf
P290	16357	941	Indagini_Livorno.pdf
P291	16375	940	Indagini_Livorno.pdf
P292	16415	939	Indagini_Livorno.pdf
P293	16535	937	Indagini_Livorno.pdf

P294	16646	936	Indagini_Livorno.pdf
P295	16675	935	Indagini_Livorno.pdf
P296	17113	934	Indagini_Livorno.pdf
P297	17514	931	Indagini_Livorno.pdf
P298	17781	930	Indagini_Livorno.pdf
P299	18218	929	Indagini_Livorno.pdf
P300	18219	928	Indagini_Livorno.pdf
P301	18301	927	Indagini_Livorno.pdf
P302	18346	926	Indagini_Livorno.pdf
P303	18594	925	Indagini_Livorno.pdf
P304	18595	924	Indagini_Livorno.pdf
P305	18694	923	Indagini_Livorno.pdf
P306	18699	922	Indagini_Livorno.pdf
P307	18700	921	Indagini_Livorno.pdf
P308	18730	920	Indagini_Livorno.pdf
P309	18731	919	Indagini_Livorno.pdf
P310	18789	918	Indagini_Livorno.pdf
P311	18799	917	Indagini_Livorno.pdf
P312	18815	916	Indagini_Livorno.pdf
P313	18828	915	Indagini_Livorno.pdf
P314	18832	914	Indagini_Livorno.pdf
P315	18833	913	Indagini_Livorno.pdf
P316	18847	912	Indagini_Livorno.pdf
P317	18856	911	Indagini_Livorno.pdf
P318	18861	910	Indagini_Livorno.pdf
P319	18875	909	Indagini_Livorno.pdf
P320	18882	908	Indagini_Livorno.pdf
P321	18885	907	Indagini_Livorno.pdf
P322	18900	906	Indagini_Livorno.pdf
P323	19226	905	Indagini_Livorno.pdf
P324	19310	904	Indagini_Livorno.pdf
P325	19398	903	Indagini_Livorno.pdf
P326	19527	902	Indagini_Livorno.pdf
P327	19634	901	Indagini_Livorno.pdf
P328	19635	900	Indagini_Livorno.pdf
P329	2048	1098	Indagini_Livorno.pdf
P330	237	1099	Indagini_Livorno.pdf
P331	2640	1100	Indagini_Livorno.pdf
P332	3222	1101	Indagini_Livorno.pdf
P333	3309	1102	Indagini_Livorno.pdf
P334	331	1108	Indagini_Livorno.pdf
P335	332	1107	Indagini_Livorno.pdf
P336	3502	1114	Indagini_Livorno.pdf
P337	4449	1113	Indagini_Livorno.pdf
P338	4513	1112	Indagini_Livorno.pdf
P339	4521	1111	Indagini_Livorno.pdf
P340	4524	1110	Indagini_Livorno.pdf
P341	4538	1109	Indagini_Livorno.pdf
P342	4540	1132	Indagini_Livorno.pdf
P343	4735	1131	Indagini_Livorno.pdf
P344	5568	1130	Indagini_Livorno.pdf
P345	5598	1129	Indagini_Livorno.pdf
P346	5795	1128	Indagini_Livorno.pdf
P347	5797	1127	Indagini_Livorno.pdf
P348	7204	1126	Indagini_Livorno.pdf
P349	7206	1125	Indagini_Livorno.pdf
P350	7452	1124	Indagini_Livorno.pdf
P351	7594	1123	Indagini_Livorno.pdf

P352	7752	1122	Indagini_Livorno.pdf
P353	849	1104	Indagini_Livorno.pdf
P354	8670	1121	Indagini_Livorno.pdf
P355	8671	1120	Indagini_Livorno.pdf
P356	8709	1119	Indagini_Livorno.pdf
P357	871	1103	Indagini_Livorno.pdf
P358	8760	1118	Indagini_Livorno.pdf
P359	9193	1117	Indagini_Livorno.pdf
P360	9244	1116	Indagini_Livorno.pdf
P361	9824	1115	Indagini_Livorno.pdf
P362	P1	1133	Indagini_Livorno.pdf
P363	1599	1134	Indagini_Livorno.pdf
P364	1648	1135	Indagini_Livorno.pdf
P365	1914	1136	Indagini_Livorno.pdf
P366	S1	2	Indagini_Livorno.pdf
P367	S2	5	Indagini_Livorno.pdf
P368	S3	8	Indagini_Livorno.pdf
P369	S4	10	Indagini_Livorno.pdf
P370	S5	13	Indagini_Livorno.pdf
P371	S6	15	Indagini_Livorno.pdf
P372	PP1	308	Indagini_Livorno.pdf
P373	PP2	312	Indagini_Livorno.pdf
P374	PP3	322	Indagini_Livorno.pdf
P375	S7	43	Indagini_Livorno.pdf
P376	S8	45	Indagini_Livorno.pdf
P377	S9	47	Indagini_Livorno.pdf
P378	S10	49	Indagini_Livorno.pdf
P379	S11	53	Indagini_Livorno.pdf
P380	S12	24	Indagini_Livorno.pdf
P381	S13	25	Indagini_Livorno.pdf
P382	S14	26	Indagini_Livorno.pdf
P383	S15	28	Indagini_Livorno.pdf
P384	PP4	332	Indagini_Livorno.pdf
P385	B-PPS7-ARCH	691	Indagini_Livorno.pdf
P387	S19	36	Indagini_Livorno.pdf
P388	S22	42	Indagini_Livorno.pdf
P389	S38	71	Indagini_Livorno.pdf
P390	S39	72	Indagini_Livorno.pdf
P391	S18	34	Indagini_Livorno.pdf
P392	S34	67	Indagini_Livorno.pdf
P393	S24	47	Indagini_Livorno.pdf
P394	S35	68	Indagini_Livorno.pdf
P395	S30	61	Indagini_Livorno.pdf
P396	S33	65	Indagini_Livorno.pdf
P397	S26	53	Indagini_Livorno.pdf
P398	S25	49	Indagini_Livorno.pdf
P399	S29	60	Indagini_Livorno.pdf
P400	S28	59	Indagini_Livorno.pdf
P401	S40	73	Indagini_Livorno.pdf
P402	S17	32	Indagini_Livorno.pdf
P403	S21	40	Indagini_Livorno.pdf
P404	S32	64	Indagini_Livorno.pdf
P405	S37	70	Indagini_Livorno.pdf
P406	S23	45	Indagini_Livorno.pdf
P407	S20	38	Indagini_Livorno.pdf
P408	S36	69	Indagini_Livorno.pdf
P409	S16	29	Indagini_Livorno.pdf
P410	S27	57	Indagini_Livorno.pdf

P411	S31	63	Indagini_Livorno.pdf
P412	S41	74	Indagini_Livorno.pdf
P413	S42	75	Indagini_Livorno.pdf
P414	S43	76	Indagini_Livorno.pdf
P415	S44	77	Indagini_Livorno.pdf
P416	S45	78	Indagini_Livorno.pdf
P417	PP6	335	Indagini_Livorno.pdf
P418	PP5	333	Indagini_Livorno.pdf
P419	S46	79	Indagini_Livorno.pdf
P420	S47	80	Indagini_Livorno.pdf
P421	S48	81	Indagini_Livorno.pdf
P422	S49	82	Indagini_Livorno.pdf
P423	S50	83	Indagini_Livorno.pdf
P424	S51	84	Indagini_Livorno.pdf
P426	S53	86	Indagini_Livorno.pdf
P427	S54	87	Indagini_Livorno.pdf
P428	S55	88	Indagini_Livorno.pdf
P429	S56	89	Indagini_Livorno.pdf
P430	S57	90	Indagini_Livorno.pdf
P431	S58	91	Indagini_Livorno.pdf
P432	S59	92	Indagini_Livorno.pdf
P433	S60	93	Indagini_Livorno.pdf
P434	S61	94	Indagini_Livorno.pdf
P435	S62	96	Indagini_Livorno.pdf
P436	S63	98	Indagini_Livorno.pdf
P437	S64	99	Indagini_Livorno.pdf
P440	S3 2008	1137	Indagini_Livorno.pdf
P441	S4 2008	1139	Indagini_Livorno.pdf
P442	S5 2008	1141	Indagini_Livorno.pdf
P443	S6 2008	1142	Indagini_Livorno.pdf
P444	S7 2008	1144	Indagini_Livorno.pdf
P445	S8 2008	1145	Indagini_Livorno.pdf
P446	S9 2008	1146	Indagini_Livorno.pdf
P447	S10 2008	1147	Indagini_Livorno.pdf
P450	PP17	370	Indagini_Livorno.pdf
P451	PP18	374	Indagini_Livorno.pdf
P452	PP19	378	Indagini_Livorno.pdf
P453	PP20	382	Indagini_Livorno.pdf
P454	PP16	367	Indagini_Livorno.pdf
P455	PP15	363	Indagini_Livorno.pdf
P456	PP14	360	Indagini_Livorno.pdf
P457	PP13	357	Indagini_Livorno.pdf
P458	PP12	353	Indagini_Livorno.pdf
P459	PP11	349	Indagini_Livorno.pdf
P460	PP10	346	Indagini_Livorno.pdf
P461	PP9	344	Indagini_Livorno.pdf
P462	PP8	340	Indagini_Livorno.pdf
P463	PP7	337	Indagini_Livorno.pdf
P464	S65	100	Indagini_Livorno.pdf
P465	S66	101	Indagini_Livorno.pdf
P466	S67	102	Indagini_Livorno.pdf
P467	S68	103	Indagini_Livorno.pdf
P468	S69	104	Indagini_Livorno.pdf
P469	S70	105	Indagini_Livorno.pdf
P470	S71	106	Indagini_Livorno.pdf
P471	S72	107	Indagini_Livorno.pdf
P472	S73	108	Indagini_Livorno.pdf
P473	S74	109	Indagini_Livorno.pdf

P474	S75	110	Indagini_Livorno.pdf
P475	S76	111	Indagini_Livorno.pdf
P476	S77	112	Indagini_Livorno.pdf
P477	PP22	386	Indagini_Livorno.pdf
P478	PP23	387	Indagini_Livorno.pdf
P479	PP21	385	Indagini_Livorno.pdf
P480	PP24	388	Indagini_Livorno.pdf
P481	PP25	390	Indagini_Livorno.pdf
P482	S78	113	Indagini_Livorno.pdf
P483	PP33	399	Indagini_Livorno.pdf
P484	PP27	393	Indagini_Livorno.pdf
P485	PP26	392	Indagini_Livorno.pdf
P486	PP28	394	Indagini_Livorno.pdf
P487	PP29	395	Indagini_Livorno.pdf
P488	PP31	397	Indagini_Livorno.pdf
P489	PP30	396	Indagini_Livorno.pdf
P490	PP34	400	Indagini_Livorno.pdf
P491	PP35	401	Indagini_Livorno.pdf
P492	PP32	398	Indagini_Livorno.pdf
P496	SG1	1546	Indagini_Livorno.pdf
P497	SG2	1546	Indagini_Livorno.pdf
P498	SG3	1548	Indagini_Livorno.pdf
P499	SG4	1548	Indagini_Livorno.pdf
P500	PP36	402	Indagini_Livorno.pdf
P501	PP37	403	Indagini_Livorno.pdf
P502	PP38	404	Indagini_Livorno.pdf
P503	PP39	405	Indagini_Livorno.pdf
P504	PP40	406	Indagini_Livorno.pdf
P505	PP41	407	Indagini_Livorno.pdf
P506	PP42	411	Indagini_Livorno.pdf
P507	S80	115	Indagini_Livorno.pdf
P508	S82	117	Indagini_Livorno.pdf
P509	S84	119	Indagini_Livorno.pdf
P510	S86	121	Indagini_Livorno.pdf
P511	S79	114	Indagini_Livorno.pdf
P512	S81	116	Indagini_Livorno.pdf
P513	S83	118	Indagini_Livorno.pdf
P514	S85	120	Indagini_Livorno.pdf
P515	S87	122	Indagini_Livorno.pdf
P516	S88	123	Indagini_Livorno.pdf
P517	S89	125	Indagini_Livorno.pdf
P518	S90	126	Indagini_Livorno.pdf
P519	S91	127	Indagini_Livorno.pdf
P520	S95	132	Indagini_Livorno.pdf
P521	S96	133	Indagini_Livorno.pdf
P522	S97	134	Indagini_Livorno.pdf
P523	S92	128	Indagini_Livorno.pdf
P524	S93	130	Indagini_Livorno.pdf
P525	S94	131	Indagini_Livorno.pdf
P526	PP43	413	Indagini_Livorno.pdf
P527	PP44	416	Indagini_Livorno.pdf
P528	PP45	419	Indagini_Livorno.pdf
P529	S98	135	Indagini_Livorno.pdf
P530	S99	136	Indagini_Livorno.pdf
P531	S100	137	Indagini_Livorno.pdf
P532	S101	138	Indagini_Livorno.pdf
P533	S102	139	Indagini_Livorno.pdf
P534	S103	140	Indagini_Livorno.pdf

P535	S104	142	Indagini_Livorno.pdf
P536	S105	144	Indagini_Livorno.pdf
P537	PP46	422	Indagini_Livorno.pdf
P538	PP47	425	Indagini_Livorno.pdf
P539	S106	146	Indagini_Livorno.pdf
P540	S107	147	Indagini_Livorno.pdf
P541	S108	148	Indagini_Livorno.pdf
P542	S109	149	Indagini_Livorno.pdf
P543	S110	150	Indagini_Livorno.pdf
P544	S111	151	Indagini_Livorno.pdf
P545	S112	152	Indagini_Livorno.pdf
P546	S113	152	Indagini_Livorno.pdf
P547	S114	155	Indagini_Livorno.pdf
P548	S115	157	Indagini_Livorno.pdf
P549	S116	159	Indagini_Livorno.pdf
P550	S117	161	Indagini_Livorno.pdf
P551	S118	162	Indagini_Livorno.pdf
P552	S119	163	Indagini_Livorno.pdf
P553	S1_B	164	Indagini_Livorno.pdf
P554	S2_B	165	Indagini_Livorno.pdf
P555	S3_B	166	Indagini_Livorno.pdf
P556	S4_B	167	Indagini_Livorno.pdf
P557	S5_B	168	Indagini_Livorno.pdf
P558	S125	169	Indagini_Livorno.pdf
P559	S126	171	Indagini_Livorno.pdf
P560	S127	172	Indagini_Livorno.pdf
P561	S128	173	Indagini_Livorno.pdf
P562	S129	174	Indagini_Livorno.pdf
P563	S130	175	Indagini_Livorno.pdf
P564	PP48	428	Indagini_Livorno.pdf
P565	PP49	430	Indagini_Livorno.pdf
P566	PP50	433	Indagini_Livorno.pdf
P567	S131	176	Indagini_Livorno.pdf
P568	S132	177	Indagini_Livorno.pdf
P569	PP51	435	Indagini_Livorno.pdf
P570	S133	178	Indagini_Livorno.pdf
P571	PP52	442	Indagini_Livorno.pdf
P572	S135	181	Indagini_Livorno.pdf
P573	S134	180	Indagini_Livorno.pdf
P574	S136	182	Indagini_Livorno.pdf
P575	PP53	443	Indagini_Livorno.pdf
P576	PP54	448	Indagini_Livorno.pdf
P577	PP55	457	Indagini_Livorno.pdf
P578	S137	183	Indagini_Livorno.pdf
P579	S138	184	Indagini_Livorno.pdf
P580	S139	185	Indagini_Livorno.pdf
P581	S142	188	Indagini_Livorno.pdf
P582	S141	187	Indagini_Livorno.pdf
P583	S140	186	Indagini_Livorno.pdf
P584	PP56	468	Indagini_Livorno.pdf
P585	PP57	474	Indagini_Livorno.pdf
P586	PP58	480	Indagini_Livorno.pdf
P587	PP59	485	Indagini_Livorno.pdf
P588	PP60	490	Indagini_Livorno.pdf
P589	S143	189	Indagini_Livorno.pdf
P590	S144	191	Indagini_Livorno.pdf
P591	S145	193	Indagini_Livorno.pdf
P592	S3_D	1689	Indagini_Livorno.pdf



P594	S156	207	Indagini_Livorno.pdf
P595	S149	200	Indagini_Livorno.pdf
P596	S150	201	Indagini_Livorno.pdf
P597	S153	204	Indagini_Livorno.pdf
P598	S151	202	Indagini_Livorno.pdf
P599	S155	206	Indagini_Livorno.pdf
P600	S148	199	Indagini_Livorno.pdf
P601	S154	205	Indagini_Livorno.pdf
P602	S157	208	Indagini_Livorno.pdf
P603	S152	203	Indagini_Livorno.pdf
P604	PP67	501	Indagini_Livorno.pdf
P605	PP62	496	Indagini_Livorno.pdf
P606	PP70	504	Indagini_Livorno.pdf
P607	PP69	503	Indagini_Livorno.pdf
P608	PP65	499	Indagini_Livorno.pdf
P609	PP61	495	Indagini_Livorno.pdf
P610	PP66	500	Indagini_Livorno.pdf
P611	PP68	502	Indagini_Livorno.pdf
P612	PP63	497	Indagini_Livorno.pdf
P613	PP64	498	Indagini_Livorno.pdf
P614	S158	209	Indagini_Livorno.pdf
P615	S159	210	Indagini_Livorno.pdf
P616	S160	211	Indagini_Livorno.pdf
P617	S161	212	Indagini_Livorno.pdf
P618	PP71	505	Indagini_Livorno.pdf
P619	PP72	506	Indagini_Livorno.pdf
P620	PP73	507	Indagini_Livorno.pdf
P621	S162	213	Indagini_Livorno.pdf
P622	PP74	515	Indagini_Livorno.pdf
P623	PP75	531	Indagini_Livorno.pdf
P624	S163	214	Indagini_Livorno.pdf
P625	S164	216	Indagini_Livorno.pdf
P626	S165	218	Indagini_Livorno.pdf
P627	PP76	546	Indagini_Livorno.pdf
P628	PP77	561	Indagini_Livorno.pdf
P629	S166	219	Indagini_Livorno.pdf
P630	S167	220	Indagini_Livorno.pdf
P631	S168	221	Indagini_Livorno.pdf
P632	S169	222	Indagini_Livorno.pdf
P633	S170	224	Indagini_Livorno.pdf
P634	PP78	575	Indagini_Livorno.pdf
P638	S174	233	Indagini_Livorno.pdf
P639	PP79	576	Indagini_Livorno.pdf
P640	S175	234	Indagini_Livorno.pdf
P641	S176	235	Indagini_Livorno.pdf
P642	PP80	583	Indagini_Livorno.pdf
P643	S177	236	Indagini_Livorno.pdf
P644	S178	237	Indagini_Livorno.pdf
P645	PP81	584	Indagini_Livorno.pdf
P646	PP82	585	Indagini_Livorno.pdf
P647	S179	239	Indagini_Livorno.pdf
P648	S180	240	Indagini_Livorno.pdf
P649	PP83	586	Indagini_Livorno.pdf
P650	DP1	1551	Indagini_Livorno.pdf
P651	PP85	589	Indagini_Livorno.pdf
P652	S181	241	Indagini_Livorno.pdf
P653	S182	242	Indagini_Livorno.pdf
P654	PP86	592	Indagini_Livorno.pdf

P655	PP87	593	Indagini_Livorno.pdf
P656	PP88	595	Indagini_Livorno.pdf
P657	S183	243	Indagini_Livorno.pdf
P658	S184	244	Indagini_Livorno.pdf
P659	S185	245	Indagini_Livorno.pdf
P660	S186	246	Indagini_Livorno.pdf
P661	PP89	598	Indagini_Livorno.pdf
P662	PP90	602	Indagini_Livorno.pdf
P663	S187	247	Indagini_Livorno.pdf
P664	S188	248	Indagini_Livorno.pdf
P665	S189	249	Indagini_Livorno.pdf
P666	S190	250	Indagini_Livorno.pdf
P667	S191	251	Indagini_Livorno.pdf
P668	S192	252	Indagini_Livorno.pdf
P669	S193	253	Indagini_Livorno.pdf
P670	S194	253	Indagini_Livorno.pdf
P671	S195	253	Indagini_Livorno.pdf
P672	S196	253	Indagini_Livorno.pdf
P673	S197	254	Indagini_Livorno.pdf
P674	S198	255	Indagini_Livorno.pdf
P675	PP91	606	Indagini_Livorno.pdf
P676	PP92	610	Indagini_Livorno.pdf
P677	S199	257	Indagini_Livorno.pdf
P678	S200	258	Indagini_Livorno.pdf
P679	S201	259	Indagini_Livorno.pdf
P680	S202	260	Indagini_Livorno.pdf
P681	PP93	613	Indagini_Livorno.pdf
P682	S203	261	Indagini_Livorno.pdf
P683	PP94	616	Indagini_Livorno.pdf
P684	S204	262	Indagini_Livorno.pdf
P685	PP95	619	Indagini_Livorno.pdf
P686	S205	263	Indagini_Livorno.pdf
P687	PP96	620	Indagini_Livorno.pdf
P688	S206	264	Indagini_Livorno.pdf
P689	S207	265	Indagini_Livorno.pdf
P690	PP97	622	Indagini_Livorno.pdf
P691	PP98	626	Indagini_Livorno.pdf
P692	PP99	628	Indagini_Livorno.pdf
P693	PP100	630	Indagini_Livorno.pdf
P694	PP101	633	Indagini_Livorno.pdf
P695	S1_C	1148	Indagini_Livorno.pdf
P696	PP102	637	Indagini_Livorno.pdf
P697	S208	266	Indagini_Livorno.pdf
P698	PP103	639	Indagini_Livorno.pdf
P699	S209	149	Indagini_Livorno.pdf
P700	S210	269	Indagini_Livorno.pdf
P701	PP104	642	Indagini_Livorno.pdf
P702	S211	270	Indagini_Livorno.pdf
P703	PP105	646	Indagini_Livorno.pdf
P704	PP106	649	Indagini_Livorno.pdf
P705	S213	273	Indagini_Livorno.pdf
P706	PP107	653	Indagini_Livorno.pdf
P707	PP108	655	Indagini_Livorno.pdf
P708	PP109	658	Indagini_Livorno.pdf
P709	PP110	661	Indagini_Livorno.pdf
P710	PP111	664	Indagini_Livorno.pdf
P711	S212	271	Indagini_Livorno.pdf
P712	PP112	666	Indagini_Livorno.pdf

P713	S214	274	Indagini_Livorno.pdf
P714	S215	275	Indagini_Livorno.pdf
P715	PP113	669	Indagini_Livorno.pdf
P716	PP114	670	Indagini_Livorno.pdf
P717	S216	277	Indagini_Livorno.pdf
P718	PP115	672	Indagini_Livorno.pdf
P719	PP116	675	Indagini_Livorno.pdf
P720	S217	278	Indagini_Livorno.pdf
P721	PP117	677	Indagini_Livorno.pdf
P722	PP118	680	Indagini_Livorno.pdf
P723	PP119	683	Indagini_Livorno.pdf
P724	S218	279	Indagini_Livorno.pdf
P725	S219	280	Indagini_Livorno.pdf
P726	PP120	685	Indagini_Livorno.pdf
P727	S220	281	Indagini_Livorno.pdf
P728	S221	282	Indagini_Livorno.pdf
P729	S222	283	Indagini_Livorno.pdf
P730	PP121	688	Indagini_Livorno.pdf
P731	PP122	690	Indagini_Livorno.pdf
P732	S223	286	Indagini_Livorno.pdf
P733	S224	288	Indagini_Livorno.pdf
P734	S225	290	Indagini_Livorno.pdf
P735	S226	291	Indagini_Livorno.pdf
P736	S227	293	Indagini_Livorno.pdf
P737	S228	295	Indagini_Livorno.pdf
P738	S229	296	Indagini_Livorno.pdf
P739	PP123	691	Indagini_Livorno.pdf
P740	S230	297	Indagini_Livorno.pdf
P741	S231	298	Indagini_Livorno.pdf
P742	S232	299	Indagini_Livorno.pdf
P743	S233	300	Indagini_Livorno.pdf
P744	S234	301	Indagini_Livorno.pdf
P745	S235	302	Indagini_Livorno.pdf
P746	S236	303	Indagini_Livorno.pdf
P747	S237	304	Indagini_Livorno.pdf
P748	PP124	692	Indagini_Livorno.pdf
P749	S238	305	Indagini_Livorno.pdf
P750	PP125	693	Indagini_Livorno.pdf
P751	S239	306	Indagini_Livorno.pdf
P752	S240	307	Indagini_Livorno.pdf
P754	DH2	1154	Indagini_Livorno.pdf
P756	DH4	1165	Indagini_Livorno.pdf
P757	DH8	1192	Indagini_Livorno.pdf
P758	DH14	1229	Indagini_Livorno.pdf
P759	DH5	1170	Indagini_Livorno.pdf
P760	DH6	1179	Indagini_Livorno.pdf
P763	DH11	1209	Indagini_Livorno.pdf
P764	DH15	1230	Indagini_Livorno.pdf
P765	DH9	1202	Indagini_Livorno.pdf
P767	DH13	1228	Indagini_Livorno.pdf
P768	HVSR1	1560	Indagini_Livorno.pdf
P769	HVSR2	1562	Indagini_Livorno.pdf
P770	HVSR3	1564	Indagini_Livorno.pdf
P771	HVSR4	1566	Indagini_Livorno.pdf
P772	HVSR5	1568	Indagini_Livorno.pdf
P773	HVSR6	1570	Indagini_Livorno.pdf
P774	HVSR7	1572	Indagini_Livorno.pdf
P775	HVSR8	1574	Indagini_Livorno.pdf

P776	HVSR9	1576	Indagini_Livorno.pdf
P777	HVSR10	1578	Indagini_Livorno.pdf
P778	HVSR11	1580	Indagini_Livorno.pdf
P779	HVSR12	1582	Indagini_Livorno.pdf
P780	HVSR13	1584	Indagini_Livorno.pdf
P781	HVSR14	1586	Indagini_Livorno.pdf
P782	HVSR15	1588	Indagini_Livorno.pdf
P783	HVSR16	1590	Indagini_Livorno.pdf
P784	HVSR17	1592	Indagini_Livorno.pdf
P785	HVSR18	1594	Indagini_Livorno.pdf
P786	HVSR19	1596	Indagini_Livorno.pdf
P787	HVSR20	1598	Indagini_Livorno.pdf
P788	MASW-ESAC1	1554	Indagini_Livorno.pdf
P789	MASW-ESAC2	1556	Indagini_Livorno.pdf
P790	HVSR21	1600	Indagini_Livorno.pdf
P791	HVSR22	1602	Indagini_Livorno.pdf
P792	HVSR23	1604	Indagini_Livorno.pdf
P793	HVSR24	1606	Indagini_Livorno.pdf
P794	HVSR25	1608	Indagini_Livorno.pdf
P795	HVSR26	1610	Indagini_Livorno.pdf
P796	HVSR27	1612	Indagini_Livorno.pdf
P797	HVSR28	1614	Indagini_Livorno.pdf
P798	HVSR29	1616	Indagini_Livorno.pdf
P799	HVSR30	1618	Indagini_Livorno.pdf
P800	HVSR31	1620	Indagini_Livorno.pdf
P801	HVSR32	1622	Indagini_Livorno.pdf
P802	HVSR33	1624	Indagini_Livorno.pdf
P803	HVSR34	1626	Indagini_Livorno.pdf
P804	HVSR35	1628	Indagini_Livorno.pdf
P805	HVSR36	1630	Indagini_Livorno.pdf
P806	HVSR37	1632	Indagini_Livorno.pdf
P807	HVSR38	1634	Indagini_Livorno.pdf
P808	HVSR39	1636	Indagini_Livorno.pdf
P809	HVSR40	1638	Indagini_Livorno.pdf
P810	HVSR41	1640	Indagini_Livorno.pdf
P811	HVSR42	1642	Indagini_Livorno.pdf
P812	HVSR43	1644	Indagini_Livorno.pdf
P813	HVSR44	1646	Indagini_Livorno.pdf
P814	HVSR45	1648	Indagini_Livorno.pdf
P815	HVSR46	1650	Indagini_Livorno.pdf
P816	HVSR47	1652	Indagini_Livorno.pdf
P817	HVSR48	1654	Indagini_Livorno.pdf
P818	HVSR49	1656	Indagini_Livorno.pdf
P819	PP126	694	Indagini_Livorno.pdf
P820	PP127	698	Indagini_Livorno.pdf
P821	PP128	702	Indagini_Livorno.pdf
P822	PP129	706	Indagini_Livorno.pdf
P823	PP130	710	Indagini_Livorno.pdf
P824	PP131	714	Indagini_Livorno.pdf
P825	PP132	718	Indagini_Livorno.pdf
P826	PP133	722	Indagini_Livorno.pdf
P827	PP134	726	Indagini_Livorno.pdf
P828	PP135	730	Indagini_Livorno.pdf
P829	HVSR50	1659	Indagini_Livorno.pdf
P830	HVSR51	1659	Indagini_Livorno.pdf
P831	HVSR52	1661	Indagini_Livorno.pdf
P832	HVSR53	1663	Indagini_Livorno.pdf
P833	HVSR54	1665	Indagini_Livorno.pdf

P834	HVSR55	1667	Indagini Livorno.pdf
P835	HVSR56	1669	Indagini Livorno.pdf
P836	HVSR57	1671	Indagini Livorno.pdf
P837	HVSR58	1673	Indagini Livorno.pdf
P838	HVSR59	1675	Indagini Livorno.pdf
P839	HVSR60	1677	Indagini Livorno.pdf
P840	HVSR61	1679	Indagini Livorno.pdf
P841	HVSR62	1681	Indagini Livorno.pdf
P842	HVSR63	1683	Indagini Livorno.pdf
P843	HVSR64	1683	Indagini Livorno.pdf
P844	HVSR65	1687	Indagini Livorno.pdf
P845	HVSR1_MS2	21	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P846	HVSR2_MS2	23	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P847	HVSR3_MS2	25	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P848	HVSR4_MS2	27	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P849	HVSR5_MS2	29	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P850	HVSR6_MS2	31	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P851	HVSR7_MS2	33	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P852	HVSR8_MS2	35	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P853	HVSR9_MS2	37	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P854	HVSR10_MS2	39	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P855	HVSR11_MS2	41	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P856	HVSR12_MS2	43	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P857	HVSR13_MS2	45	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P858	HVSR14_MS2	47	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P859	HVSR15_MS2	49	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P860	HVSR16_MS2	51	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P861	HVSR17_MS2	53	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P862	HVSR18_MS2	55	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P863	HVSR19_MS2	57	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P864	HVSR20_MS2	59	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P865	HVSR21_MS2	61	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P866	HVSR22_MS2	63	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P867	HVSR23_MS2	65	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P868	HVSR24_MS2	67	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P869	HVSR25_MS2	69	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P870	HVSR26_MS2	71	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P871	HVSR27_MS2	73	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P872	HVSR28_MS2	75	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P873	HVSR29_MS2	77	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P874	HVSR30_MS2	79	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P875	HVSR31_MS2	81	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P876	HVSR32_MS2	83	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P877	HVSR33_MS2	85	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P878	HVSR34_MS2	87	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P879	HVSR35_MS2	89	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P880	HVSR36_MS2	91	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P881	HVSR37_MS2	93	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P882	HVSR38_MS2	95	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P883	HVSR39_MS2	97	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P884	ESAC11_MS2	132	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P886	CPTU1_MS2	178	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P887	CPTU2_MS2	199	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P888	CPTU4_MS2	242	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P889	CPTU5_MS2	259	Indagini Livorno.pdf
P890	CPTU6_MS2	278	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P891	CPTU7_MS2	297	MS2 Livorno indagini GT.pdf
P892	CPTU8_MS2	306	MS2 Livorno indagini GT.pdf

P893	CPTU3_MS2	229	MS2_Livorno_indagini_GT.pdf
P894	HVSR40_MS2	99	MS2_Livorno_indagini_GT.pdf
P895	HVSR41_MS2	101	MS2_Livorno_indagini_GT.pdf
P896	HVSR42_MS2	103	MS2_Livorno_indagini_GT.pdf
P897	HVSR43_MS2	105	MS2_Livorno_indagini_GT.pdf
P898	HVSR44_MS2	107	MS2_Livorno_indagini_GT.pdf
P899	HVSR45_MS2	109	MS2_Livorno_indagini_GT.pdf
P900	ESAC13_MS2	138	MS2_Livorno_indagini_GT.pdf
P901	ESAC14_MS2	141	MS2_Livorno_indagini_GT.pdf
P902	ESAC16_MS2	147	MS2_Livorno_indagini_GT.pdf
P903	HVSR1	1	049009P903HVSR903.pdf
P904	HVSR2	1	049009P904HVSR904.pdf
P905	HVSR3	1	049009P905HVSR905.pdf
P906	HVSR4	1	049009P906HVSR906.pdf
P907	HVSR5	1	049009P907HVSR907.pdf
P908	HVSR6	1	049009P908HVSR908.pdf
P909	HVSR7	1	049009P909HVSR909.pdf
P910	HVSR8	1	049009P910HVSR910.pdf
P911	HVSR9	1	049009P911HVSR911.pdf
P912	HVSR10	1	049009P912HVSR912.pdf
P913	HVSR11	1	049009P913HVSR913.pdf
P914	HVSR12	1	049009P914HVSR914.pdf
P915	HVSR13	1	049009P915HVSR915.pdf
P916	HVSR14	1	049009P916HVSR916.pdf
P917	HVSR15	1	049009P917HVSR917.pdf
P918	CPTU1	1	049009P918CPTU918.pdf
P919	CPTU2	1	049009P919CPTU919.pdf
P920	CPTU3	1	049009P920CPTU920.pdf
P921	CPTU4	1	049009P921CPTU921.pdf
P922	CPTU5	1	049009P922CPTU922.pdf
P923	CPTU6	1	049009P923CPTU923.pdf
P924	CPTU7	1	049009P924CPTU924.pdf
P925	CPTU8	1	049009P925CPTU925.pdf
P926	CPTU9	1	049009P926CPTU926.pdf
P927	CPTU10	1	049009P927CPTU927.pdf
P928	CPTU11	1	049009P928CPTU928.pdf
P929	CPTU12	1	049009P929CPTU929.pdf
P930	CPTU13	1	049009P930CPTU930.pdf
P931	CPTU14	1	049009P931CPTU931.pdf
P932	CPTU15	1	049009P932CPTU932.pdf
P933	DPSH1	1	049009P933DS933.pdf
P934	DPSH2	1	049009P934DS934.pdf
P935	DPSH4	1	049009P935DS935.pdf
P936	DPSH6	1	049009P936DS936.pdf
P937	DPSH7	1	049009P937DS937.pdf
P938	DPSH15	1	049009P938DS938.pdf
P939	ESAC1	1	049009P939ESAC_SPAC939.pdf
P940	ESAC2	1	049009P940ESAC_SPAC940.pdf
P941	ESAC3	1	049009P941ESAC_SPAC941.pdf
P942	ESAC4	1	049009P942ESAC_SPAC942.pdf
P943	ESAC5	1	049009P943ESAC_SPAC943.pdf
P944	ESAC6	1	049009P944ESAC_SPAC944.pdf
P945	ESAC7	1	049009P945ESAC_SPAC945.pdf
P946	ESAC8	1	049009P946ESAC_SPAC946.pdf
P947	ESAC9	1	049009P947ESAC_SPAC947.pdf
P948	ESAC10	1	049009P948ESAC_SPAC948.pdf
P949	ESAC11	1	049009P949ESAC_SPAC949.pdf
P950	ESAC12	1	049009P950ESAC_SPAC950.pdf

P951	ESAC13	1	049009P951ESAC_SPAC951.pdf
P952	ESAC14	1	049009P952ESAC_SPAC952.pdf
P953	ESAC15	1	049009P953ESAC_SPAC953.pdf
P954	1011	1	049009P954SMS954.pdf
P955	1012	1	049009P955SMS955.pdf
P956	1041	1	049009P956SMS956.pdf
P957	2001	1	049009P957SMS957.pdf
P958	2002	1	049009P958SMS958.pdf
P959	2003	1	049009P959SMS959.pdf
P960	2004	1	049009P960SMS960.pdf
P961	2005	1	049009P961SMS961.pdf
P962	2006	1	049009P962SMS962.pdf
P963	2007	1	049009P963SMS963.pdf
P964	2008	1	049009P964SMS964.pdf
P965	2009	1	049009P965SMS965.pdf
P966	2010	1	049009P966SMS966.pdf
P967	2011	1	049009P967SMS967.pdf
P968	2012	1	049009P968SMS968.pdf
P969	2013	1	049009P969SMS969.pdf
P970	2014	1	049009P970SMS970.pdf
P971	2015	1	049009P971SMS971.pdf
P972	2016	1	049009P972SMS972.pdf
P973	2017	1	049009P973SMS973.pdf
P974	2018	1	049009P974SMS974.pdf
P975	2019	1	049009P975SMS975.pdf
P976	2020	1	049009P976SMS976.pdf
P977	2021	1	049009P977SMS977.pdf
P978	2022	1	049009P978SMS978.pdf
P979	2023	1	049009P979SMS979.pdf
P980	2024	1	049009P980SMS980.pdf
P981	2025	1	049009P981SMS981.pdf
P982	2026	1	049009P982SMS982.pdf
P983	2027	1	049009P983SMS983.pdf
P984	2028	1	049009P984SMS984.pdf
P985	2029	1	049009P985SMS985.pdf
P986	2030	1	049009P986SMS986.pdf
P987	2031	1	049009P987SMS987.pdf
P988	2032	1	049009P988SMS988.pdf
P989	2033	1	049009P989SMS989.pdf
P990	2034	1	049009P990SMS990.pdf
P991	2035	1	049009P991SMS991.pdf
P992	2036	1	049009P992SMS992.pdf
P993	2037	1	049009P993SMS993.pdf
P994	2038	1	049009P994SMS994.pdf
P995	2039	1	049009P995SMS995.pdf
P996	2040	1	049009P996SMS996.pdf
P997	2041	1	049009P997SMS997.pdf
P998	2042	1	049009P998SMS998.pdf
P999	2043	1	049009P999SMS999.pdf
P1000	2044	1	049009P1000SMS1000.pdf
P1001	2045	1	049009P1001SMS1001.pdf
P1002	2046	1	049009P1002SMS1002.pdf
P1003	2047	1	049009P1003SMS1003.pdf
P1004	2048	1	049009P1004SMS1004.pdf
P1005	2049	1	049009P1005SMS1005.pdf
P1006	2050	1	049009P1006SMS1006.pdf
P1007	2051	1	049009P1007SMS1007.pdf
P1008	2099	1	049009P1008SMS1008.pdf

P1009	SR17_1	1299	Indagini_Livorno.pdf
P1010	SR17_2	1299	Indagini_Livorno.pdf
P1011	SR27_1	1308	Indagini_Livorno.pdf
P1012	SR27_2	1308	Indagini_Livorno.pdf
P1013	SR19_1	1300	Indagini_Livorno.pdf
P1014	SR19_2	1300	Indagini_Livorno.pdf
P1015	SR28_1	1309	Indagini_Livorno.pdf
P1016	SR28_2	1309	Indagini_Livorno.pdf
P1017	SR20_1	1301	Indagini_Livorno.pdf
P1018	SR20_2	1301	Indagini_Livorno.pdf
P1019	SR34_1	1315	Indagini_Livorno.pdf
P1020	SR34_2	1	Indagini_Livorno.pdf
P1021	SR36_1	1342	Indagini_Livorno.pdf
P1022	SR36_2	1342	Indagini_Livorno.pdf
P1023	SR21_1	1302	Indagini_Livorno.pdf
P1024	SR21_2	1302	Indagini_Livorno.pdf
P1025	SR26_1	1307	Indagini_Livorno.pdf
P1026	SR26_2	1307	Indagini_Livorno.pdf
P1027	SR22_1	1303	Indagini_Livorno.pdf
P1028	SR22_2	1303	Indagini_Livorno.pdf
P1029	SR1_1	161	MS2_Livorno_indagini_GT.pdf
P1030	SR1_2	161	MS2_Livorno_indagini_GT.pdf
P1031	SR29_1	1310	Indagini_Livorno.pdf
P1032	SR29_2	1310	Indagini_Livorno.pdf
P1033	SR33_1	1314	Indagini_Livorno.pdf
P1034	SR33_2	1314	Indagini_Livorno.pdf
P1035	SR4_1	1372	Indagini_Livorno.pdf
P1036	SR4_2	1372	Indagini_Livorno.pdf
P1037	SR6_1	1402	Indagini_Livorno.pdf
P1038	SR6_2	1402	Indagini_Livorno.pdf
P1039	SR5_1	1387	Indagini_Livorno.pdf
P1040	SR5_2	1387	Indagini_Livorno.pdf
P1041	SR10_1	1264	Indagini_Livorno.pdf
P1042	SR10_2	1264	Indagini_Livorno.pdf
P1043	SR16_1	1298	Indagini_Livorno.pdf
P1044	SR16_2	1298	Indagini_Livorno.pdf
P1045	SR1_1	1231	Indagini_Livorno.pdf
P1046	SR1_2	1231	Indagini_Livorno.pdf
P1047	SR37_1	1356	Indagini_Livorno.pdf
P1048	SR37_2	1357	Indagini_Livorno.pdf
P1049	SR7_1	1256	Indagini_Livorno.pdf
P1050	SR7_2	1255	Indagini_Livorno.pdf
P1051	SR3_1	1235	Indagini_Livorno.pdf
P1052	SR3_2	1235	Indagini_Livorno.pdf
P1053	SR9_1	1262	Indagini_Livorno.pdf
P1054	SR9_2	1262	Indagini_Livorno.pdf
P1055	SR32_1	1313	Indagini_Livorno.pdf
P1056	SR32_2	1313	Indagini_Livorno.pdf
P1057	SR7_1	1417	Indagini_Livorno.pdf
P1058	SR7_2	1417	Indagini_Livorno.pdf
P1059	SR42_1	1432	Indagini_Livorno.pdf
P1060	SR42_2	1432	Indagini_Livorno.pdf
P1061	SR2_1	174	MS2_Livorno_indagini_GT.pdf
P1062	SR2_2	174	MS2_Livorno_indagini_GT.pdf
P1063	SR5_1	1247	Indagini_Livorno.pdf
P1064	SR5_2	1247	Indagini_Livorno.pdf
P1065	SR14_1	1289	Indagini_Livorno.pdf
P1066	SR14_2	1289	Indagini_Livorno.pdf



P1067	SR25_1	1306	Indagini_Livorno.pdf
P1068	SR25_2	1306	Indagini_Livorno.pdf
P1069	SR2_1	1233	Indagini_Livorno.pdf
P1070	SR2_2	1233	Indagini_Livorno.pdf
P1071	SR2_1	1234	Indagini_Livorno.pdf
P1072	SR2_2	1234	Indagini_Livorno.pdf
P1073	SR11_1	1266	Indagini_Livorno.pdf
P1074	SR11_2	1266	Indagini_Livorno.pdf
P1075	SR15_1	1295	Indagini_Livorno.pdf
P1076	SR15_2	1295	Indagini_Livorno.pdf
P1077	SR13_1	1279	Indagini_Livorno.pdf
P1078	SR13_2	1279	Indagini_Livorno.pdf
P1079	SR12_1	1271	Indagini_Livorno.pdf
P1080	SR12_2	1269	Indagini_Livorno.pdf
P1081	SR6_1	1251	Indagini_Livorno.pdf
P1082	SR6_2	1251	Indagini_Livorno.pdf
P1083	SR23_1	1304	Indagini_Livorno.pdf
P1084	SR23_2	1304	Indagini_Livorno.pdf
P1085	SR30_1	1311	Indagini_Livorno.pdf
P1086	SR30_2	1311	Indagini_Livorno.pdf
P1087	SR35_1	1327	Indagini_Livorno.pdf
P1088	SR35_2	1327	Indagini_Livorno.pdf
P1089	SR31_1	1312	Indagini_Livorno.pdf
P1090	SR31_2	1312	Indagini_Livorno.pdf
P1091	SR24_1	1305	Indagini_Livorno.pdf
P1092	SR24_2	1305	Indagini_Livorno.pdf
P1093	SR4_1	1244	Indagini_Livorno.pdf
P1094	SR4_2	1244	Indagini_Livorno.pdf

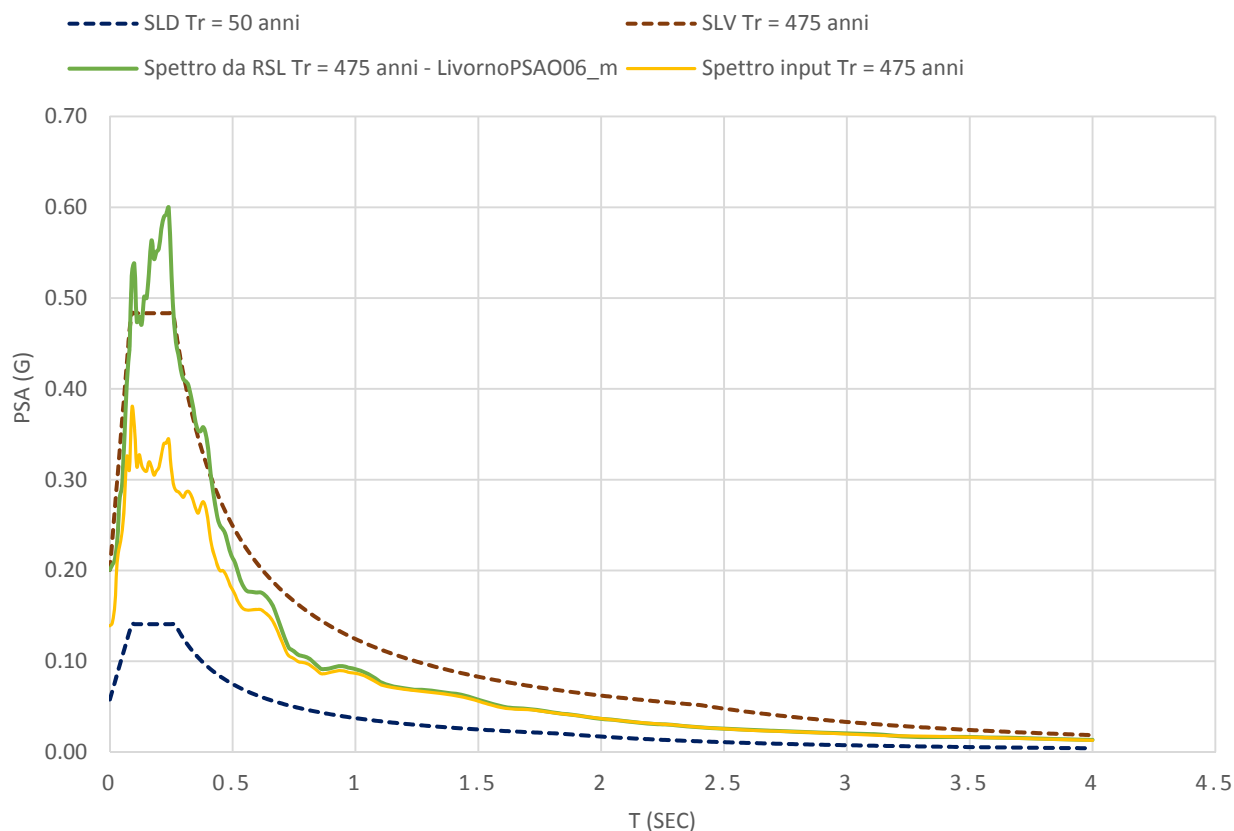
## Indagini lineari

Sigla carta delle indagini	Sigla indagini	Pagina	Documento
L1	MASW1	1436	Indagini_Livorno.pdf
L10	SR4	1239	Indagini_Livorno.pdf
L11	MASW4	1452	Indagini_Livorno.pdf
L12	MASW5	1455	Indagini_Livorno.pdf
L13	SR5	1247	Indagini_Livorno.pdf
L14	MASW6	1458	Indagini_Livorno.pdf
L15	MASW7	1460	Indagini_Livorno.pdf
L16	SR34	1315	Indagini_Livorno.pdf
L17	MASW8	1462	Indagini_Livorno.pdf
L18	MASW9	1463	Indagini_Livorno.pdf
L19	MASW10	1464	Indagini_Livorno.pdf
L2	SR1	1231	Indagini_Livorno.pdf
L20	MASW10	1465	Indagini_Livorno.pdf
L21	MASW10	1469	Indagini_Livorno.pdf
L22	MASW11	1470	Indagini_Livorno.pdf
L23	MASW12	1474	Indagini_Livorno.pdf
L24	MASW13	1475	Indagini_Livorno.pdf
L25	MASW14	1477	Indagini_Livorno.pdf
L26	MASW15	1478	Indagini_Livorno.pdf
L27	SR6	1248	Indagini_Livorno.pdf
L28	MASW16	1479	Indagini_Livorno.pdf
L29	SR7	1252	Indagini_Livorno.pdf
L3	SR2	1233	Indagini_Livorno.pdf
L30	MASW17	1483	Indagini_Livorno.pdf
L32	SR9	1261	Indagini_Livorno.pdf
L33	MASW18	1485	Indagini_Livorno.pdf
L34	MASW19	1496	Indagini_Livorno.pdf
L35	SR10	1263	Indagini_Livorno.pdf
L36	MASW20	1506	Indagini_Livorno.pdf
L37	MASW21	1512	Indagini_Livorno.pdf
L39	MASW22	1519	Indagini_Livorno.pdf
L4	SR2	1234	Indagini_Livorno.pdf
L40	SR13	1273	Indagini_Livorno.pdf
L41	SR12	1269	Indagini_Livorno.pdf
L42	MASW23	1522	Indagini_Livorno.pdf
L43	MASW24	1527	Indagini_Livorno.pdf
L44	MASW25	1529	Indagini_Livorno.pdf
L45	SR14	1286	Indagini_Livorno.pdf
L46	SR11	1266	Indagini_Livorno.pdf
L47	MASW26	1531	Indagini_Livorno.pdf
L48	MASW27	1533	Indagini_Livorno.pdf
L49	MASW28	1534	Indagini_Livorno.pdf
L5	MASW2	1443	Indagini_Livorno.pdf
L50	MASW29	1538	Indagini_Livorno.pdf
L51	MASW30	1543	Indagini_Livorno.pdf
L52	SR16	1298	Indagini_Livorno.pdf
L53	SR17	1299	Indagini_Livorno.pdf
L54	SR19	1300	Indagini_Livorno.pdf
L55	SR27	1308	Indagini_Livorno.pdf
L56	SR20	1301	Indagini_Livorno.pdf
L57	SR21	1302	Indagini_Livorno.pdf
L58	SR22	1303	Indagini_Livorno.pdf
L59	SR23	1304	Indagini_Livorno.pdf
L6	MASW2	1443	Indagini_Livorno.pdf
L60	SR24	1305	Indagini_Livorno.pdf
L61	SR25	1306	Indagini_Livorno.pdf
L62	SR26	1307	Indagini_Livorno.pdf

L63	SR28	1309	Indagini Livorno.pdf
L64	SR29	1310	Indagini Livorno.pdf
L65	SR30	1311	Indagini Livorno.pdf
L66	SR31	1312	Indagini Livorno.pdf
L67	SR32	1313	Indagini Livorno.pdf
L68	SR33	1314	Indagini Livorno.pdf
L69	SR3	1235	Indagini Livorno.pdf
L71	SR15	1292	Indagini Livorno.pdf
L72	SR35	1316	Indagini Livorno.pdf
L73	SR36	1331	Indagini Livorno.pdf
L74	SR37	1346	Indagini Livorno.pdf
L75	SR38	1361	Indagini Livorno.pdf
L76	SR39	1376	Indagini Livorno.pdf
L77	SR40	1391	Indagini Livorno.pdf
L78	SR41	1406	Indagini Livorno.pdf
L79	SR42	1421	Indagini Livorno.pdf
L81	MASW6_MS2	123	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L82	MASW7_MS2	125	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L83	MASW8_MS2	127	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L84	MASW11_MS2	134	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L85	MASW15_MS2	146	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L86	MASW1_MS2	113	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L87	MASW9_MS2	129	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L88	MASW10_MS2	131	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L89	MASW2_MS2	115	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L9	MASW3	1446	Indagini Livorno.pdf
L90	MASW3_MS2	117	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L91	MASW4_MS2	119	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L92	MASW5_MS2	121	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L93	MASW12_MS2	137	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L94	MASW13_MS2	140	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L95	MASW14_MS2	143	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L96	MASW16_MS2	149	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L97	SR1_MS2	151	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L98	SR2_MS2	164	MS2 Livorno indagini GT.pdf
L100	MASW2	1	049009L100MASW102.pdf
L101	MASW3	1	049009L101MASW103.pdf
L102	MASW4	1	049009L102MASW104.pdf
L103	MASW5	1	049009L103MASW105.pdf
L104	MASW6	1	049009L104MASW106.pdf
L105	MASW7	1	049009L105MASW107.pdf
L106	MASW8	1	049009L106MASW108.pdf
L107	MASW9	1	049009L107MASW109.pdf
L108	MASW10	1	049009L108MASW110.pdf
L109	MASW11	1	049009L109MASW111.pdf
L110	MASW12	1	049009L110MASW112.pdf
L111	MASW12	1	049009L111MASW113.pdf
L112	MASW14	1	049009L112MASW114.pdf
L113	MASW15	1	049009L113MASW115.pdf
L99	MASW1	1	049009L99MASW101.pdf

**ALLEGATO 2**  
**RISULTATI DELLE RSL**

## ZONA 19



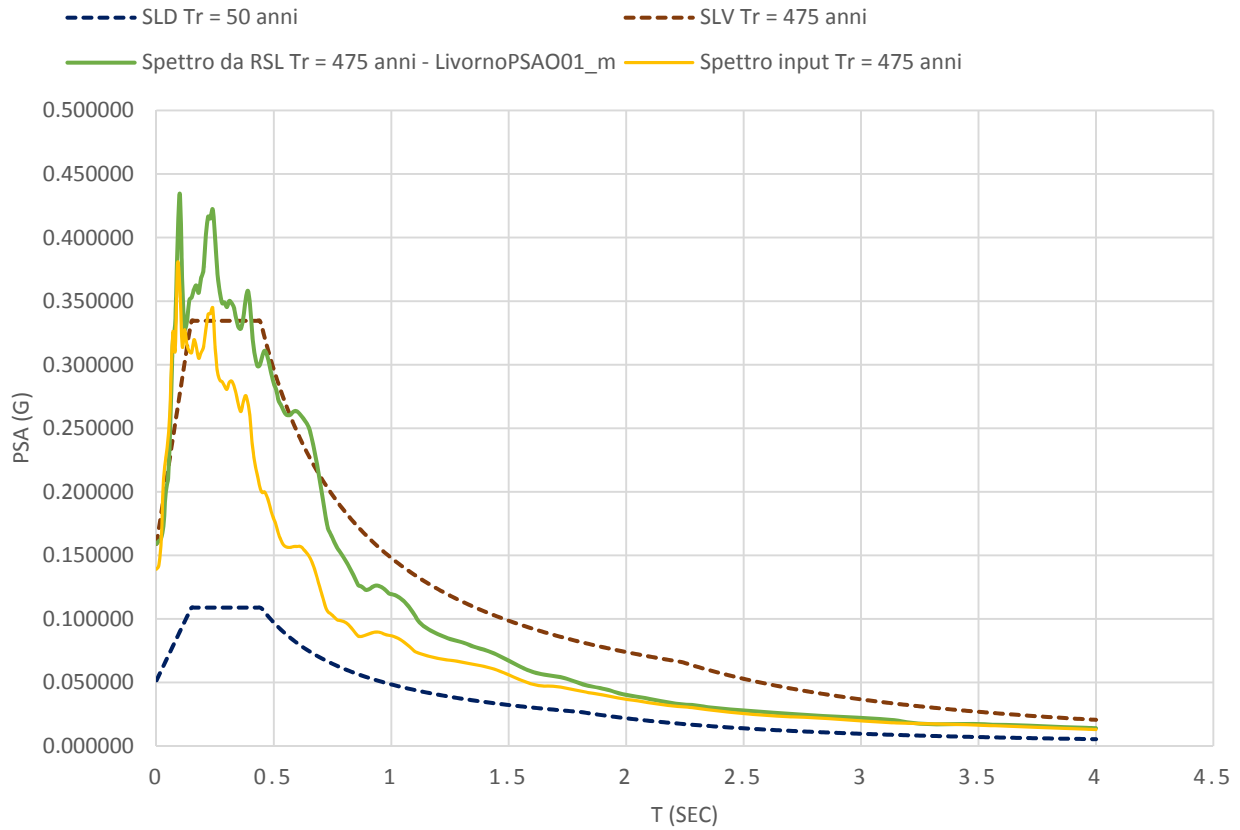
### Soil Types

	Name	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	G/G_max Model	Damping Model	Damp. Limit (%)	Notes
1	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	19.00	Custom	Custom	0.5	
2	Alterazione bedrock	21.00	idriiss_rock	idriiss_rock	0.4	

### Site Profile

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	V <sub>s</sub> (m/s)
1	0.00	0.30	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	116.00
2	0.30	0.50	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	154.00
3	0.80	2.50	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	243.00
4	3.30	1.80	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	290.00
5	5.10	4.00	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	355.00
6	9.10	4.90	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	457.00
7	14.00	7.40	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	533.00
8	21.40	5.30	Alterazione bedrock	712.00
9	26.70	Half-Space	Bedrock	912.00

## ZONA 21



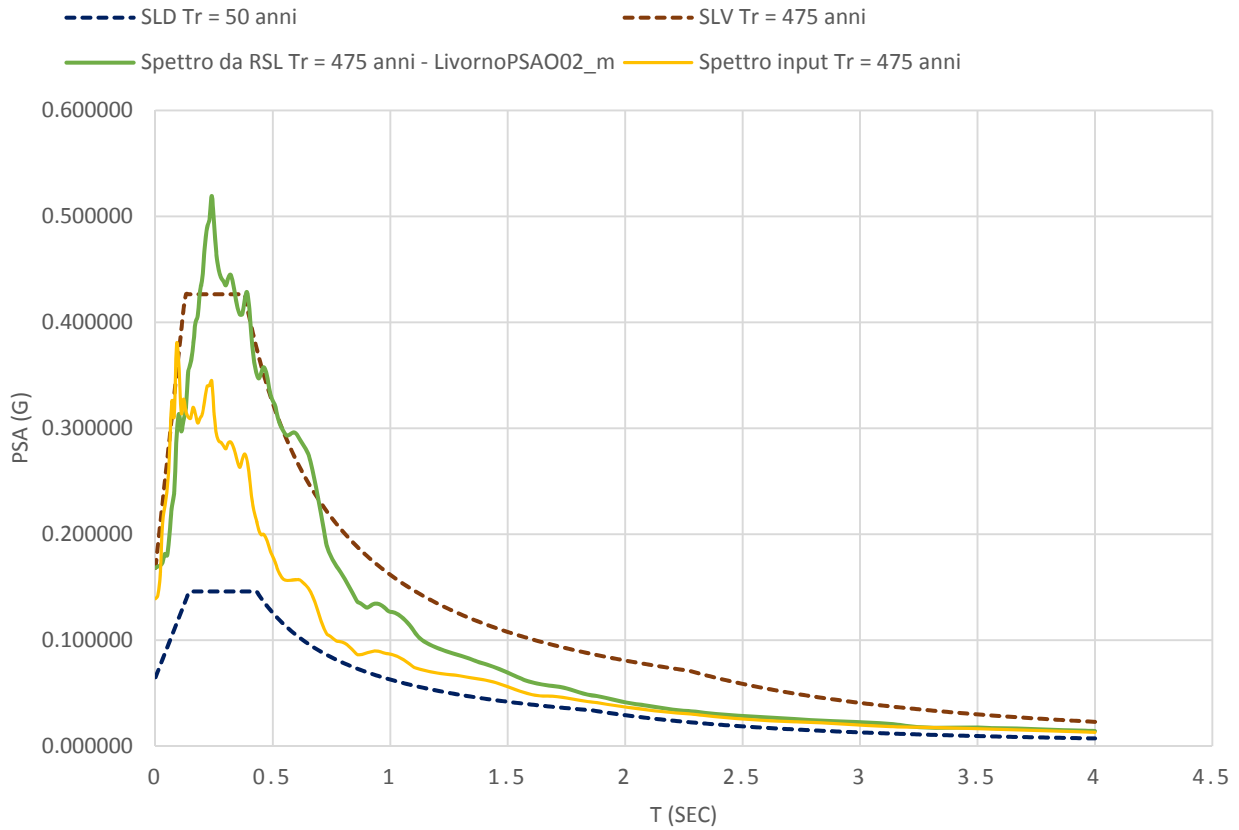
Soil Types

	Name	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	G/G_max Model	Damping Model	Damp. Limit (%)	Notes
1	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	19.00	Custom	Custom	0.5	
2	Panchina	20.00	Idriss (1990), Sand	Idriss (1990), Sand	0.5	
3	Argille e argille limose (20 - 40 m)	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft	0.5	
4	Argille e argille limose (40 - 80 m)	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	0.5	
5	Argille e argille limose (80 - 160 m)	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 500-1000 ft	0.5	

Site Profile

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	3.00	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	240.00
2	3.00	5.00	Panchina	350.00
3	8.00	17.00	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	410.00
4	25.00	25.00	Argille e argille limose (20 - 40 m)	450.00
5	50.00	30.00	Argille e argille limose (40 - 80 m)	600.00
6	80.00	Half-Space	Bedrock	800.00

## ZONA 22



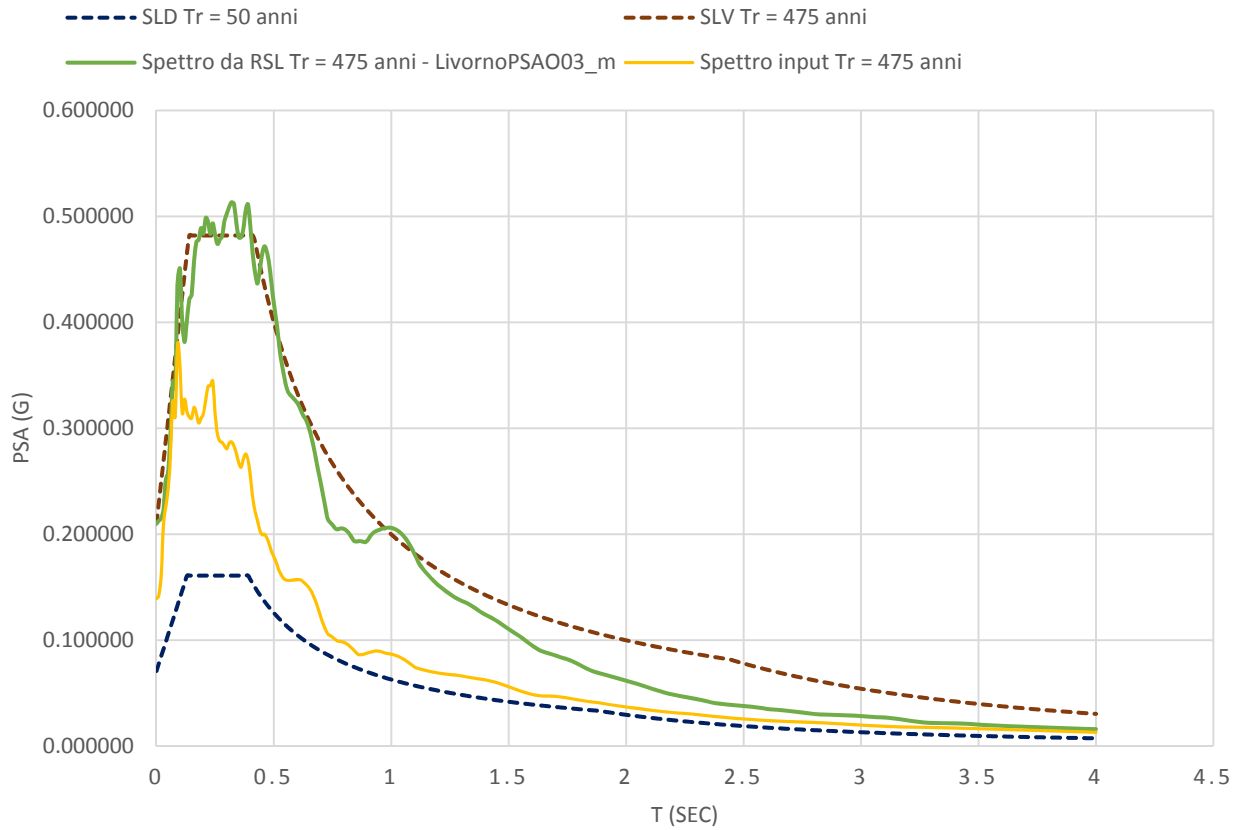
### Soil Types

	Name	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	G/G_max Model	Damping Model	Damp. Limit (%)	Notes
1	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	19.00	Custom	Custom	0.5	
2	Argille e argille limose (20 - 40 m)	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft	0.5	
3	Argille e argille limose (40 - 80 m)	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	0.5	
4	Argille e argille limose (80 - 160 m)	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 500-1000 ft	0.5	

### Site Profile

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	3.50	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	150.00
2	3.50	7.50	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	220.00
3	11.00	14.00	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	380.00
4	25.00	25.00	Argille e argille limose (20 - 40 m)	450.00
5	50.00	30.00	Argille e argille limose (40 - 80 m)	600.00
6	80.00	Half-Space	Bedrock	800.00

## ZONA 23



### Soil Types

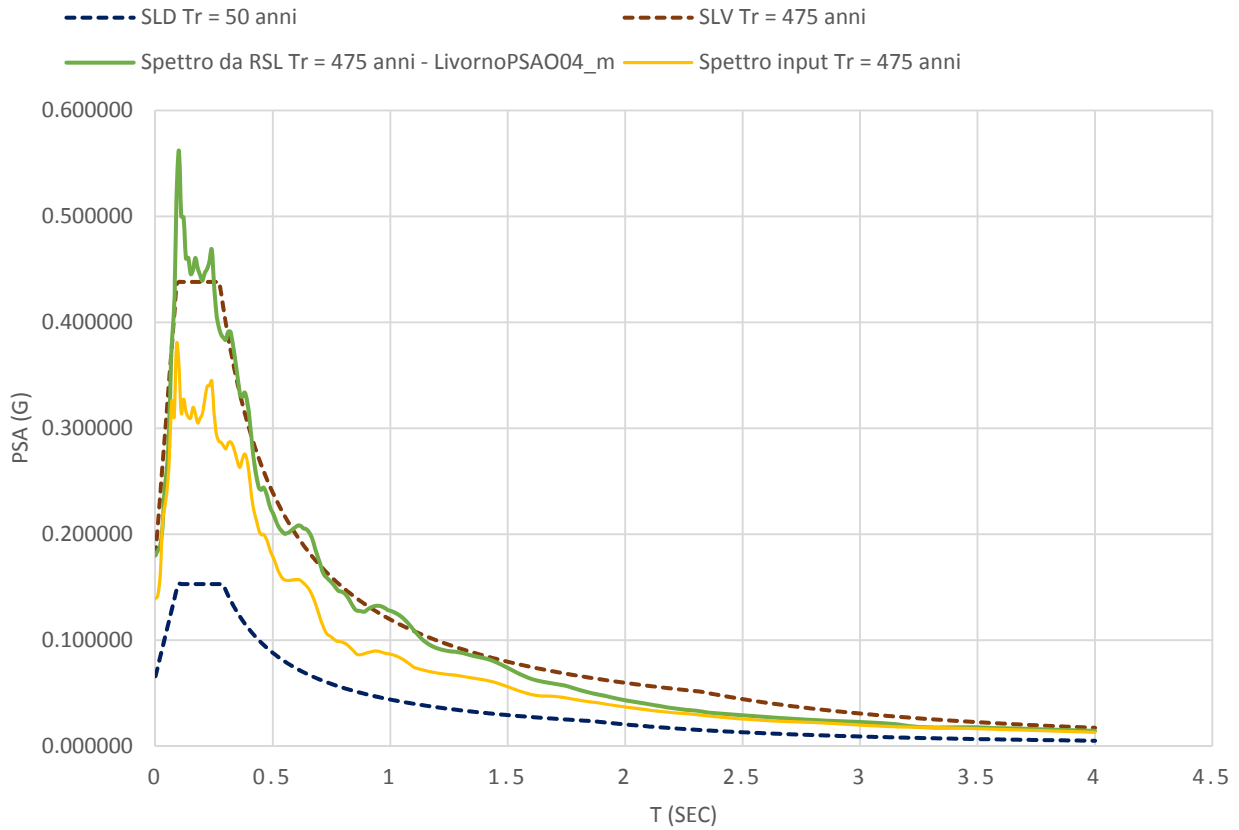
	Name	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	G/G_max Model	Damping Model	Damp. Limit (%)	Notes
1	Argille e argille limose	19.00	Custom	Custom	0.5	
2	Argille e argille limose (20 - 40 m)	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft	0.5	
3	Argille e argille limose (40 - 80 m)	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	0.5	
4	Argille e argille limose (80 - 160 m)	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 500-1000 ft	0.5	

### Site Profile

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	12.00	Argille e argille limose	180.00
2	12.00	10.00	Argille e argille limose	220.00
3	22.00	33.00	Argille e argille limose (20 - 40 m)	350.00
4	55.00	38.00	Argille e argille limose (40 - 80 m)	430.00
5	93.00	27.00	Argille e argille limose (80 - 160 m)	550.00
6	120.00	Half-Space	Bedrock	800.00



## ZONA 24



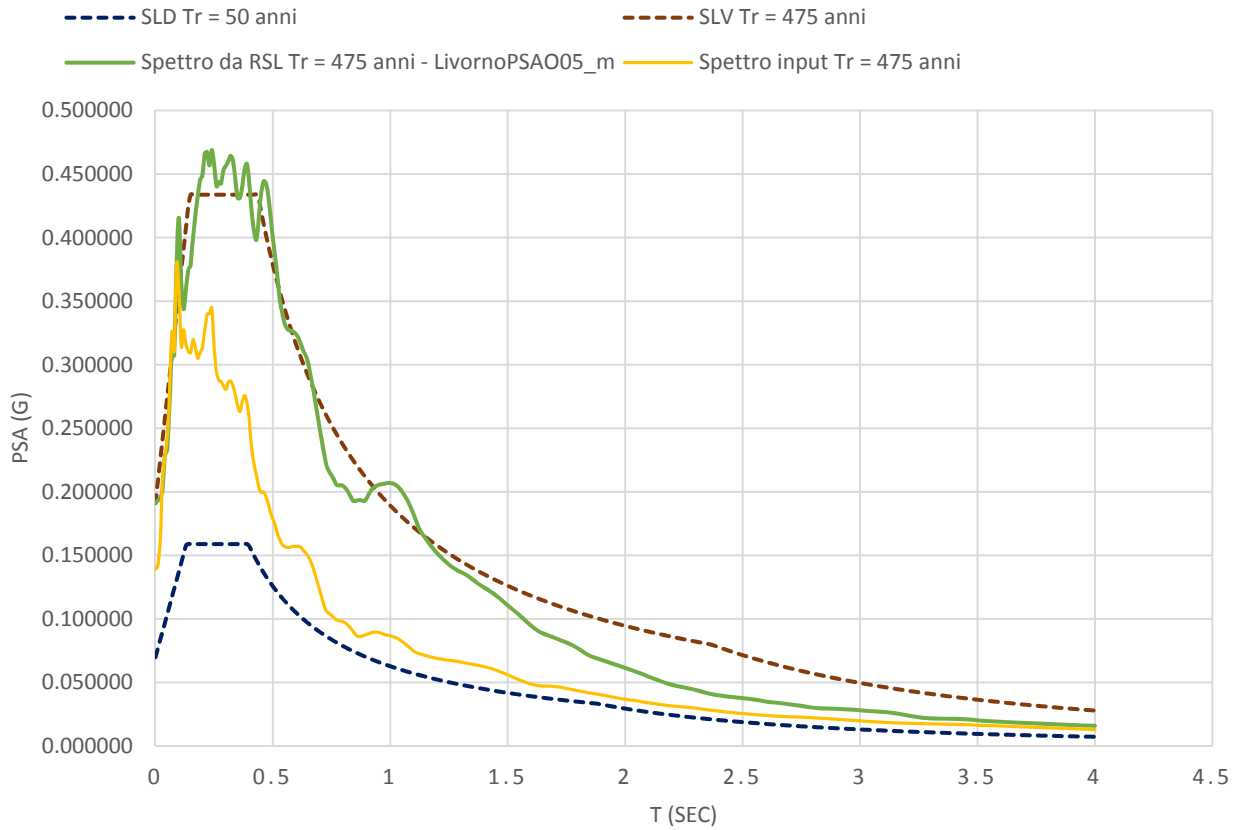
### Soil Types

	Name	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	G/G_max Model	Damping Model	Damp. Limit (%)	Notes
1	Sabbie e ciottolami	19.00	Custom	Custom	0.5	
2	Panchina	20.00	Idriss (1990), Sand	Idriss (1990), Sand	0.5	
3	Argille e argille limose (7 - 20 m)	20.00	EPRI (93), 20-50 ft	EPRI (93), 20-50 ft	0.5	
4	Argille e argille limose (20 - 40 m)	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft	0.5	
5	Argille e argille limose (40 - 80 m)	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	0.5	
6	Argille e argille limose (80 - 160 m)	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 500-1000 ft	0.5	

### Site Profile

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	2.80	Sabbie e ciottolami	220.00
2	2.80	1.70	Sabbie e ciottolami	250.00
3	4.50	1.50	Panchina	350.00
4	6.00	2.00	Argille e argille limose (7 - 20 m)	350.00
5	8.00	24.00	Argille e argille limose (7 - 20 m)	500.00
6	32.00	36.00	Argille e argille limose (20 - 40 m)	540.00
7	68.00	32.00	Argille e argille limose (40 - 80 m)	550.00
8	100.00	20.00	Argille e argille limose (80 - 160 m)	650.00
9	120.00	Half-Space	Bedrock	800.00

## ZONA 25



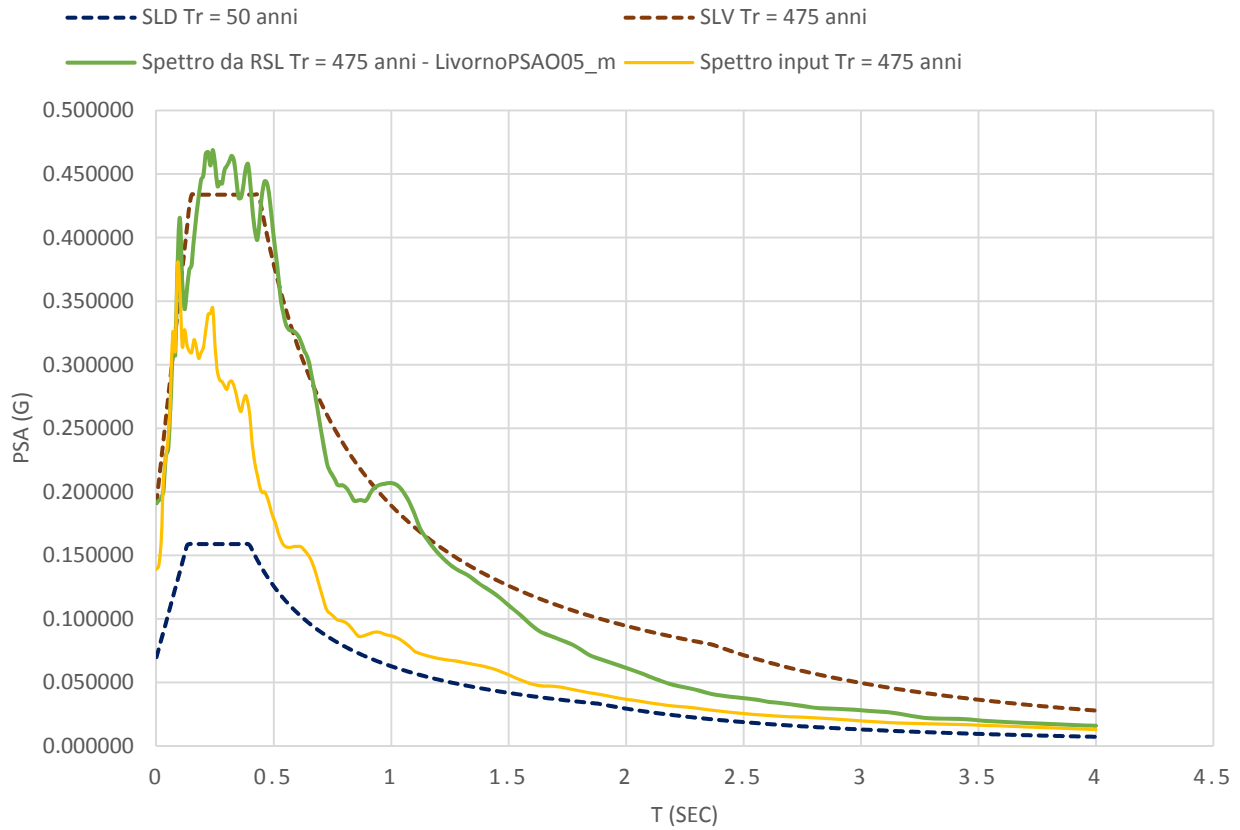
### Soil Types

	Name	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	G/G_max Model	Damping Model	Damp. Limit (%)	Notes
1	Sabbie e ciottolami	19.00	EPRI (93), 0-20 ft	EPRI (93), 0-20 ft	0.5	
2	Argille e argille limose (20 - 40 m)	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft	0.5	
3	Argille e argille limose (40 - 80 m)	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	0.5	
4	Argille e argille limose (80 - 160 m)	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 500-1000 ft	0.5	
5	Argille e argille limose (7 - 20 m)	20.00	EPRI (93), 20-50 ft	EPRI (93), 20-50 ft	0.5	

### Site Profile

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	12.00	Sabbie e ciottolami	200.00
2	12.00	10.00	Argille e argille limose (7 - 20 m)	220.00
3	22.00	33.00	Argille e argille limose (20 - 40 m)	350.00
4	55.00	38.00	Argille e argille limose (40 - 80 m)	430.00
5	93.00	27.00	Argille e argille limose (80 - 160 m)	550.00
6	120.00	Half-Space	Bedrock	800.00

## ZONA 28



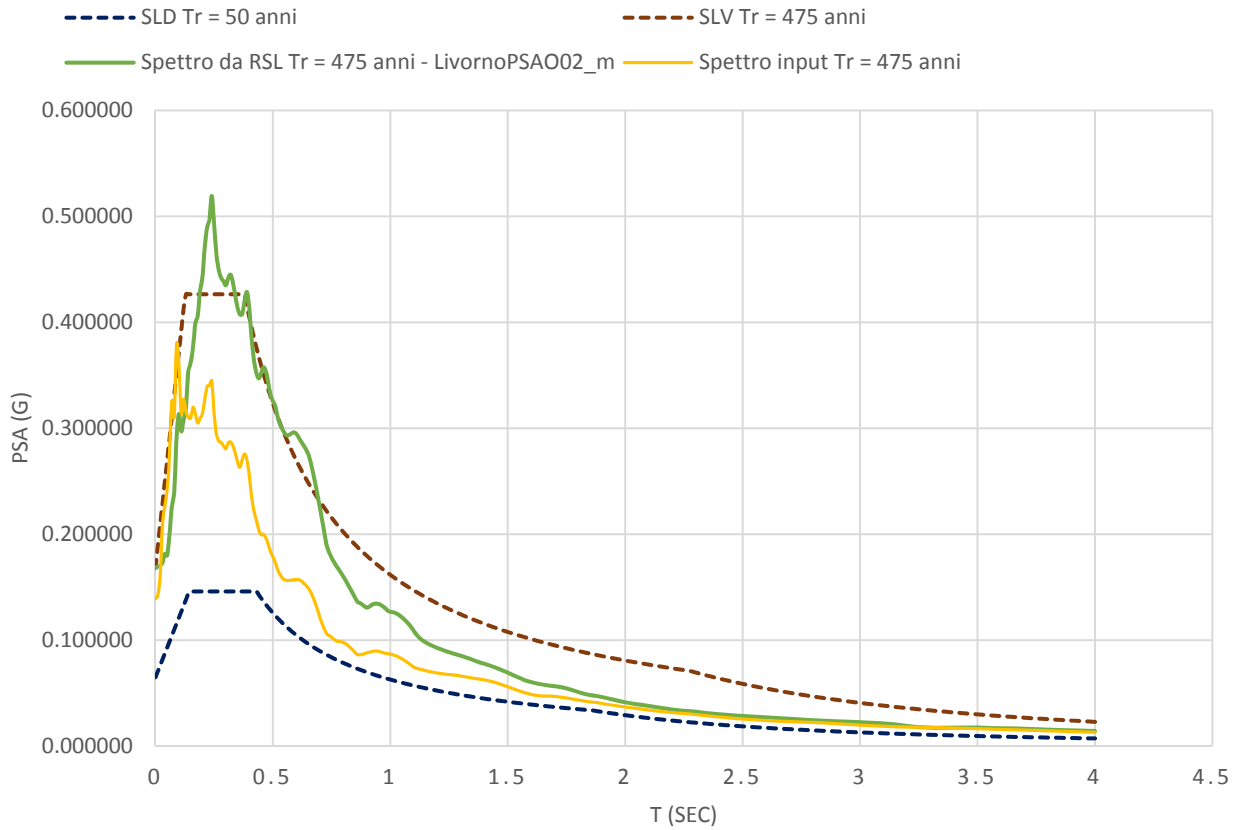
Soil Types

	Name	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	G/G_max Model	Damping Model	Damp. Limit (%)	Notes
1	Argille con limi e lenti di gessi	20.00	EPRI (93) PI=10	EPRI (93), PI=10	0.5	
2	Argille con limi e lenti di gessi (20 - 40 m)	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft	0.5	
3	Argille con limi e lenti di gessi (40 - 80 m)	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	0.5	
4	Argille con limi e lenti di gessi (80 - 160 m)	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 500-1000 ft	0.5	

Site Profile

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	12.00	Argille con limi e lenti di gessi	200.00
2	12.00	10.00	Argille con limi e lenti di gessi	250.00
3	22.00	33.00	Argille con limi e lenti di gessi (20 - 40 m)	400.00
4	55.00	38.00	Argille con limi e lenti di gessi (40 - 80 m)	430.00
5	93.00	27.00	Argille con limi e lenti di gessi (80 - 160 m)	550.00
6	120.00	Half-Space	Bedrock	800.00

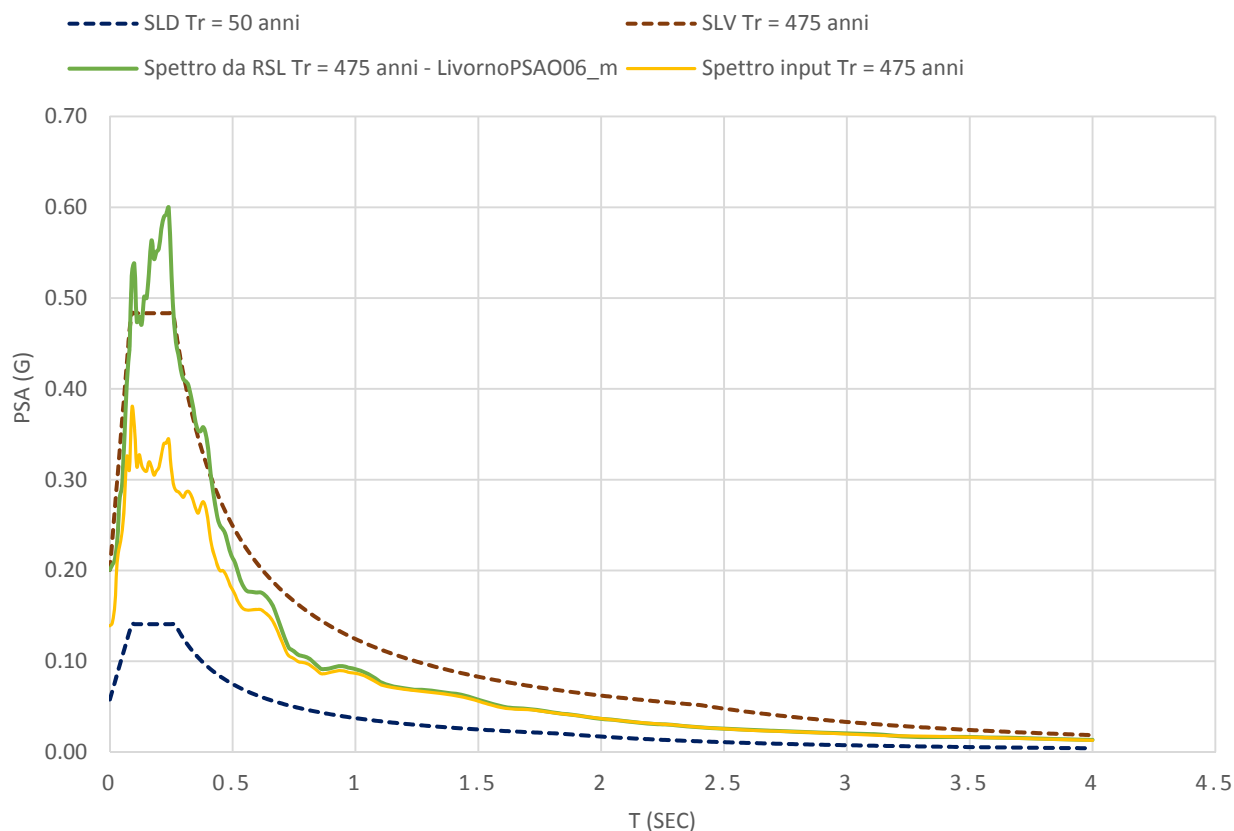
## ZONA 31



Soil Types						
	Name	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	G/G_max Model	Damping Model	Damp. Limit (%)	Notes
1	Sabbie e ciottolami	19.00	Custom	Custom	0.5	
2	Panchina	20.00	Idriss (1990), Sand	Idriss (1990), Sand	0.5	
3	Argille e argille limose (7 - 20 m)	20.00	EPRI (93), 20-50 ft	EPRI (93), 20-50 ft	0.5	
4	Argille e argille limose (20 - 40 m)	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft	0.5	
5	Argille e argille limose (40 - 80 m)	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	0.5	
6	Argille e argille limose (80 - 160 m)	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 500-1000 ft	0.5	

Site Profile				
	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	1.50	Sabbie e ciottolami	160.00
2	1.50	3.00	Panchina	265.00
3	4.50	2.50	Sabbie e ciottolami	191.00
4	7.00	7.00	Sabbie e ciottolami	280.00
5	14.00	9.00	Argille e argille limose (7 - 20 m)	310.00
6	23.00	19.00	Argille e argille limose (20 - 40 m)	350.00
7	42.00	26.00	Argille e argille limose (40 - 80 m)	480.00
8	68.00	32.00	Argille e argille limose (40 - 80 m)	550.00
9	100.00	20.00	Argille e argille limose (80 - 160 m)	650.00
10	120.00	Half-Space	Bedrock	800.00

## ZONA 32



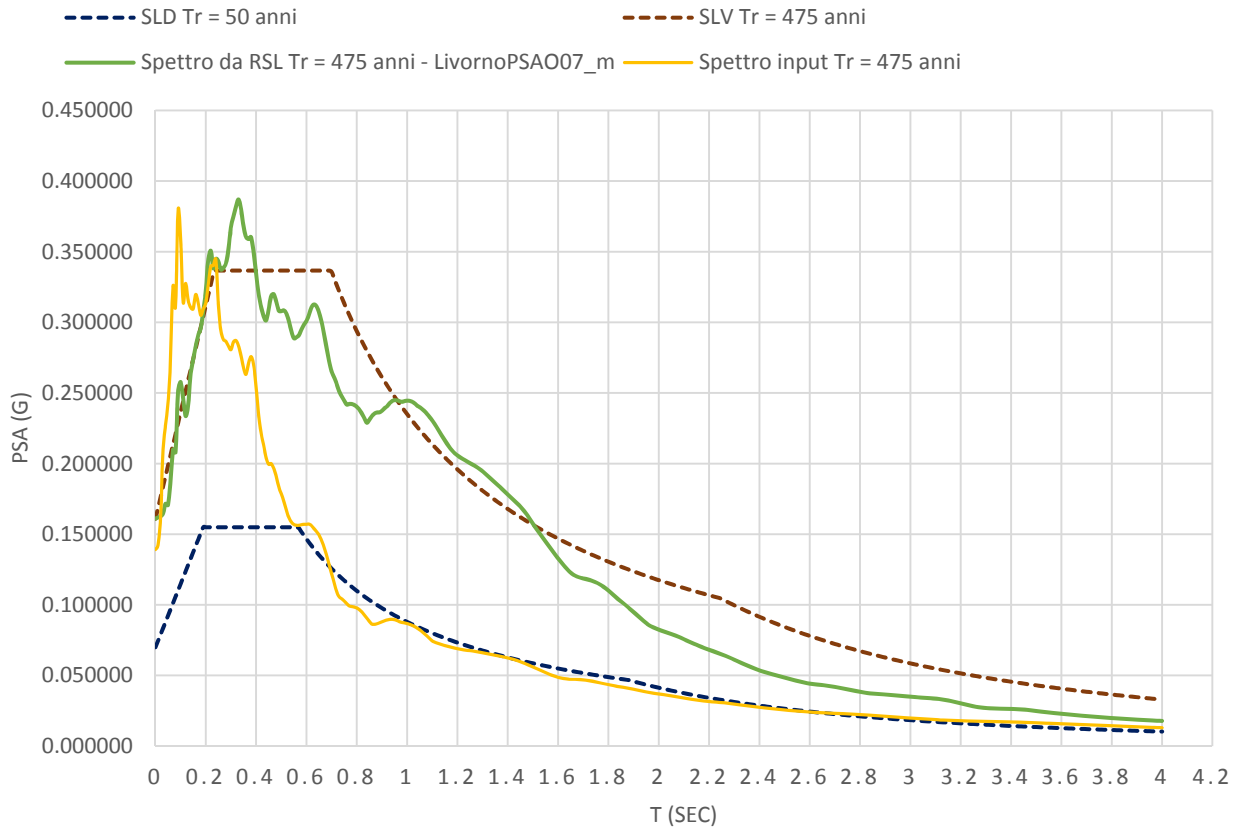
### Soil Types

	Name	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	G/G_max Model	Damping Model	Damp. Limit (%)	Notes
1	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	19.00	Custom	Custom	0.5	
2	Alterazione bedrock	21.00	idriiss_rock	idriiss_rock	0.4	

### Site Profile

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	V <sub>s</sub> (m/s)
1	0.00	0.30	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	116.00
2	0.30	0.50	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	154.00
3	0.80	2.50	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	243.00
4	3.30	1.80	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	290.00
5	5.10	4.00	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	355.00
6	9.10	4.90	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	457.00
7	14.00	7.40	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	533.00
8	21.40	5.30	Alterazione bedrock	712.00
9	26.70	Half-Space	Bedrock	912.00

## ZONA 49



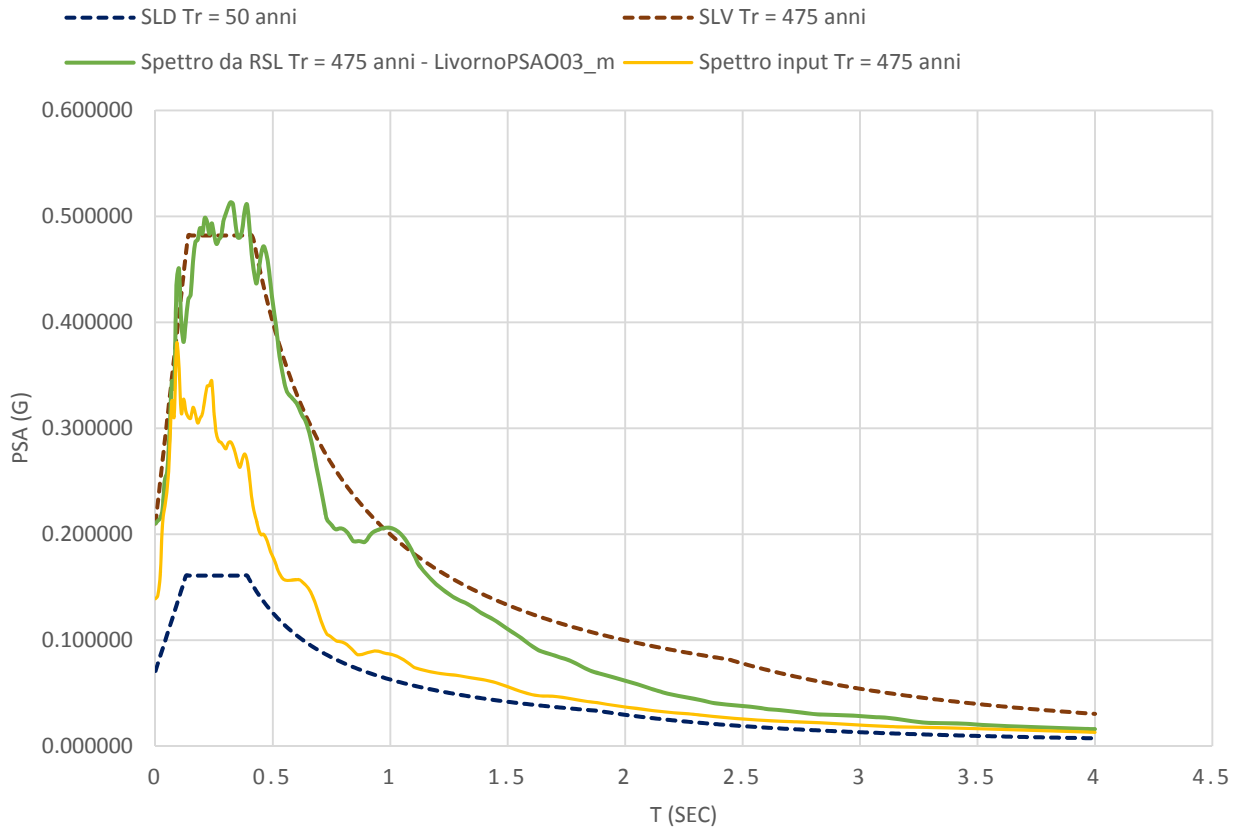
### Soil Types

	Name	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	G/G_max Model	Damping Model	Damp. Limit (%)	Notes
1	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	19.00	EPRI (93), 0-20 ft	EPRI (93), 0-20 ft	0.5	
2	Argille e argille limose (20 - 40 m)	20.00	Idriss (1990), Clay	Idriss (1990), Clay	0.5	
3	Argille e argille limose (40 - 80 m)	20.00	Idriss (1990), Clay	Idriss (1990), Clay	0.5	
4	Argille e argille limose (80 - 160 m)	20.00	Idriss (1990), Clay	Idriss (1990), Clay	0.5	

### Site Profile

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	12.00	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	125.00
2	12.00	10.00	Sabbe, sabbie limose e limi sabbiosi	175.00
3	22.00	33.00	Argille e argille limose (20 - 40 m)	300.00
4	55.00	38.00	Argille e argille limose (40 - 80 m)	430.00
5	93.00	27.00	Argille e argille limose (80 - 160 m)	550.00
6	120.00	Half-Space	Bedrock	800.00

## ZONA 51



### Soil Types

	Name	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	G/G_max Model	Damping Model	Damp. Limit (%)	Notes
1	Argille e argille limose	19.00	Custom	Custom	0.5	
2	Argille e argille limose (20 - 40 m)	20.00	EPRI (93), 50-120 ft	EPRI (93), 50-120 ft	0.5	
3	Argille e argille limose (40 - 80 m)	20.00	EPRI (93), 120-250 ft	EPRI (93), 120-250 ft	0.5	
4	Argille e argille limose (80 - 160 m)	20.00	EPRI (93), 250-500 ft	EPRI (93), 500-1000 ft	0.5	

### Site Profile

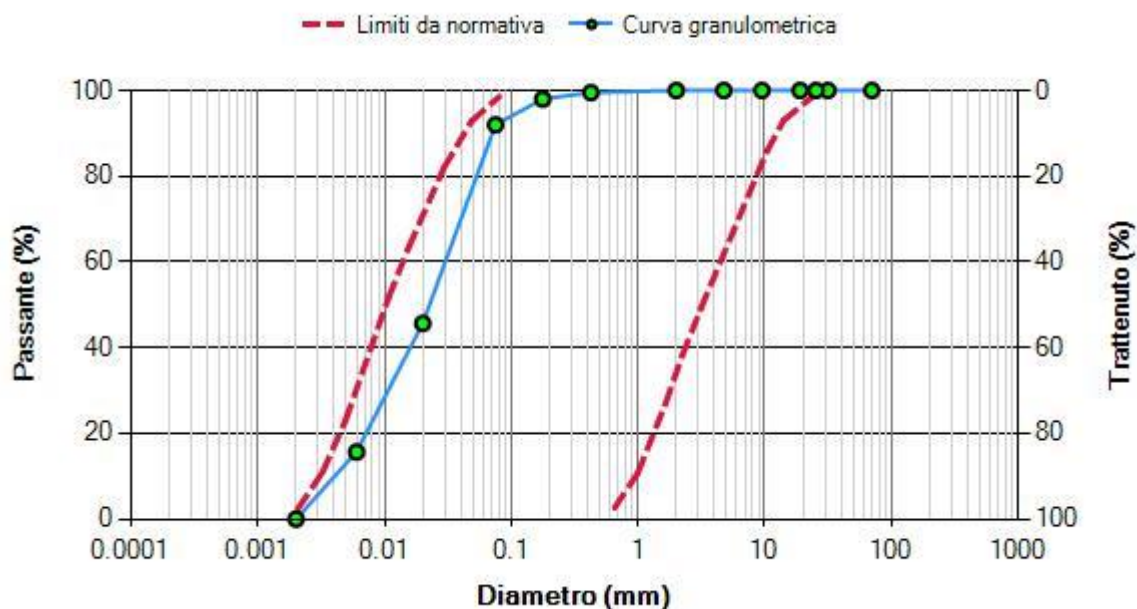
	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	12.00	Argille e argille limose	180.00
2	12.00	10.00	Argille e argille limose	220.00
3	22.00	33.00	Argille e argille limose (20 - 40 m)	350.00
4	55.00	35.00	Argille e argille limose (40 - 80 m)	430.00
5	90.00	Half-Space	Bedrock	800.00

**ALLEGATO 3**  
RISULTATI ANALITICI PER IL CALCOLO  
DELL'INDICE DI POTENZIALE LIQUEFAZIONE



## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**

Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione, W: 1'000.000 g

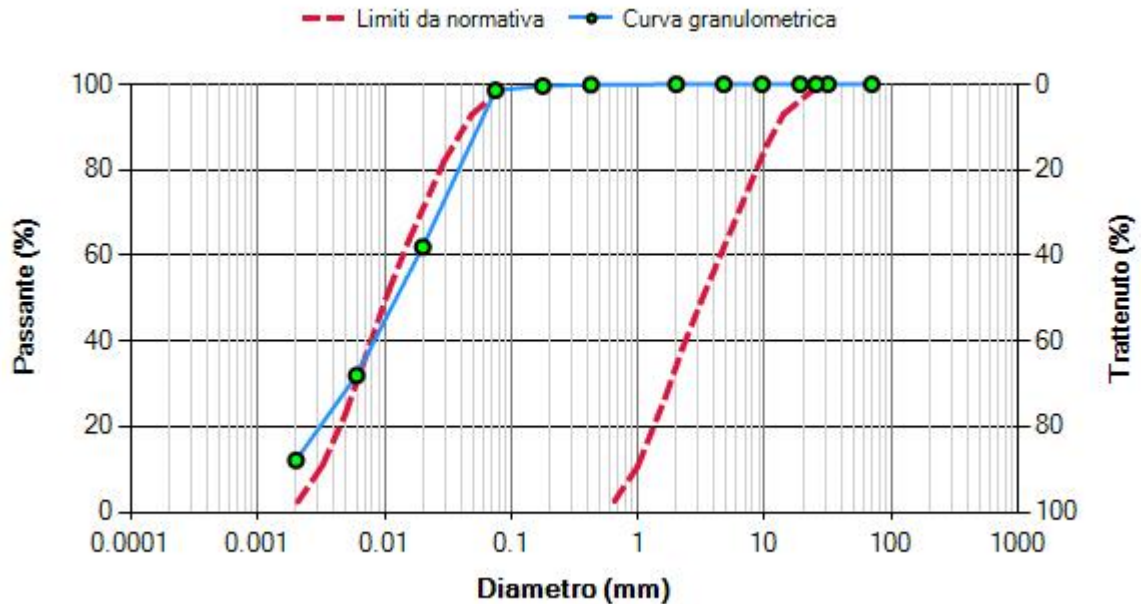
ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD423	0.425	5	5.00	99.50
ASTMD424	0.177	15	20.00	98.00
ASTMD425	0.075	60	80.00	92.00
ASTMD422	0.02	463.4	543.40	45.66
ASTM151H	0.006	300	843.40	15.66
ASTM151H	0.002	156.6	1'000.00	---

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
0.000	0.03	0.02	0.00	7.46

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD423	0.425	1	1.00	99.90
ASTMD424	0.177	3	4.00	99.60
ASTMD425	0.075	10	14.00	98.60
ASTMD422	0.02	366.17	380.17	61.98
ASTM151H	0.006	300	680.17	31.98
ASTM151H	0.002	198.3	878.47	12.15

### Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
121.530	0.02	0.01	NaN	NaN

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

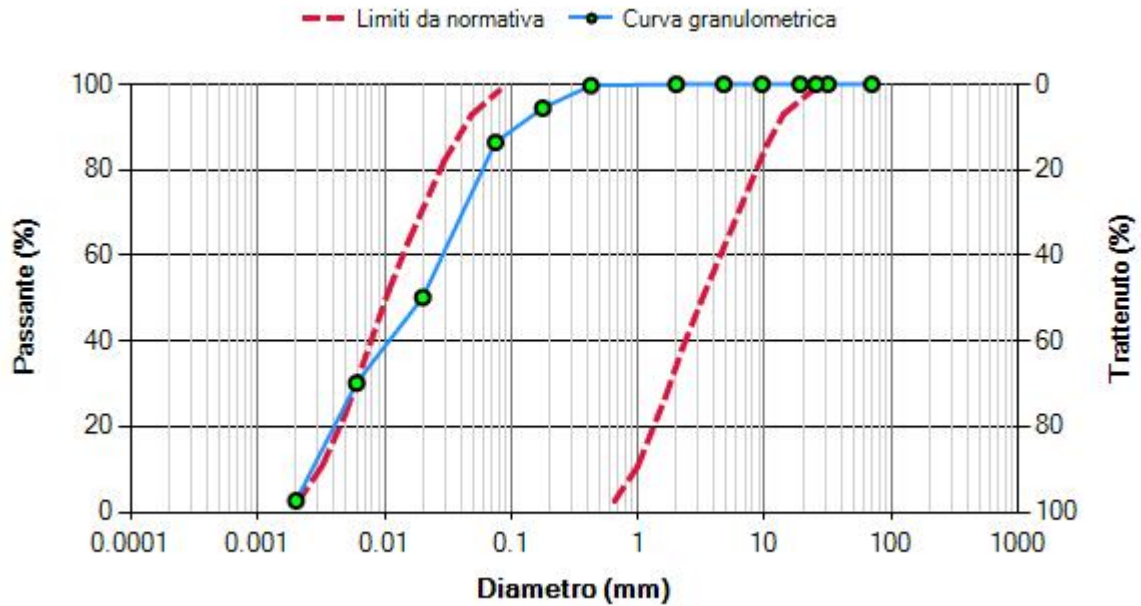
ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD423	0.425	1	1.00	99.90
ASTMD424	0.177	3	4.00	99.60
ASTMD425	0.075	8	12.00	98.80
ASTMD422	0.02	360	372.00	62.80
ASTM151H	0.006	300	672.00	32.80
ASTM151H	0.002	212	884.00	11.60

## Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
116.000	0.02	0.01	NaN	NaN

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD423	0.425	3	3.00	99.70
ASTMD424	0.177	52.8	55.80	94.42
ASTMD425	0.075	80	135.80	86.42
ASTMD422	0.02	362.3	498.10	50.19
ASTM151H	0.006	200	698.10	30.19
ASTM151H	0.002	274.9	973.00	2.70

### Risultati

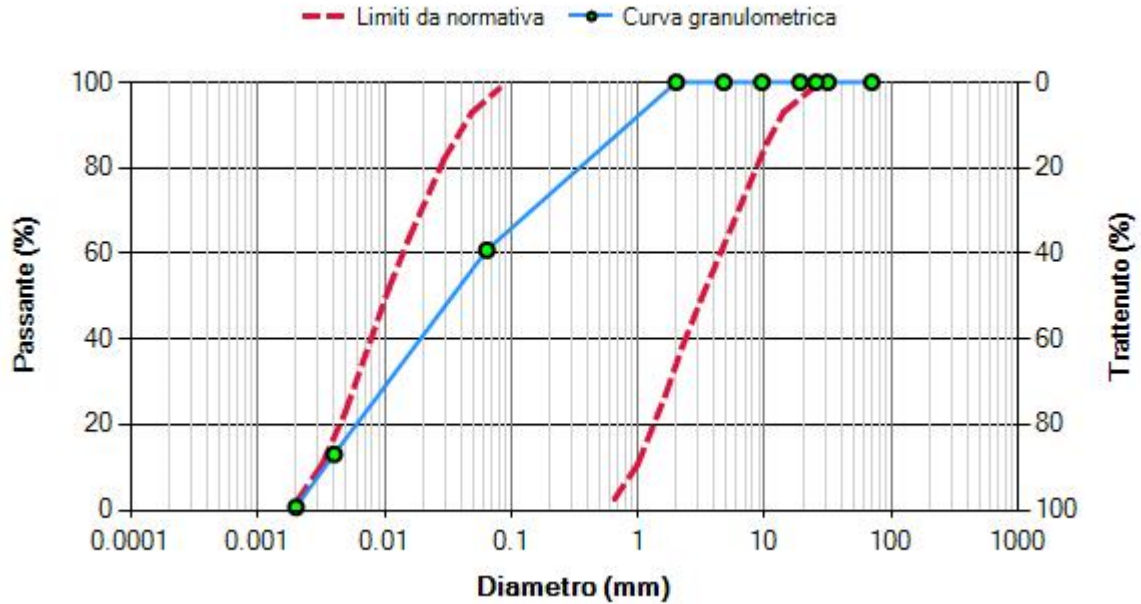
Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
27.000	0.03	0.02	0.00	10.68

# 049009P517\_SPT4

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.064	392.2	392.20	60.78
ASTM151H	0.004	476.9	869.10	13.09
ASTM151H	0.002	123.8	992.90	0.71

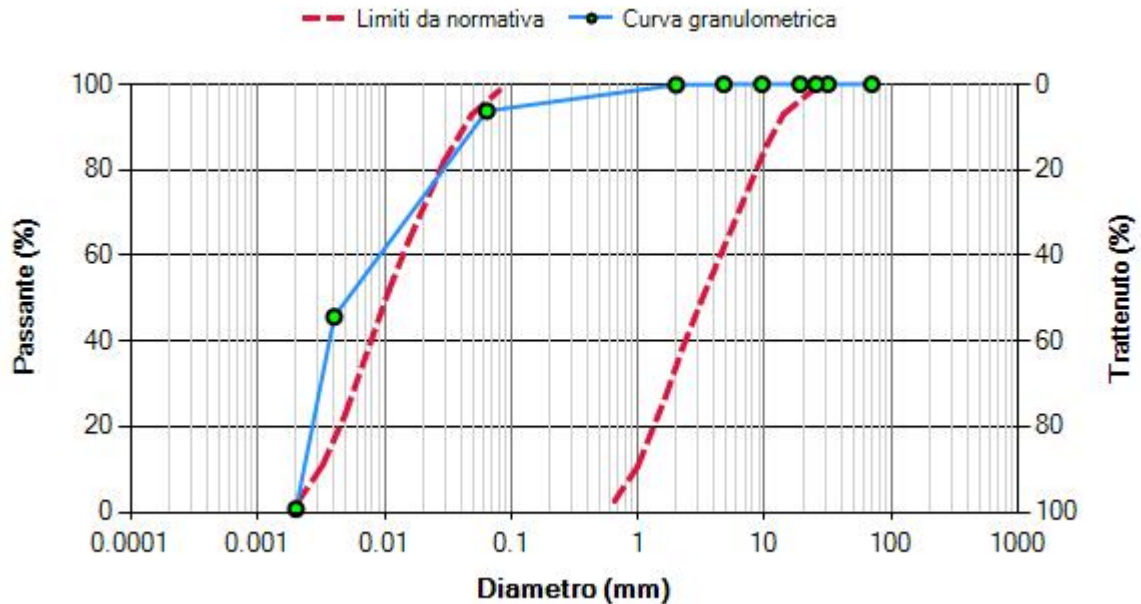
### Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
7.100	0.06	0.03	0.00	18.18

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione,  $W$ : 1'000.000 g

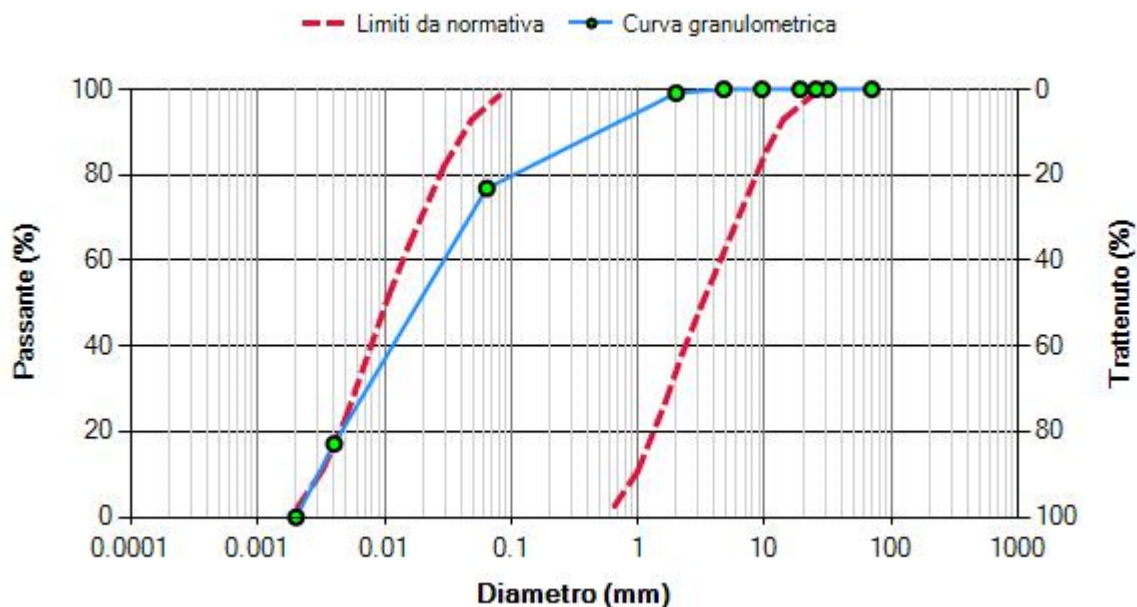
ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	1.5	1.50	99.85
ASTMD422	0.064	60.9	62.40	93.76
ASTM151H	0.004	480.87	543.27	45.67
ASTM151H	0.002	449	992.27	0.77

## Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
7.730	0.01	0.01	0.00	3.96

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

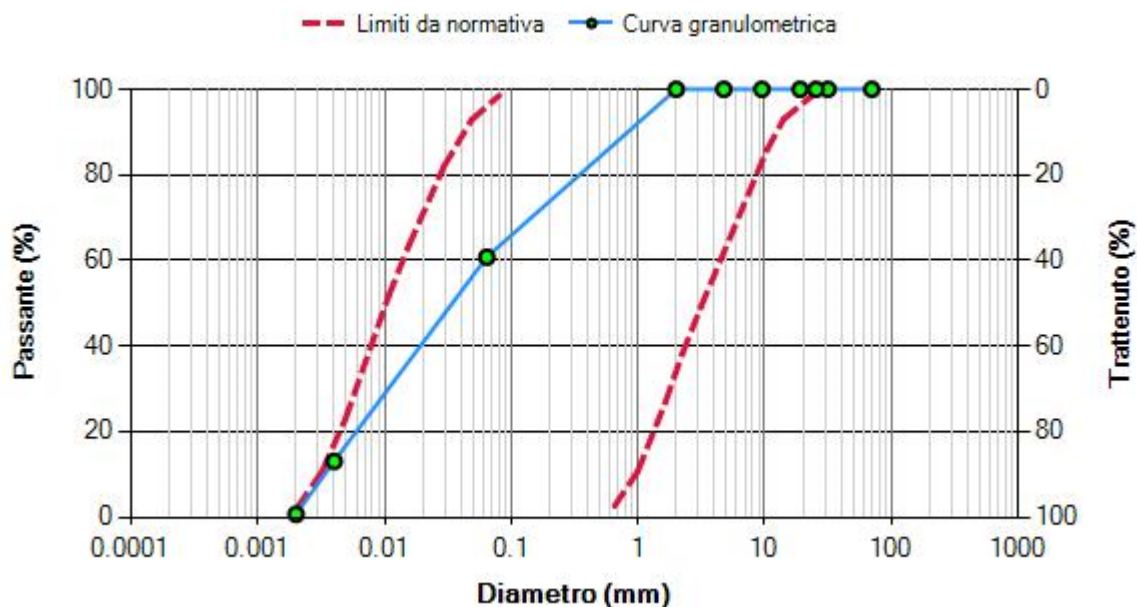
ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	8.9	8.90	99.11
ASTMD422	0.064	222.7	231.60	76.84
ASTM151H	0.004	596.8	828.40	17.16
ASTM151H	0.002	171.6	1'000.00	---

### Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
0.000	0.03	0.02	0.00	9.77

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**

Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.064	392.2	392.20	60.78
ASTM151H	0.004	476.9	869.10	13.09
ASTM151H	0.002	123.8	992.90	0.71

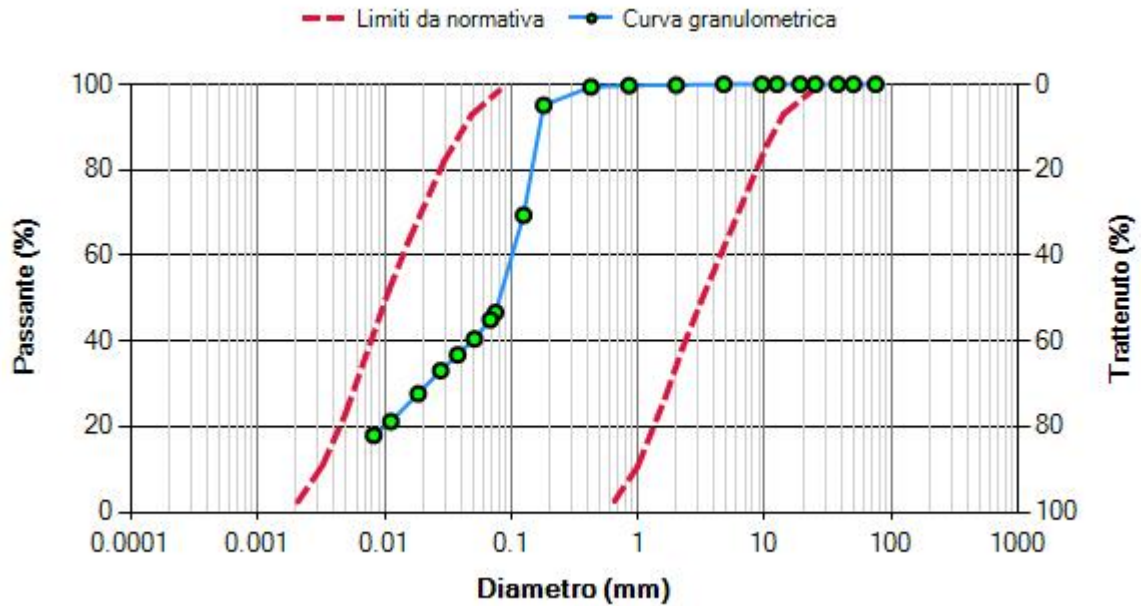
**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
7.100	0.06	0.03	0.00	18.18



## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**

Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione, W: 1'000.000 g

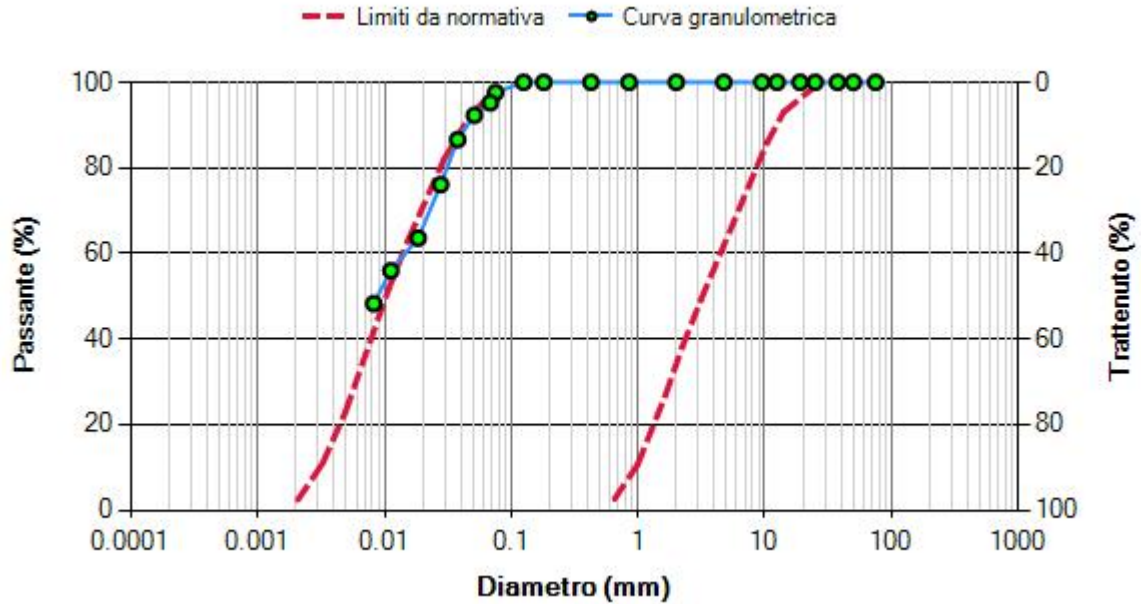
ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	2	2.00	99.80
ASTMD422	0.85	1	3.00	99.70
ASTMD422	0.425	3	6.00	99.40
ASTMD422	0.18	43	49.00	95.10
ASTMD422	0.125	257	306.00	69.40
ASTMD422	0.075	227	533.00	46.70
ASTMD422	0.0683	17	550.00	45.00
ASTMD422	0.0511	45	595.00	40.50
ASTMD422	0.0377	37	632.00	36.80
ASTMD422	0.0277	37	669.00	33.10
ASTMD422	0.0184	54	723.00	27.70
ASTMD422	0.0112	65	788.00	21.20
ASTMD422	0.0082	32	820.00	18.00

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
180.000	0.10	0.08	NaN	NaN

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**

Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione, W: 1'000.000 g

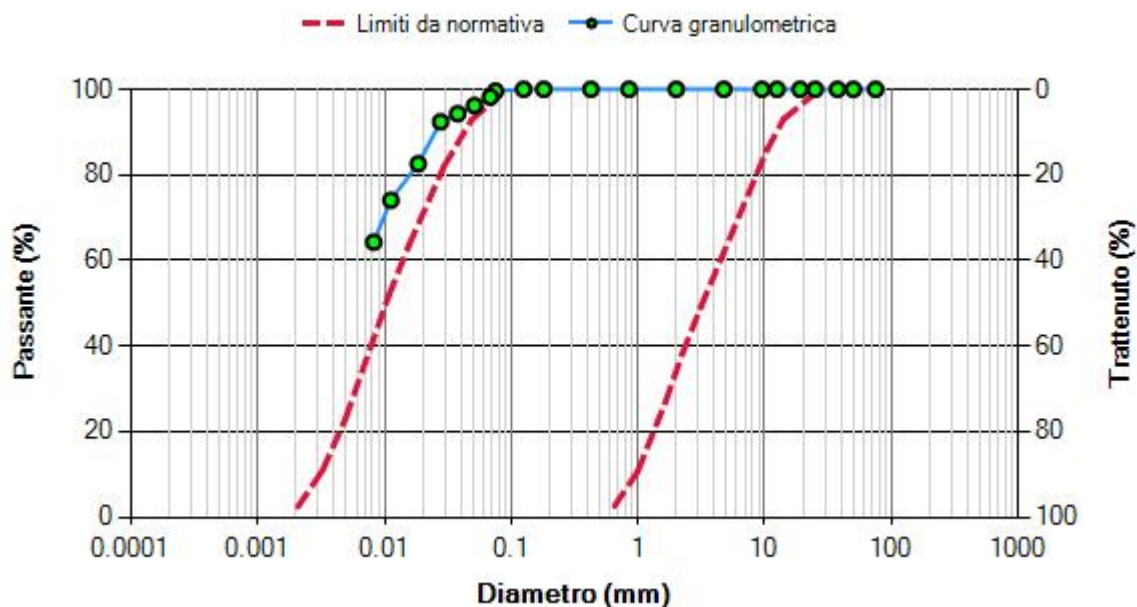
ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.85	0	---	100.00
ASTMD422	0.425	0	---	100.00
ASTMD422	0.18	0	---	100.00
ASTMD422	0.125	0	---	100.00
ASTMD422	0.075	24	24.00	97.60
ASTMD422	0.0683	24	48.00	95.20
ASTMD422	0.0511	29	77.00	92.30
ASTMD422	0.0377	57	134.00	86.60
ASTMD422	0.0277	105	239.00	76.10
ASTMD422	0.0184	125	364.00	63.60
ASTMD422	0.0112	76	440.00	56.00
ASTMD422	0.0082	77	517.00	48.30

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
483.000	0.01	0.01	NaN	NaN

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**

Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.85	0	---	100.00
ASTMD422	0.425	0	---	100.00
ASTMD422	0.18	0	---	100.00
ASTMD422	0.125	0	---	100.00
ASTMD422	0.075	4	4.00	99.60
ASTMD422	0.0683	14	18.00	98.20
ASTMD422	0.0511	20	38.00	96.20
ASTMD422	0.0377	19	57.00	94.30
ASTMD422	0.0277	19	76.00	92.40
ASTMD422	0.0184	98	174.00	82.60
ASTMD422	0.0112	85	259.00	74.10
ASTMD422	0.0082	98	357.00	64.30

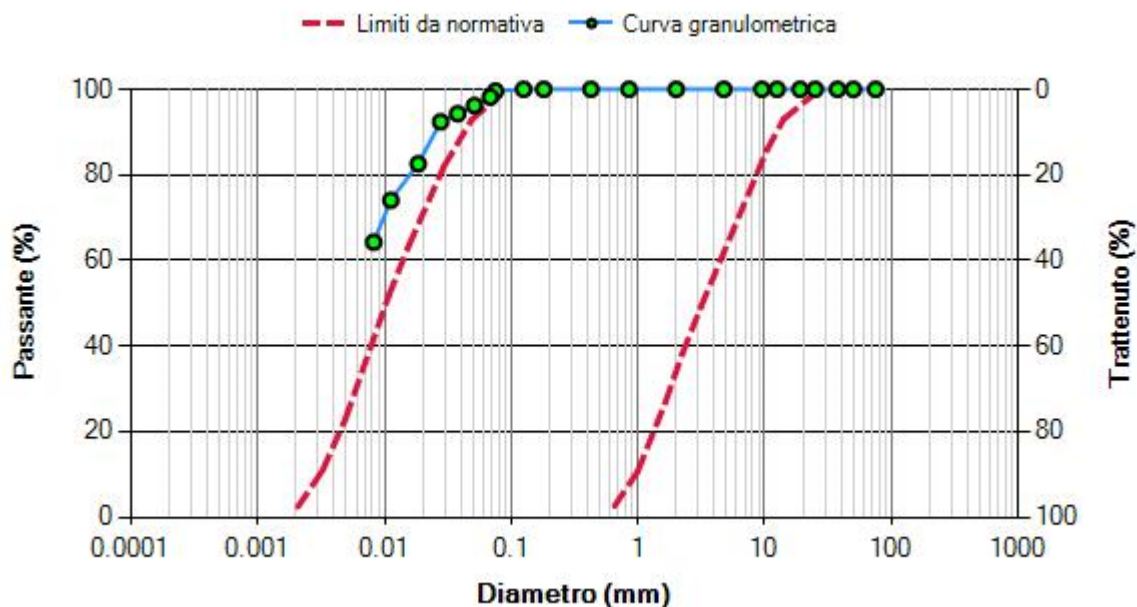
**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
643.000	NaN	NaN	NaN	NaN

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.85	0	---	100.00
ASTMD422	0.425	0	---	100.00
ASTMD422	0.18	0	---	100.00
ASTMD422	0.125	0	---	100.00
ASTMD422	0.075	4	4.00	99.60
ASTMD422	0.0683	14	18.00	98.20
ASTMD422	0.0511	20	38.00	96.20
ASTMD422	0.0377	19	57.00	94.30
ASTMD422	0.0277	19	76.00	92.40
ASTMD422	0.0184	98	174.00	82.60
ASTMD422	0.0112	85	259.00	74.10
ASTMD422	0.0082	98	357.00	64.30

**Risultati**

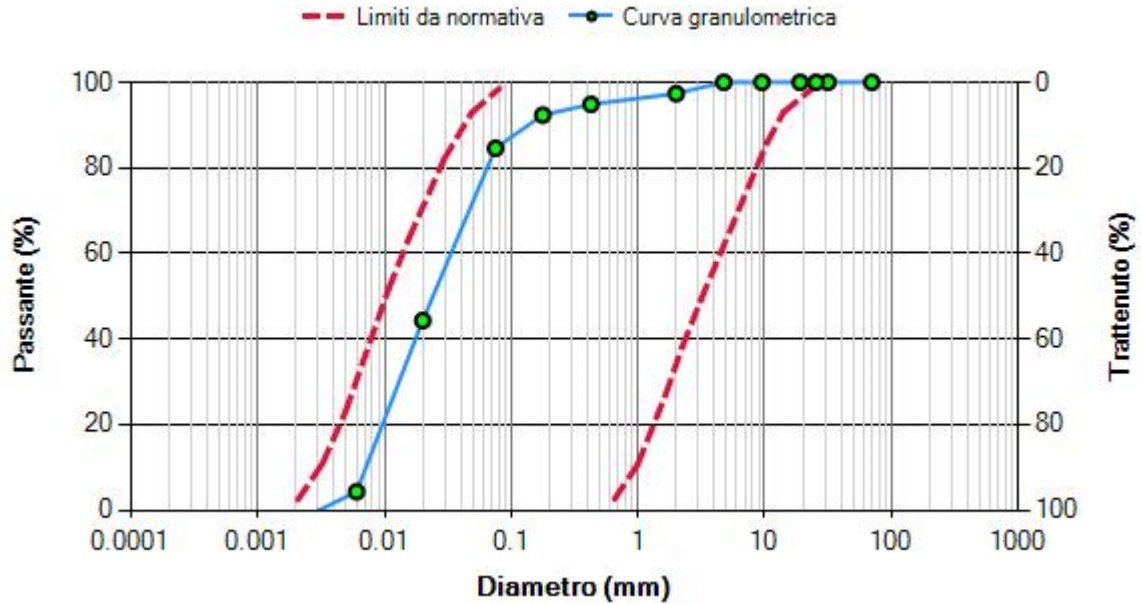
Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
643.000	NaN	NaN	NaN	NaN



~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**



Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione, W: 1'000.000 g

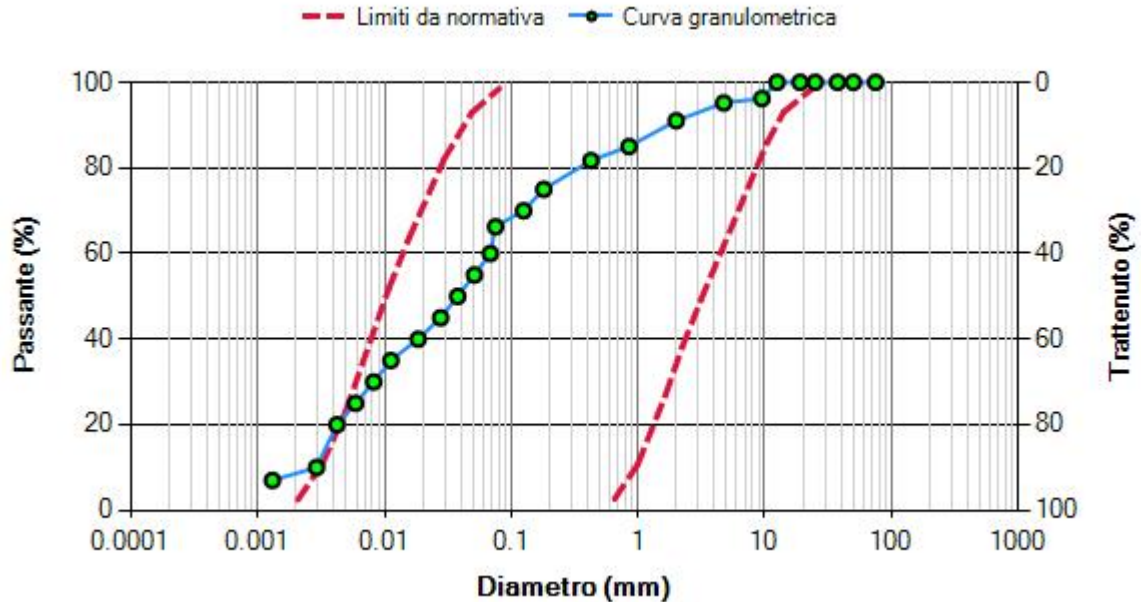
ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	26.5	26.50	97.35
ASTMD423	0.425	25	51.50	94.85
ASTMD424	0.177	25	76.50	92.35
ASTMD425	0.075	77.5	154.00	84.60
ASTMD422	0.02	402.5	556.50	44.35
ASTM151H	0.006	400	956.50	4.35
ASTM151H	0.002	70	1'026.50	-2.65
---	---	---	0.00	100.00

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
0.000	0.03	0.02	0.01	4.70

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	38	38.00	96.20
ASTMD422	4.75	10.3	48.30	95.17
ASTMD422	2	41.4	89.70	91.03
ASTMD422	0.85	60.3	150.00	85.00
ASTMD422	0.425	32.8	182.80	81.72
ASTMD422	0.18	67.2	250.00	75.00
ASTMD422	0.125	50	300.00	70.00
ASTMD422	0.075	37.4	337.40	66.26
ASTMD422	0.0683	62.6	400.00	60.00
ASTMD422	0.0511	50	450.00	55.00
ASTMD422	0.0377	50	500.00	50.00
ASTMD422	0.0277	50	550.00	45.00
ASTMD422	0.0184	50	600.00	40.00
ASTMD422	0.0112	50	650.00	35.00
ASTMD422	0.0082	50	700.00	30.00
ASTMD422	0.0059	50	750.00	25.00
ASTMD422	0.0042	50	800.00	20.00

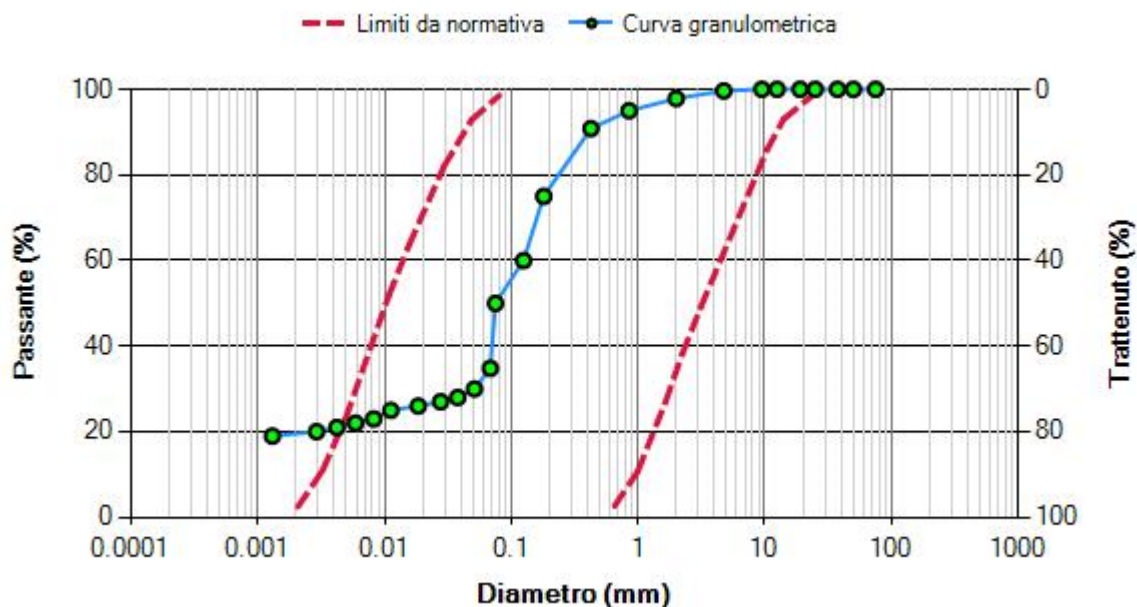
ASTMD422	0.0029	100	900.00	10.00
ASTMD422	0.0013	30	930.00	7.00

### Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	U <sub>c</sub>
70.000	0.07	0.04	0.00	23.55

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	3.8	3.80	99.62
ASTMD422	2	17.9	21.70	97.83
ASTMD422	0.85	28.3	50.00	95.00
ASTMD422	0.425	41.9	91.90	90.81
ASTMD422	0.18	158.1	250.00	75.00
ASTMD422	0.125	150	400.00	60.00
ASTMD422	0.075	100	500.00	50.00
ASTMD422	0.0683	152	652.00	34.80
ASTMD422	0.0511	48	700.00	30.00
ASTMD422	0.0377	20	720.00	28.00
ASTMD422	0.0277	10	730.00	27.00
ASTMD422	0.0184	10	740.00	26.00
ASTMD422	0.0112	10	750.00	25.00
ASTMD422	0.0082	20	770.00	23.00
ASTMD422	0.0059	10	780.00	22.00
ASTMD422	0.0042	10	790.00	21.00

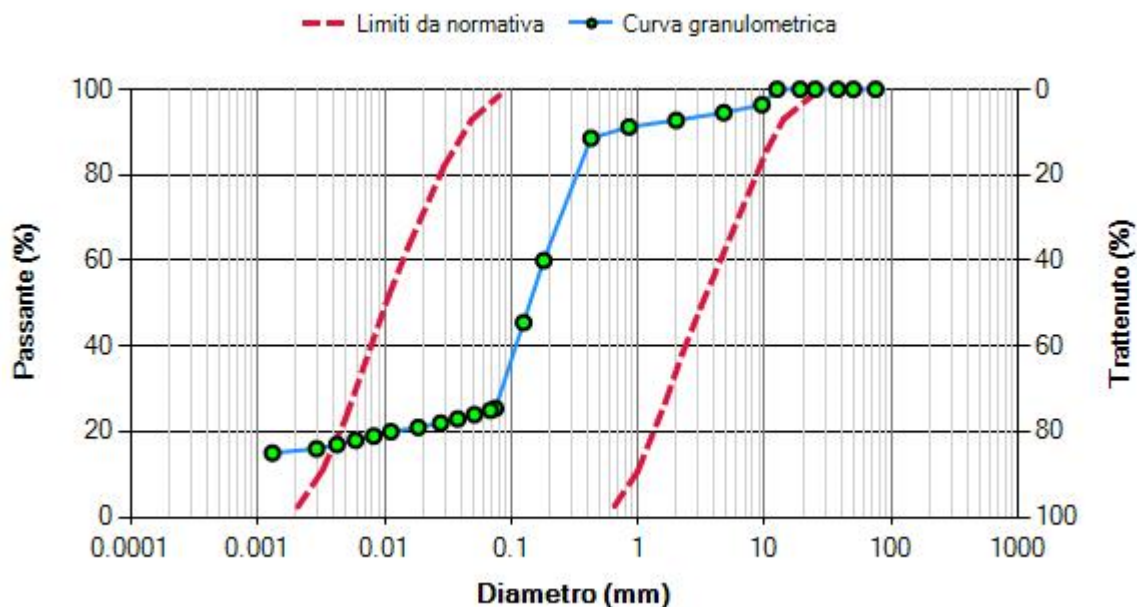
ASTMD422	0.0029	10	800.00	20.00
ASTMD422	0.0013	10	810.00	19.00

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
190.000	0.13	0.08	NaN	NaN

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	36.3	36.30	96.37
ASTMD422	4.75	18.4	54.70	94.53
ASTMD422	2	17.8	72.50	92.75
ASTMD422	0.85	15.5	88.00	91.20
ASTMD422	0.425	26.4	114.40	88.56
ASTMD422	0.18	285.6	400.00	60.00
ASTMD422	0.125	145	545.00	45.50
ASTMD422	0.075	200.4	745.40	25.46
ASTMD422	0.0683	4.6	750.00	25.00
ASTMD422	0.0511	10	760.00	24.00
ASTMD422	0.0377	10	770.00	23.00
ASTMD422	0.0277	10	780.00	22.00
ASTMD422	0.0184	10	790.00	21.00
ASTMD422	0.0112	10	800.00	20.00
ASTMD422	0.0082	10	810.00	19.00
ASTMD422	0.0059	10	820.00	18.00
ASTMD422	0.0042	10	830.00	17.00

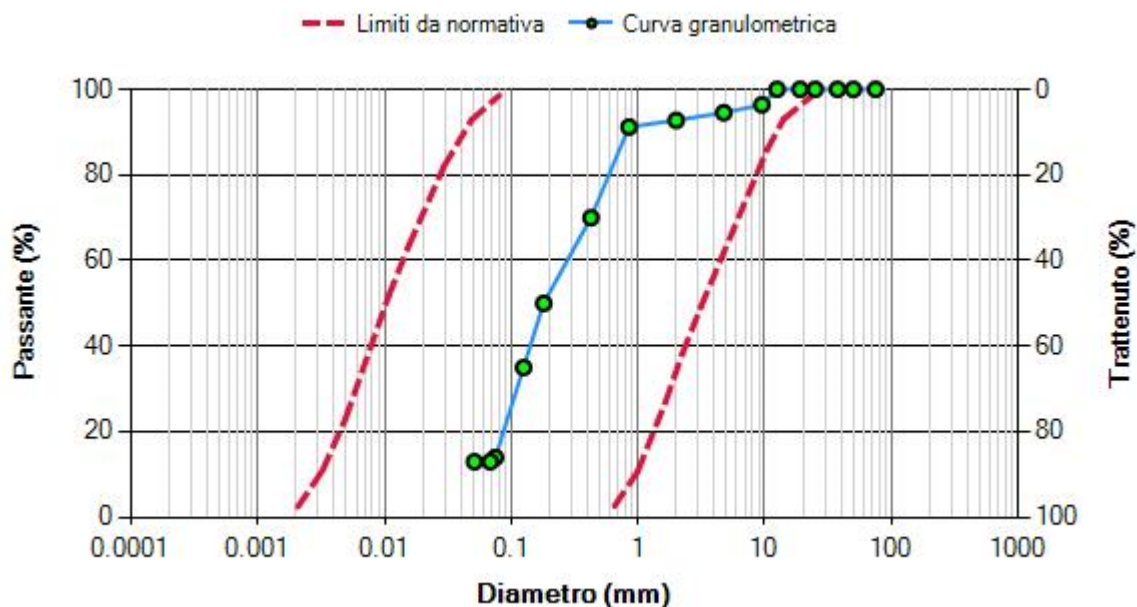
ASTMD422	0.0029	10	840.00	16.00
ASTMD422	0.0013	10	850.00	15.00

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
150.000	0.18	0.14	NaN	NaN

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	36.3	36.30	96.37
ASTMD422	4.75	18.4	54.70	94.53
ASTMD422	2	17.8	72.50	92.75
ASTMD422	0.85	15.5	88.00	91.20
ASTMD422	0.425	212	300.00	70.00
ASTMD422	0.18	200	500.00	50.00
ASTMD422	0.125	150	650.00	35.00
ASTMD422	0.075	210	860.00	14.00
ASTMD422	0.0683	10	870.00	13.00
ASTMD422	0.0511	0	870.00	13.00

### Risultati

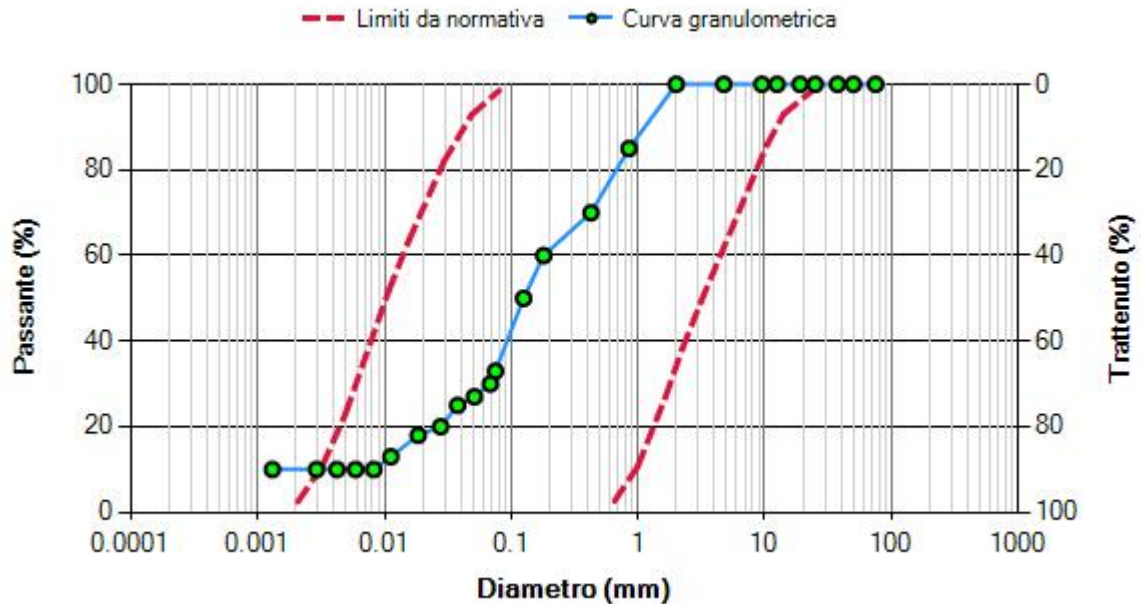
Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
130.000	0.28	0.18	NaN	NaN



## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.85	150	150.00	85.00
ASTMD422	0.425	150	300.00	70.00
ASTMD422	0.18	100	400.00	60.00
ASTMD422	0.125	100	500.00	50.00
ASTMD422	0.075	170	670.00	33.00
ASTMD422	0.0683	30	700.00	30.00
ASTMD422	0.0511	30	730.00	27.00
ASTMD422	0.0377	20	750.00	25.00
ASTMD422	0.0277	50	800.00	20.00
ASTMD422	0.0184	20	820.00	18.00
ASTMD422	0.0112	50	870.00	13.00
ASTMD422	0.0082	30	900.00	10.00
ASTMD422	0.0059	0	900.00	10.00
ASTMD422	0.0042	0	900.00	10.00

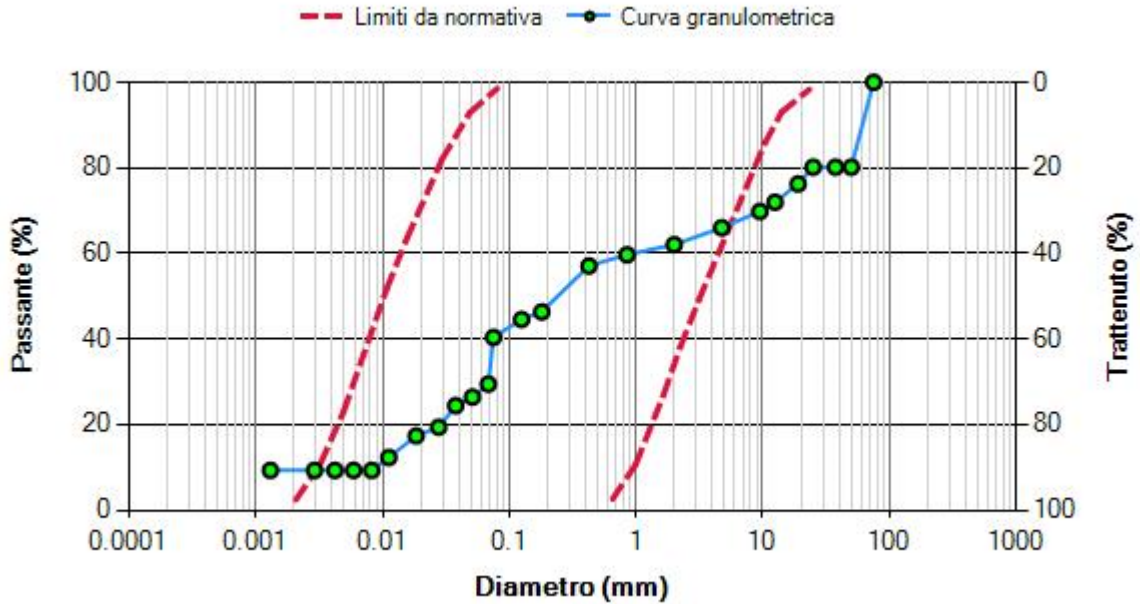
ASTMD422	0.0029	0	900.00	10.00
ASTMD422	0.0013	0	900.00	10.00

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	U <sub>c</sub>
100.000	0.18	0.13	0.01	21.95

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**



Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione, W: 217.360 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	43.06948012	43.07	80.19
ASTMD422	37.5	0	43.07	80.19
ASTMD422	25	0	43.07	80.19
ASTMD422	19	8.539449541	51.61	76.26
ASTMD422	12.5	9.305810398	60.91	71.98
ASTMD422	9.5	4.685749235	65.60	69.82
ASTMD422	4.75	8.276697248	73.88	66.01
ASTMD422	2	8.539449541	82.42	62.08
ASTMD422	0.85	5.167461774	87.58	59.71
ASTMD422	0.425	5.649174312	93.23	57.11
ASTMD422	0.18	23.34116208	116.57	46.37
ASTMD422	0.125	3.853700306	120.43	44.60
ASTMD422	0.075	9.086850153	129.51	40.41
ASTMD422	0.0683	23.75718654	153.27	29.48
ASTMD422	0.0511	6.568807339	159.84	26.46
ASTMD422	0.0377	4.379204893	164.22	24.45
ASTMD422	0.0277	10.94801223	175.17	19.41
ASTMD422	0.0184	4.379204893	179.55	17.40
ASTMD422	0.0112	10.94801223	190.50	12.36
ASTMD422	0.0082	6.568807339	197.06	9.34
ASTMD422	0.0059	0	197.06	9.34
ASTMD422	0.0042	0	197.06	9.34

ASTMD422	0.0029	0	197.06	9.34
ASTMD422	0.0013	0	197.06	9.34

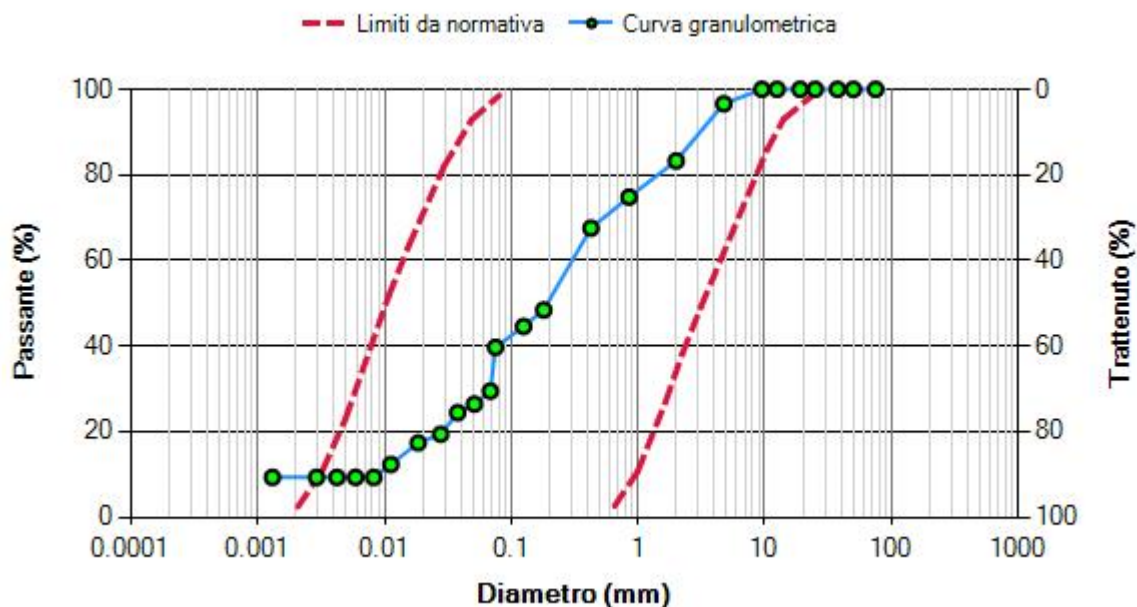
### Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
20.296	0.95	0.24	0.01	107.63

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 217.360 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	7.335168196	7.34	96.63
ASTMD422	2	28.99033639	36.33	83.29
ASTMD422	0.85	18.41455657	54.74	74.82
ASTMD422	0.425	15.74324159	70.48	67.57
ASTMD422	0.18	41.58055046	112.06	48.44
ASTMD422	0.125	8.364281346	120.43	44.60
ASTMD422	0.075	10.57577982	131.00	39.73
ASTMD422	0.0683	22.26825688	153.27	29.48
ASTMD422	0.0511	6.568807339	159.84	26.46
ASTMD422	0.0377	4.379204893	164.22	24.45
ASTMD422	0.0277	10.94801223	175.17	19.41
ASTMD422	0.0184	4.379204893	179.55	17.40
ASTMD422	0.0112	10.94801223	190.50	12.36
ASTMD422	0.0082	6.568807339	197.06	9.34
ASTMD422	0.0059	0	197.06	9.34
ASTMD422	0.0042	0	197.06	9.34

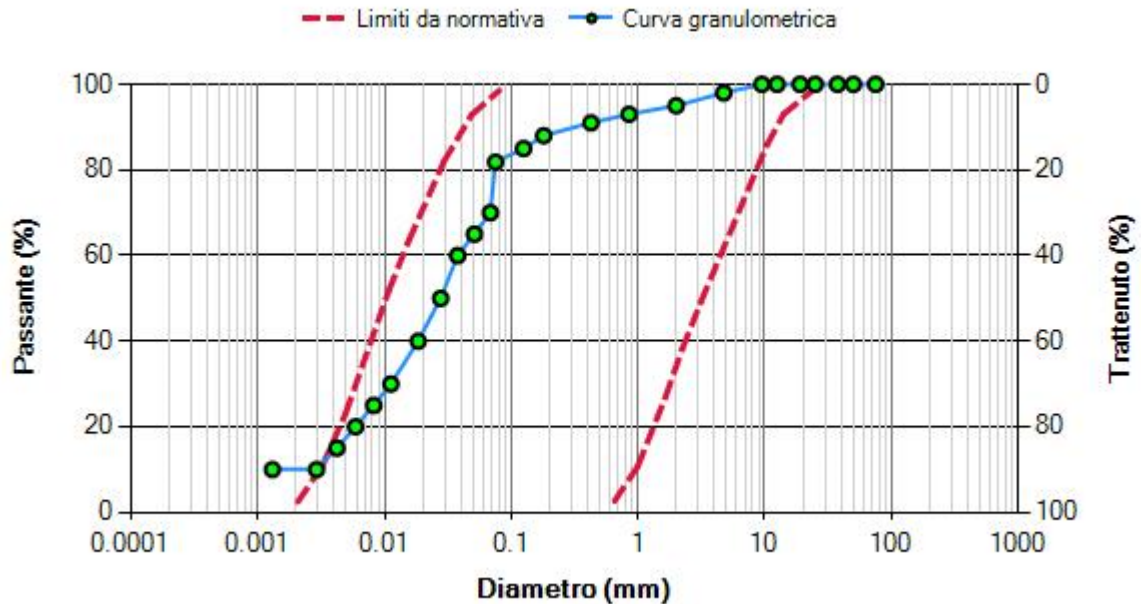
ASTMD422	0.0029	10.0254842	180.46	10.00
ASTMD422	0.0013	0	180.46	10.00

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	U <sub>c</sub>
20.041	0.04	0.03	0.00	13.00

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 200.500 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	4.01019368	4.01	98.00
ASTMD422	2	6.01529052	10.03	95.00
ASTMD422	0.85	4.01019368	14.04	93.00
ASTMD422	0.425	4.01019368	18.05	91.00
ASTMD422	0.18	6.01529052	24.06	88.00
ASTMD422	0.125	6.01529052	30.08	85.00
ASTMD422	0.075	6.356156983	36.43	81.83
ASTMD422	0.0683	23.72029562	60.15	70.00
ASTMD422	0.0511	10.0254842	70.18	65.00
ASTMD422	0.0377	10.0254842	80.20	60.00
ASTMD422	0.0277	20.0509684	100.25	50.00
ASTMD422	0.0184	20.0509684	120.31	40.00
ASTMD422	0.0112	20.0509684	140.36	30.00
ASTMD422	0.0082	10.0254842	150.38	25.00
ASTMD422	0.0059	10.0254842	160.41	20.00
ASTMD422	0.0042	10.0254842	170.43	15.00

ASTMD422	0.0029	0	197.06	9.34
ASTMD422	0.0013	0	197.06	9.34

### Risultati

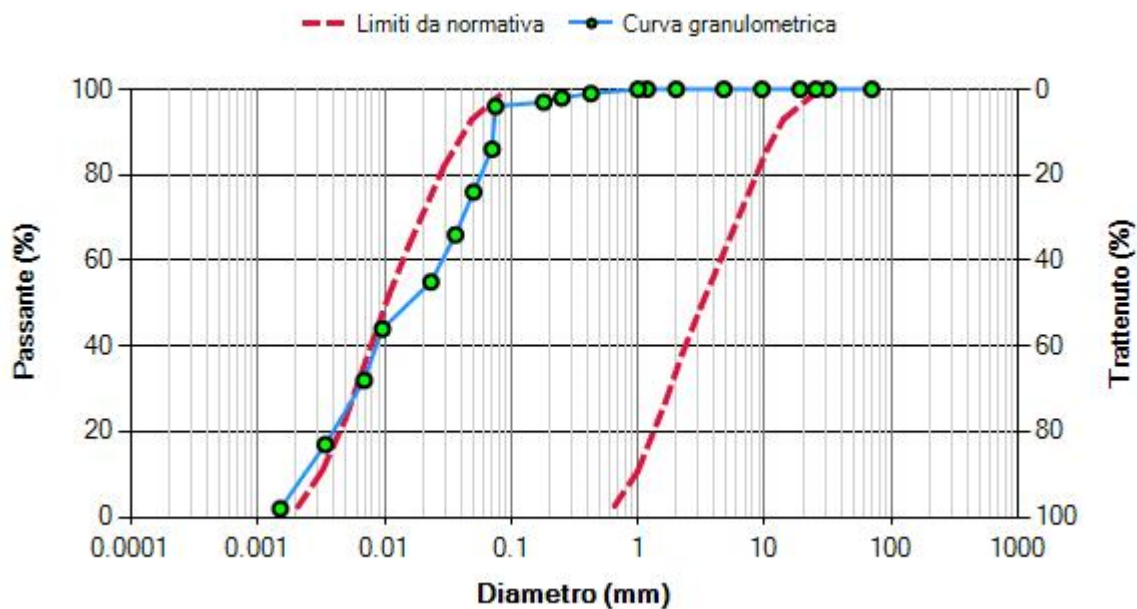
Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
20.296	0.30	0.19	0.01	34.45



## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	1.18	0	---	100.00
ASTMD422	1	0	---	100.00
ASTMD422	0.425	10	10.00	99.00
ASTMD422	0.25	10	20.00	98.00
ASTMD422	0.18	10	30.00	97.00
ASTMD422	0.075	10	40.00	96.00
ASTM151H	0.0704	100	140.00	86.00
ASTM151H	0.0503	100	240.00	76.00
ASTM151H	0.0363	100	340.00	66.00
ASTM151H	0.0232	110	450.00	55.00
ASTM151H	0.0096	110	560.00	44.00
ASTM151H	0.0069	120	680.00	32.00
ASTM151H	0.0034	150	830.00	17.00
ASTM151H	0.0015	150	980.00	2.00

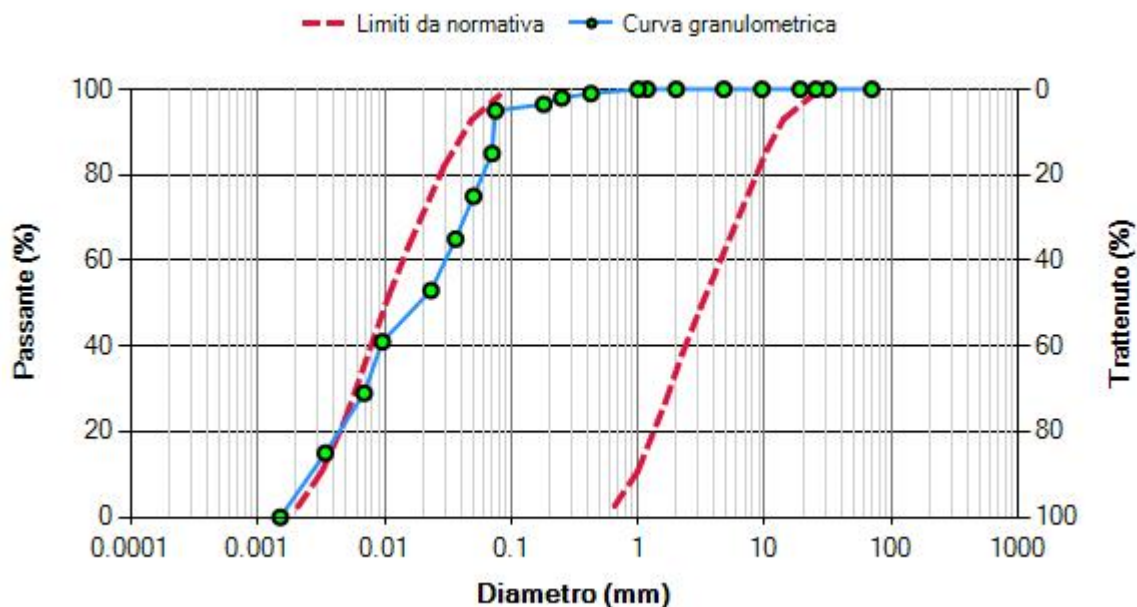
**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	U <sub>c</sub>
20.000	0.03	0.02	0.00	12.25

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	1.18	0	---	100.00
ASTMD422	1	0	---	100.00
ASTMD422	0.425	10	10.00	99.00
ASTMD422	0.25	10	20.00	98.00
ASTMD422	0.18	15	35.00	96.50
ASTMD422	0.075	15	50.00	95.00
ASTM151H	0.0704	100	150.00	85.00
ASTM151H	0.0503	100	250.00	75.00
ASTM151H	0.0363	100	350.00	65.00
ASTM151H	0.0232	120	470.00	53.00
ASTM151H	0.0096	120	590.00	41.00
ASTM151H	0.0069	120	710.00	29.00
ASTM151H	0.0034	140	850.00	15.00
ASTM151H	0.0015	150	1'000.00	---

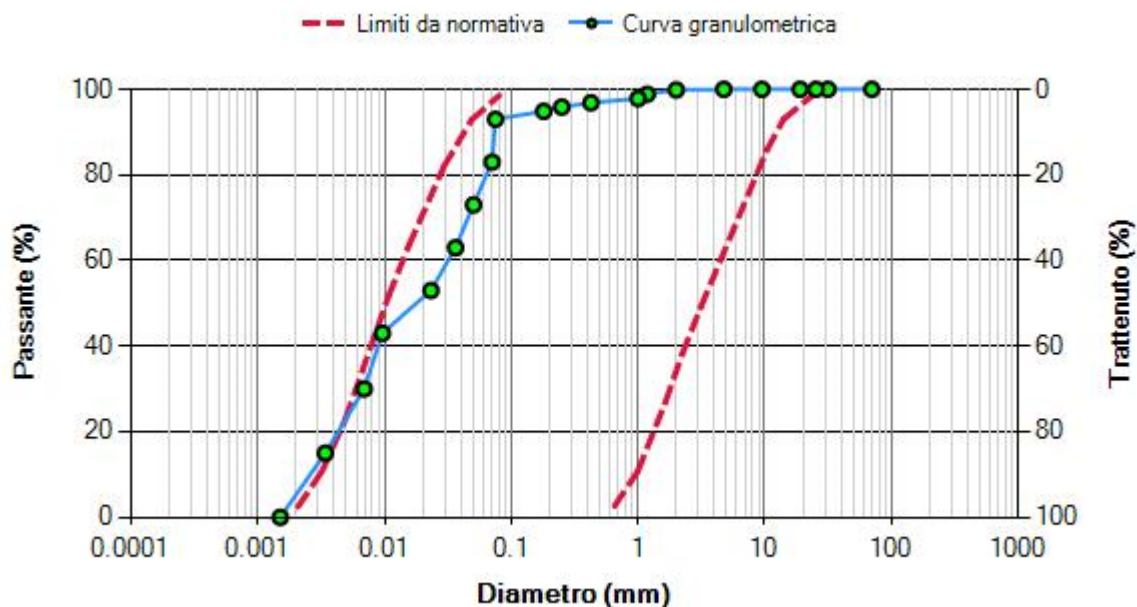
## Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
0.000	0.03	0.02	0.00	11.64

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

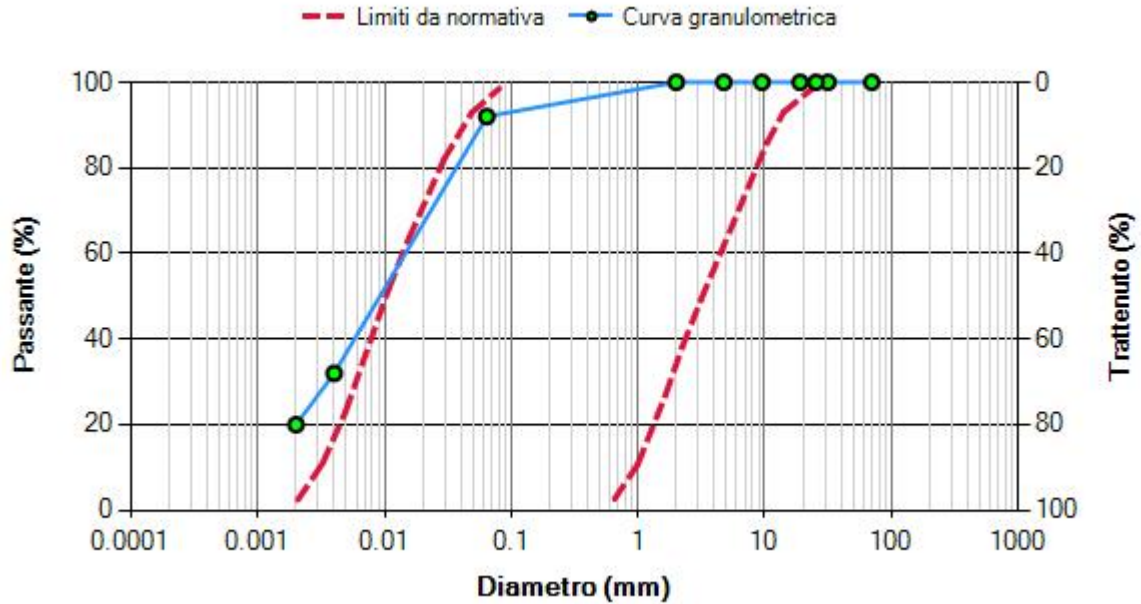
ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	1.5	1.50	99.85
ASTMD422	1.18	10	11.50	98.85
ASTMD422	1	10	21.50	97.85
ASTMD422	0.425	10	31.50	96.85
ASTMD422	0.25	10	41.50	95.85
ASTMD422	0.18	10	51.50	94.85
ASTMD422	0.075	18.5	70.00	93.00
ASTM151H	0.0704	100	170.00	83.00
ASTM151H	0.0503	100	270.00	73.00
ASTM151H	0.0363	100	370.00	63.00
ASTM151H	0.0232	100	470.00	53.00
ASTM151H	0.0096	100	570.00	43.00
ASTM151H	0.0069	130	700.00	30.00
ASTM151H	0.0034	150	850.00	15.00
ASTM151H	0.0015	150	1'000.00	---

## Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	U <sub>c</sub>
0.000	0.03	0.02	0.00	12.26

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**

Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione,  $W$ : 1'000.000 g

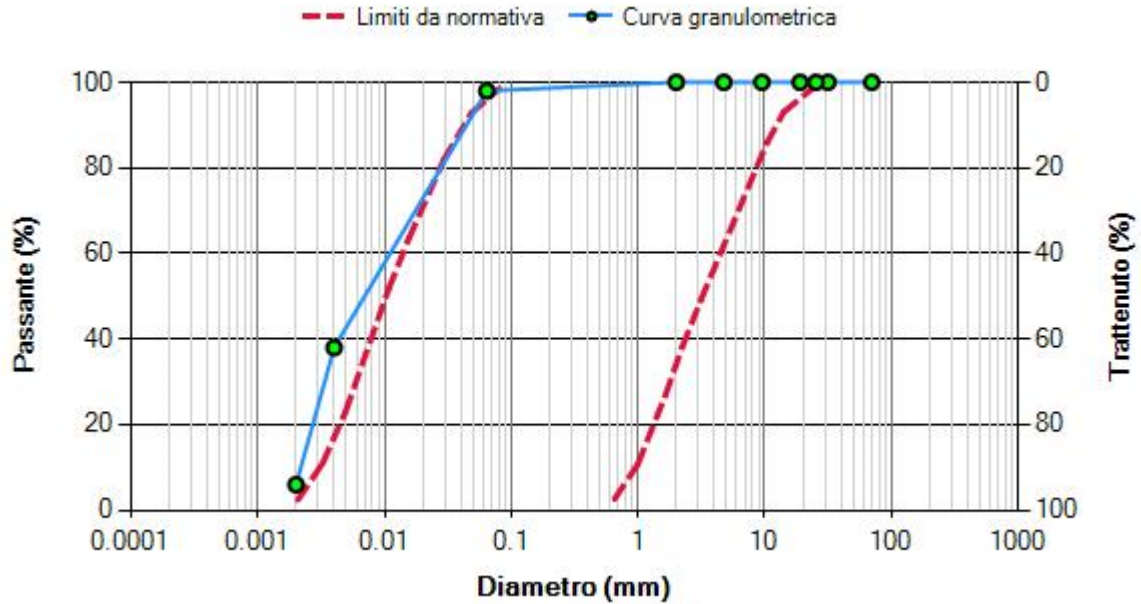
ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.064	80	80.00	92.00
ASTM151H	0.004	600	680.00	32.00
ASTM151H	0.002	120	800.00	20.00

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
200.000	0.01	0.01	NaN	NaN

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**

Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione,  $W$ : 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.064	20	20.00	98.00
ASTM151H	0.004	600	620.00	38.00
ASTM151H	0.002	320	940.00	6.00

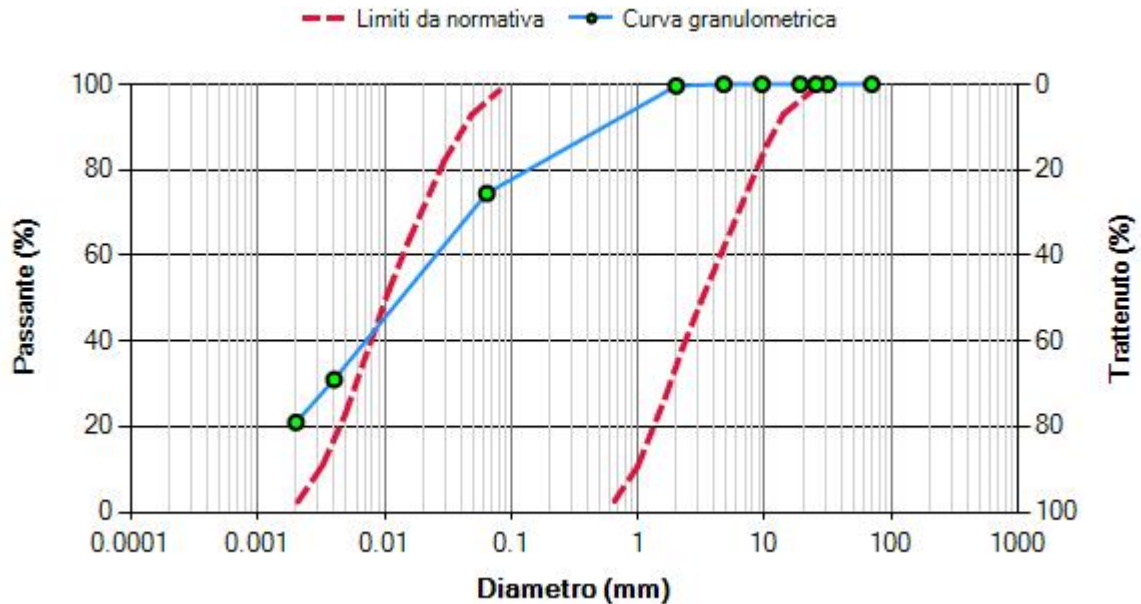
**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
60.000	0.01	0.01	0.00	5.07



## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**

Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione,  $W$ : 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	3.7	3.70	99.63
ASTMD422	0.064	251.3	255.00	74.50
ASTM151H	0.004	435	690.00	31.00
ASTM151H	0.002	100	790.00	21.00

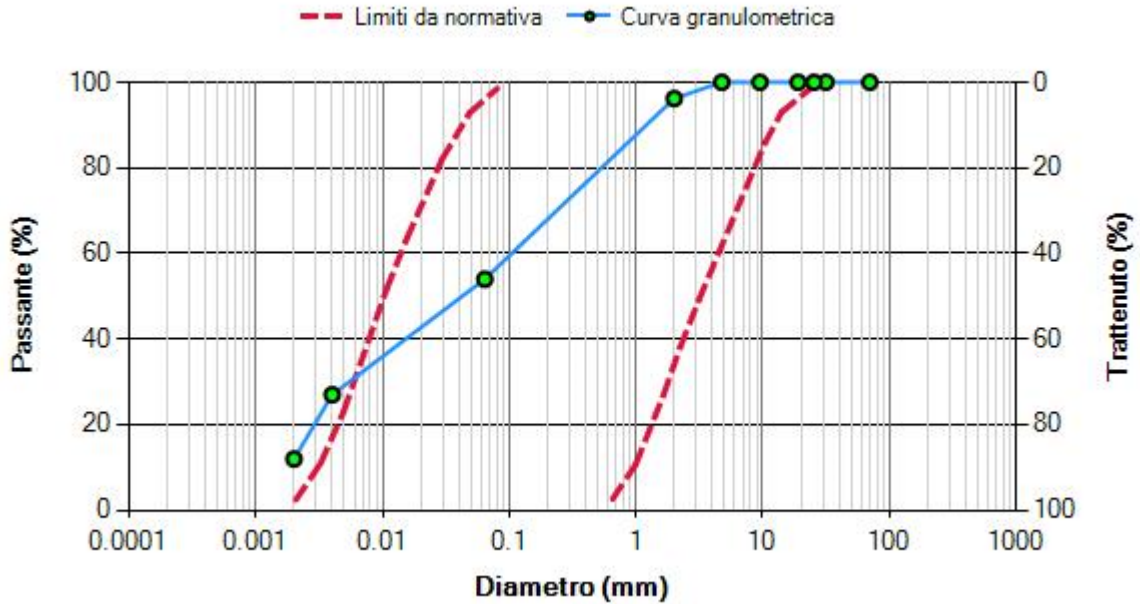
**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
210.000	0.03	0.01	NaN	NaN

~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**



Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione, W: 1'000.000 g

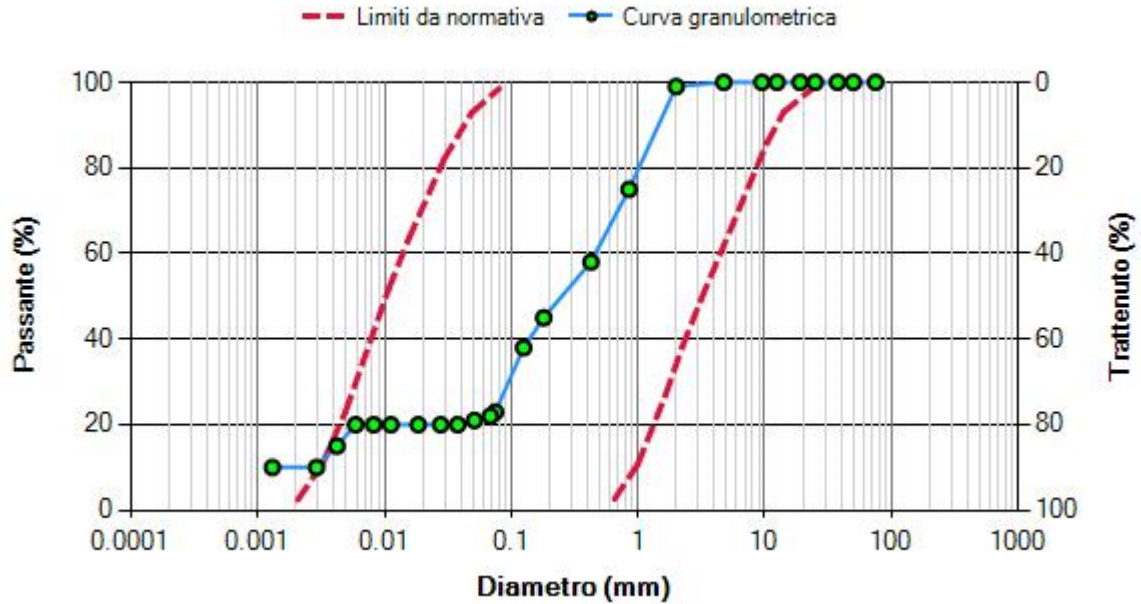
ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	37.9	37.90	96.21
ASTMD422	0.064	422.1	460.00	54.00
ASTM151H	0.004	270	730.00	27.00
ASTM151H	0.002	150	880.00	12.00

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
120.000	0.10	0.04	NaN	NaN

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**

Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	10	10.00	99.00
ASTMD422	0.85	240	250.00	75.00
ASTMD422	0.425	170	420.00	58.00
ASTMD422	0.18	130	550.00	45.00
ASTMD422	0.125	70	620.00	38.00
ASTMD422	0.075	150	770.00	23.00
ASTMD422	0.0683	10	780.00	22.00
ASTMD422	0.0511	10	790.00	21.00
ASTMD422	0.0377	10	800.00	20.00
ASTMD422	0.0277	0	800.00	20.00
ASTMD422	0.0184	0	800.00	20.00
ASTMD422	0.0112	0	800.00	20.00
ASTMD422	0.0082	0	800.00	20.00
ASTMD422	0.0059	0	800.00	20.00
ASTMD422	0.0042	50	850.00	15.00

ASTMD422	0.0029	50	900.00	10.00
ASTMD422	0.0013	0	900.00	10.00

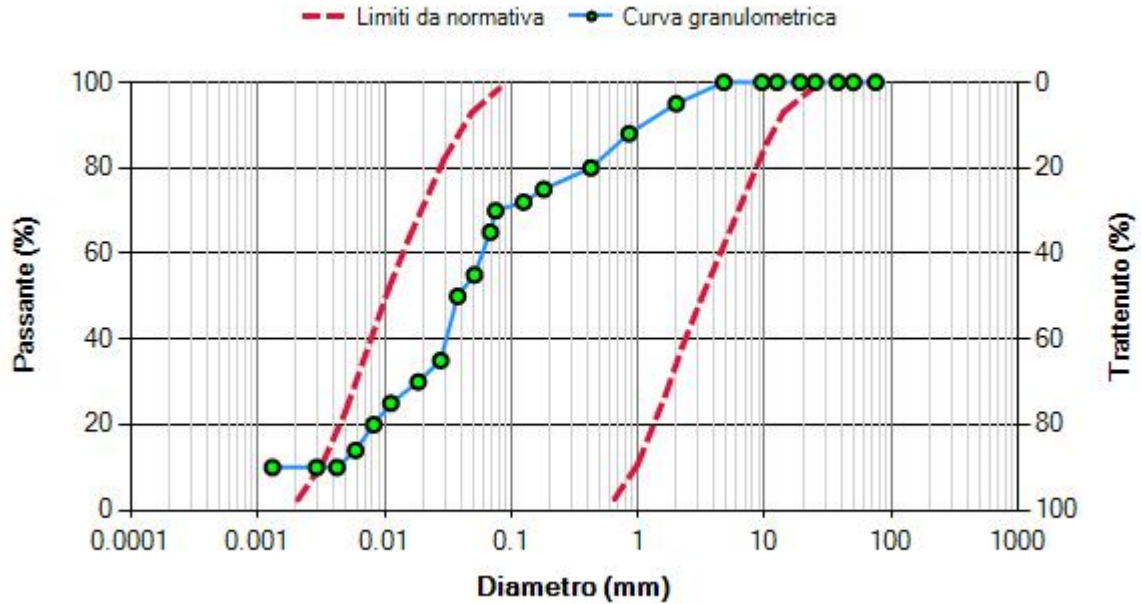
### Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	U <sub>c</sub>
100.000	0.46	0.25	0.00	159.00

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	50	50.00	95.00
ASTMD422	0.85	70	120.00	88.00
ASTMD422	0.425	80	200.00	80.00
ASTMD422	0.18	50	250.00	75.00
ASTMD422	0.125	30	280.00	72.00
ASTMD422	0.075	20	300.00	70.00
ASTMD422	0.0683	50	350.00	65.00
ASTMD422	0.0511	100	450.00	55.00
ASTMD422	0.0377	50	500.00	50.00
ASTMD422	0.0277	150	650.00	35.00
ASTMD422	0.0184	50	700.00	30.00
ASTMD422	0.0112	50	750.00	25.00
ASTMD422	0.0082	50	800.00	20.00
ASTMD422	0.0059	60	860.00	14.00
ASTMD422	0.0042	40	900.00	10.00

ASTMD422	0.0029	0	900.00	10.00
ASTMD422	0.0013	0	900.00	10.00

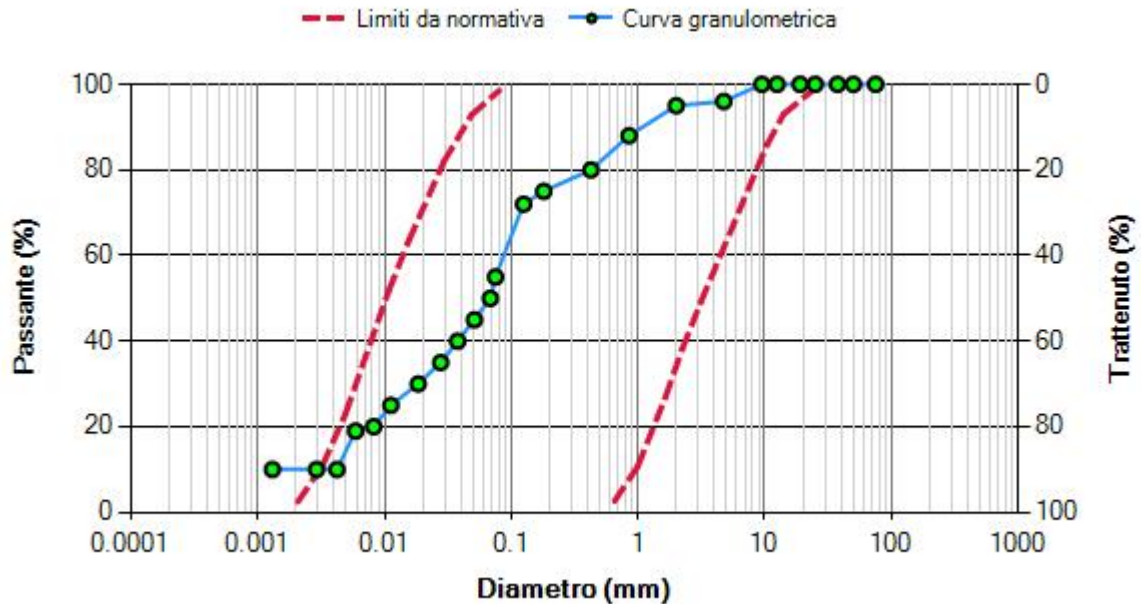
**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	U <sub>c</sub>
100.000	0.06	0.04	0.00	14.07

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	40	40.00	96.00
ASTMD422	2	10	50.00	95.00
ASTMD422	0.85	70	120.00	88.00
ASTMD422	0.425	80	200.00	80.00
ASTMD422	0.18	50	250.00	75.00
ASTMD422	0.125	30	280.00	72.00
ASTMD422	0.075	170	450.00	55.00
ASTMD422	0.0683	50	500.00	50.00
ASTMD422	0.0511	50	550.00	45.00
ASTMD422	0.0377	50	600.00	40.00
ASTMD422	0.0277	50	650.00	35.00
ASTMD422	0.0184	50	700.00	30.00
ASTMD422	0.0112	50	750.00	25.00
ASTMD422	0.0082	50	800.00	20.00
ASTMD422	0.0059	10	810.00	19.00
ASTMD422	0.0042	90	900.00	10.00

ASTMD422	0.0029	10	970.00	3.00
ASTMD422	0.0013	10	980.00	2.00

**Risultati**

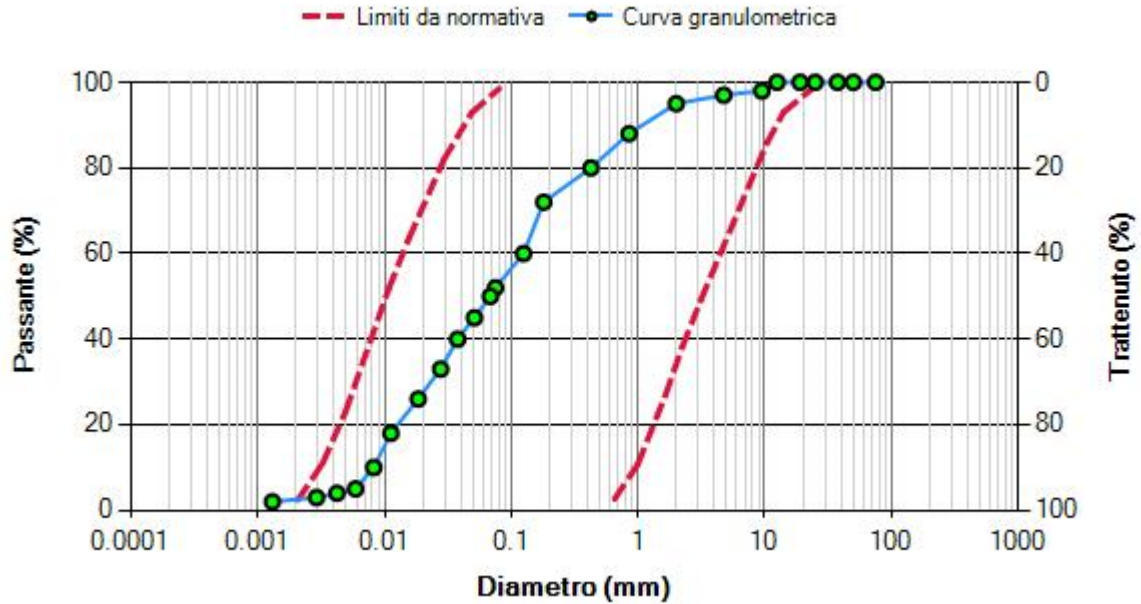
Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	U <sub>c</sub>
20.000	0.13	0.07	0.01	15.24



## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	20	20.00	98.00
ASTMD422	4.75	10	30.00	97.00
ASTMD422	2	20	50.00	95.00
ASTMD422	0.85	70	120.00	88.00
ASTMD422	0.425	80	200.00	80.00
ASTMD422	0.18	80	280.00	72.00
ASTMD422	0.125	120	400.00	60.00
ASTMD422	0.075	80	480.00	52.00
ASTMD422	0.0683	20	500.00	50.00
ASTMD422	0.0511	50	550.00	45.00
ASTMD422	0.0377	50	600.00	40.00
ASTMD422	0.0277	70	670.00	33.00
ASTMD422	0.0184	70	740.00	26.00
ASTMD422	0.0112	80	820.00	18.00
ASTMD422	0.0082	80	900.00	10.00
ASTMD422	0.0059	50	950.00	5.00
ASTMD422	0.0042	10	960.00	4.00

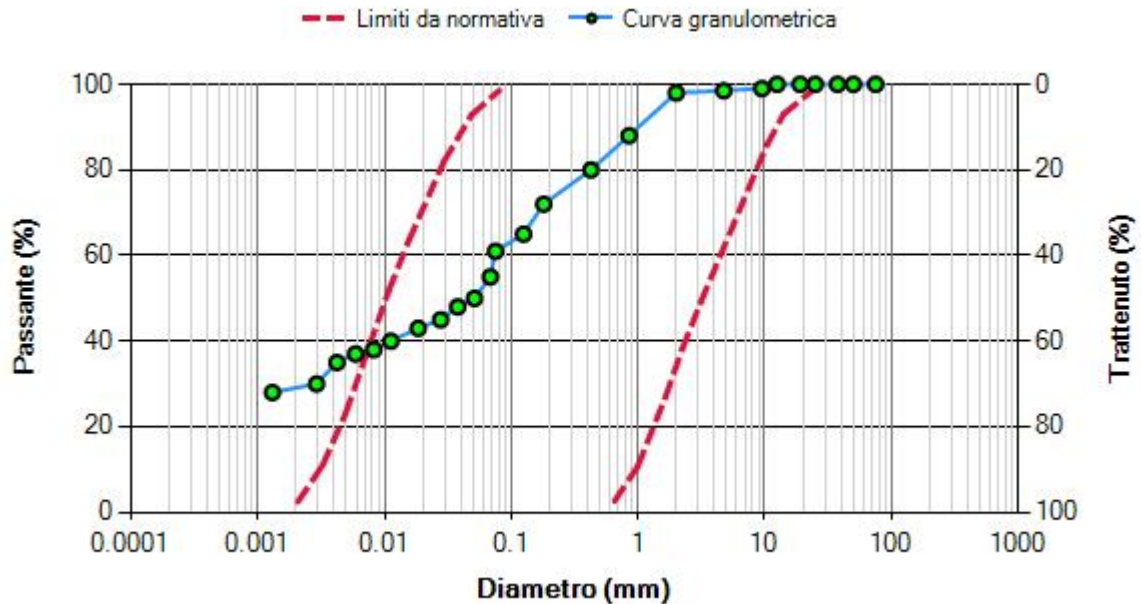
ASTMD422	0.0029	0	900.00	10.00
ASTMD422	0.0013	0	900.00	10.00

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	U <sub>c</sub>
100.000	0.09	0.07	0.00	20.75

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**

Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	10	10.00	99.00
ASTMD422	4.75	5	15.00	98.50
ASTMD422	2	5	20.00	98.00
ASTMD422	0.85	100	120.00	88.00
ASTMD422	0.425	80	200.00	80.00
ASTMD422	0.18	80	280.00	72.00
ASTMD422	0.125	70	350.00	65.00
ASTMD422	0.075	40	390.00	61.00
ASTMD422	0.0683	60	450.00	55.00
ASTMD422	0.0511	50	500.00	50.00
ASTMD422	0.0377	20	520.00	48.00
ASTMD422	0.0277	30	550.00	45.00
ASTMD422	0.0184	20	570.00	43.00
ASTMD422	0.0112	30	600.00	40.00
ASTMD422	0.0082	20	620.00	38.00
ASTMD422	0.0059	10	630.00	37.00
ASTMD422	0.0042	20	650.00	35.00

ASTMD422	0.0029	50	700.00	30.00
ASTMD422	0.0013	20	720.00	28.00

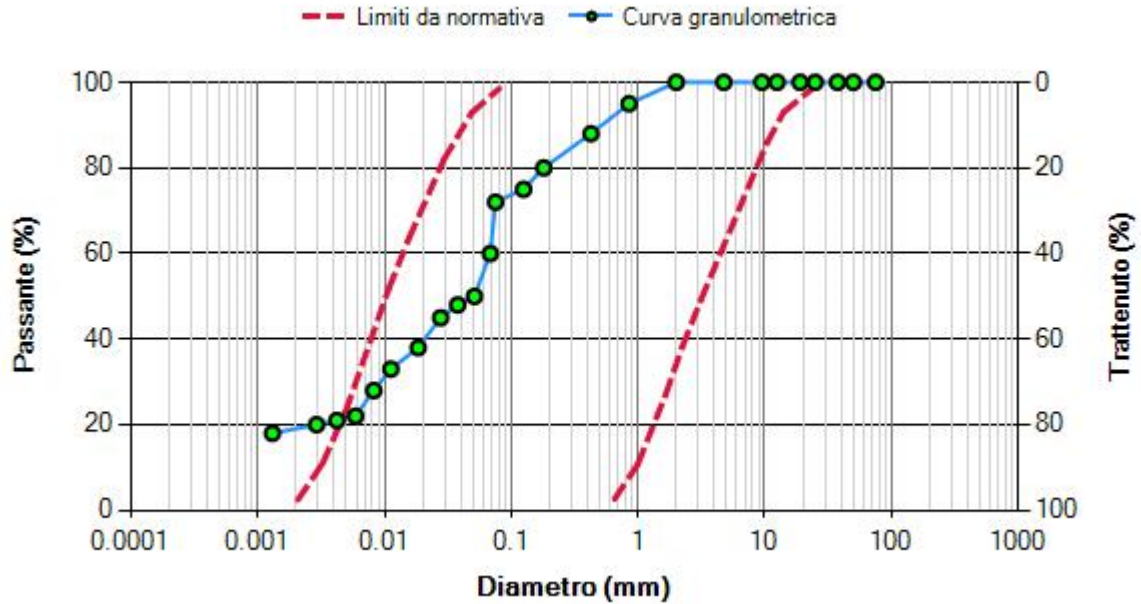
**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
280.000	0.07	0.05	NaN	NaN

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.85	50	50.00	95.00
ASTMD422	0.425	70	120.00	88.00
ASTMD422	0.18	80	200.00	80.00
ASTMD422	0.125	50	250.00	75.00
ASTMD422	0.075	30	280.00	72.00
ASTMD422	0.0683	120	400.00	60.00
ASTMD422	0.0511	100	500.00	50.00
ASTMD422	0.0377	20	520.00	48.00
ASTMD422	0.0277	30	550.00	45.00
ASTMD422	0.0184	70	620.00	38.00
ASTMD422	0.0112	50	670.00	33.00
ASTMD422	0.0082	50	720.00	28.00
ASTMD422	0.0059	60	780.00	22.00
ASTMD422	0.0042	10	790.00	21.00

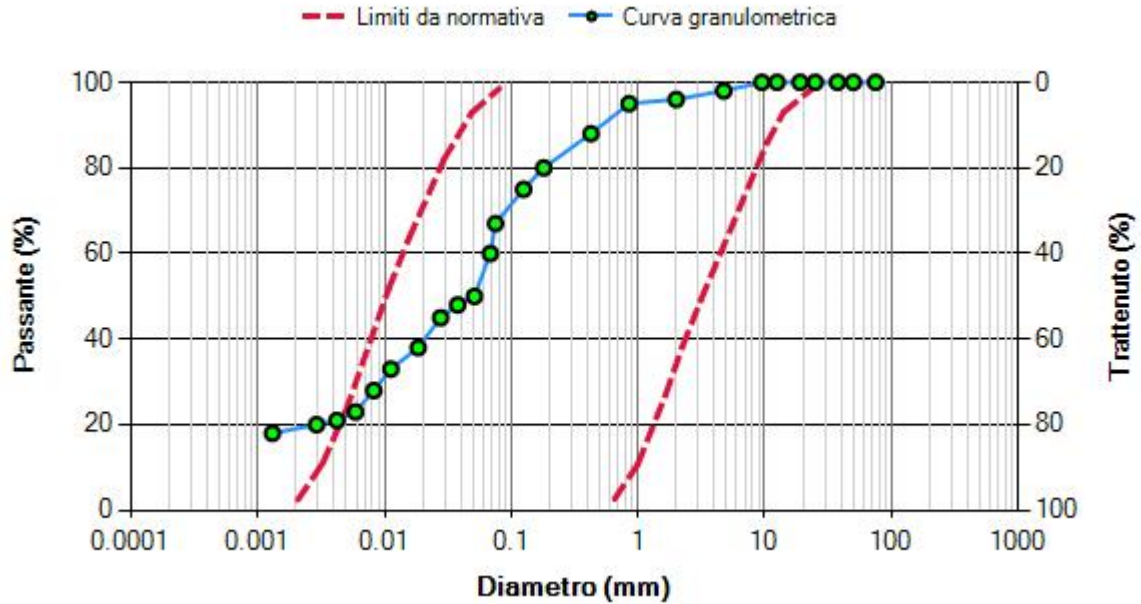
ASTMD422	0.0029	10	800.00	20.00
ASTMD422	0.0013	20	820.00	18.00

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
180.000	0.07	0.05	NaN	NaN

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**

Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	20	20.00	98.00
ASTMD422	2	20	40.00	96.00
ASTMD422	0.85	10	50.00	95.00
ASTMD422	0.425	70	120.00	88.00
ASTMD422	0.18	80	200.00	80.00
ASTMD422	0.125	50	250.00	75.00
ASTMD422	0.075	80	330.00	67.00
ASTMD422	0.0683	70	400.00	60.00
ASTMD422	0.0511	100	500.00	50.00
ASTMD422	0.0377	20	520.00	48.00
ASTMD422	0.0277	30	550.00	45.00
ASTMD422	0.0184	70	620.00	38.00
ASTMD422	0.0112	50	670.00	33.00
ASTMD422	0.0082	50	720.00	28.00
ASTMD422	0.0059	50	770.00	23.00
ASTMD422	0.0042	20	790.00	21.00

ASTMD422	0.0029	10	800.00	20.00
ASTMD422	0.0013	20	820.00	18.00

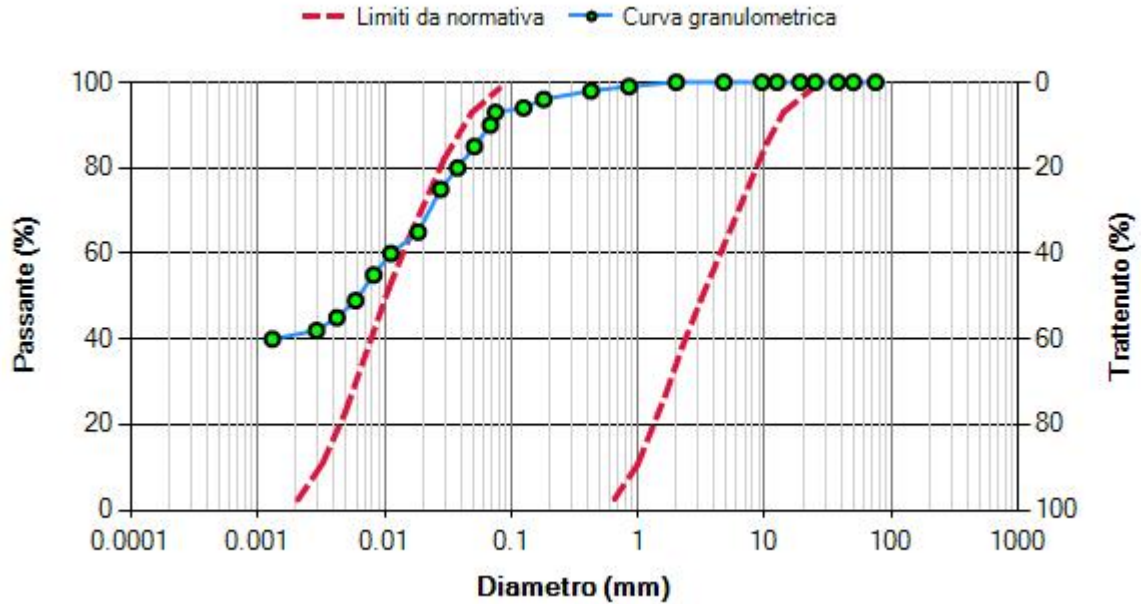
**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
180.000	0.07	0.05	NaN	NaN



## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**

Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.85	10	10.00	99.00
ASTMD422	0.425	10	20.00	98.00
ASTMD422	0.18	20	40.00	96.00
ASTMD422	0.125	20	60.00	94.00
ASTMD422	0.075	10	70.00	93.00
ASTMD422	0.0683	30	100.00	90.00
ASTMD422	0.0511	50	150.00	85.00
ASTMD422	0.0377	50	200.00	80.00
ASTMD422	0.0277	50	250.00	75.00
ASTMD422	0.0184	100	350.00	65.00
ASTMD422	0.0112	50	400.00	60.00
ASTMD422	0.0082	50	450.00	55.00
ASTMD422	0.0059	60	510.00	49.00
ASTMD422	0.0042	40	550.00	45.00

ASTMD422	0.0029	30	580.00	42.00
ASTMD422	0.0013	20	600.00	40.00

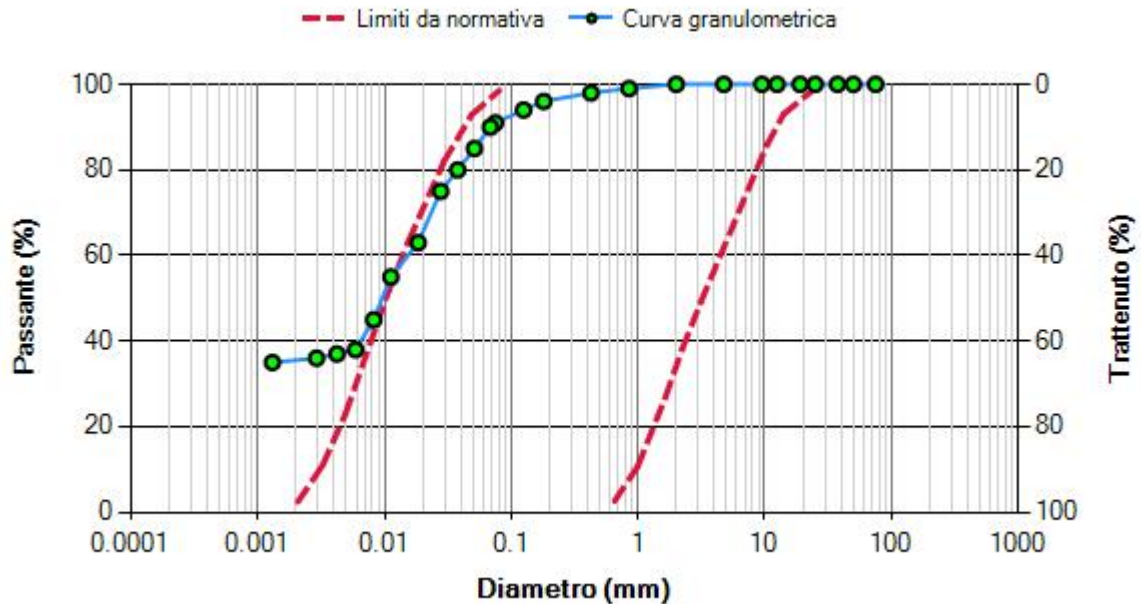
**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
400.000	0.01	0.01	NaN	NaN

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.85	10	10.00	99.00
ASTMD422	0.425	10	20.00	98.00
ASTMD422	0.18	20	40.00	96.00
ASTMD422	0.125	20	60.00	94.00
ASTMD422	0.075	30	90.00	91.00
ASTMD422	0.0683	10	100.00	90.00
ASTMD422	0.0511	50	150.00	85.00
ASTMD422	0.0377	50	200.00	80.00
ASTMD422	0.0277	50	250.00	75.00
ASTMD422	0.0184	120	370.00	63.00
ASTMD422	0.0112	80	450.00	55.00
ASTMD422	0.0082	100	550.00	45.00
ASTMD422	0.0059	70	620.00	38.00
ASTMD422	0.0042	10	630.00	37.00

ASTMD422	0.0029	10	640.00	36.00
ASTMD422	0.0013	10	650.00	35.00

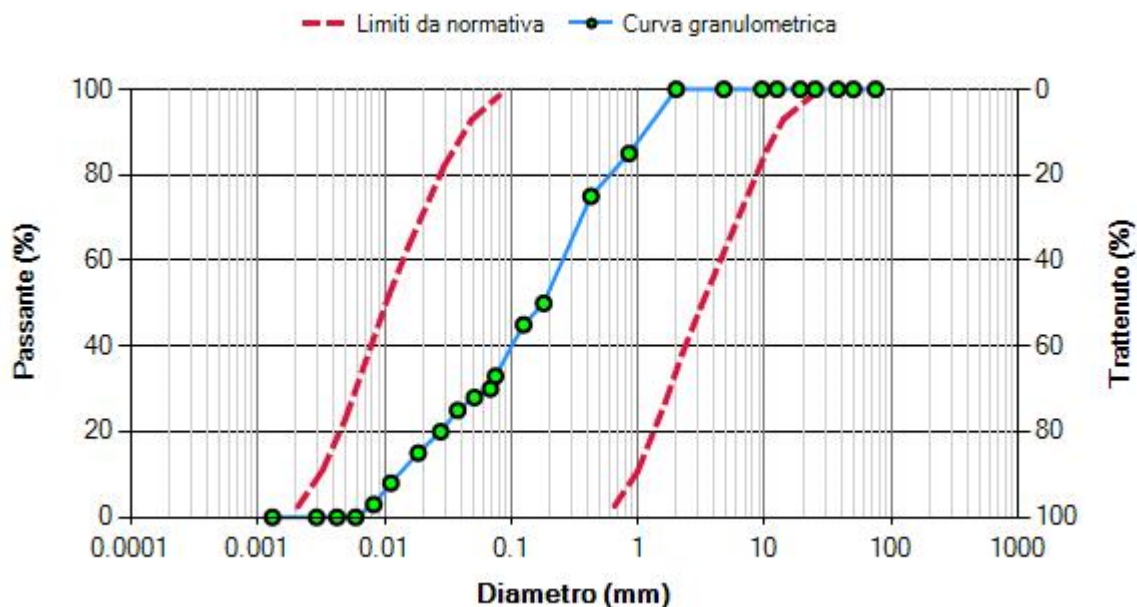
### Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
350.000	0.02	0.01	NaN	NaN

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.85	150	150.00	85.00
ASTMD422	0.425	100	250.00	75.00
ASTMD422	0.18	250	500.00	50.00
ASTMD422	0.125	50	550.00	45.00
ASTMD422	0.075	120	670.00	33.00
ASTMD422	0.0683	30	700.00	30.00
ASTMD422	0.0511	20	720.00	28.00
ASTMD422	0.0377	30	750.00	25.00
ASTMD422	0.0277	50	800.00	20.00
ASTMD422	0.0184	50	850.00	15.00
ASTMD422	0.0112	70	920.00	8.00
ASTMD422	0.0082	50	970.00	3.00
ASTMD422	0.0059	30	1'000.00	---
ASTMD422	0.0042	0	1'000.00	---

ASTMD422	0.0029	0	1'000.00	---
ASTMD422	0.0013	0	1'000.00	---

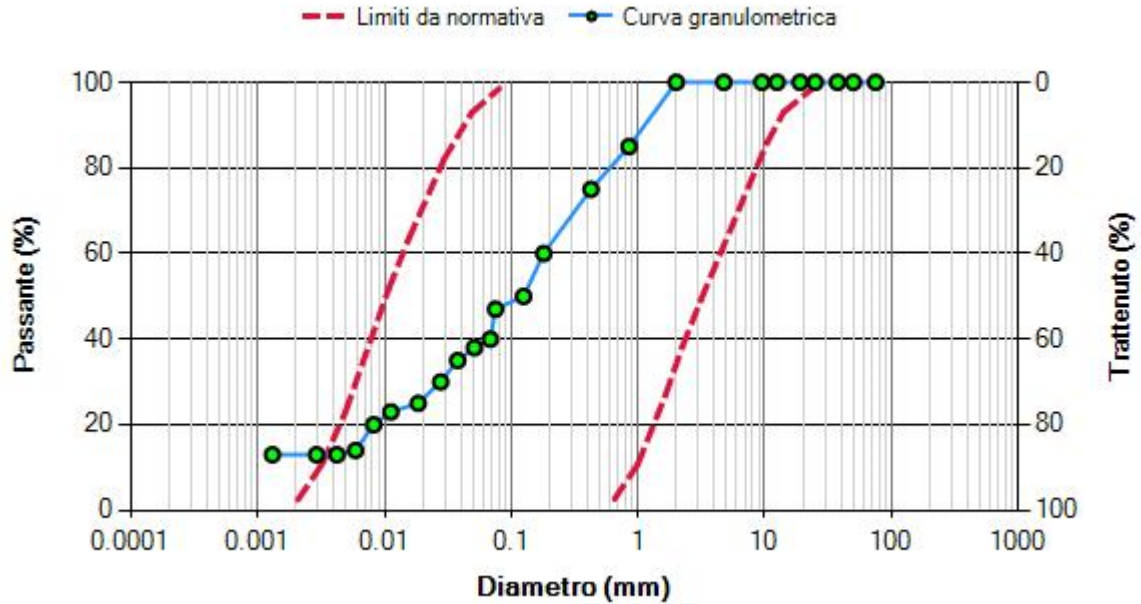
### Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
0.000	0.25	0.18	0.01	19.67

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.85	150	150.00	85.00
ASTMD422	0.425	100	250.00	75.00
ASTMD422	0.18	150	400.00	60.00
ASTMD422	0.125	100	500.00	50.00
ASTMD422	0.075	30	530.00	47.00
ASTMD422	0.0683	70	600.00	40.00
ASTMD422	0.0511	20	620.00	38.00
ASTMD422	0.0377	30	650.00	35.00
ASTMD422	0.0277	50	700.00	30.00
ASTMD422	0.0184	50	750.00	25.00
ASTMD422	0.0112	20	770.00	23.00
ASTMD422	0.0082	30	800.00	20.00
ASTMD422	0.0059	60	860.00	14.00
ASTMD422	0.0042	10	870.00	13.00

ASTMD422	0.0029	0	870.00	13.00
ASTMD422	0.0013	0	870.00	13.00

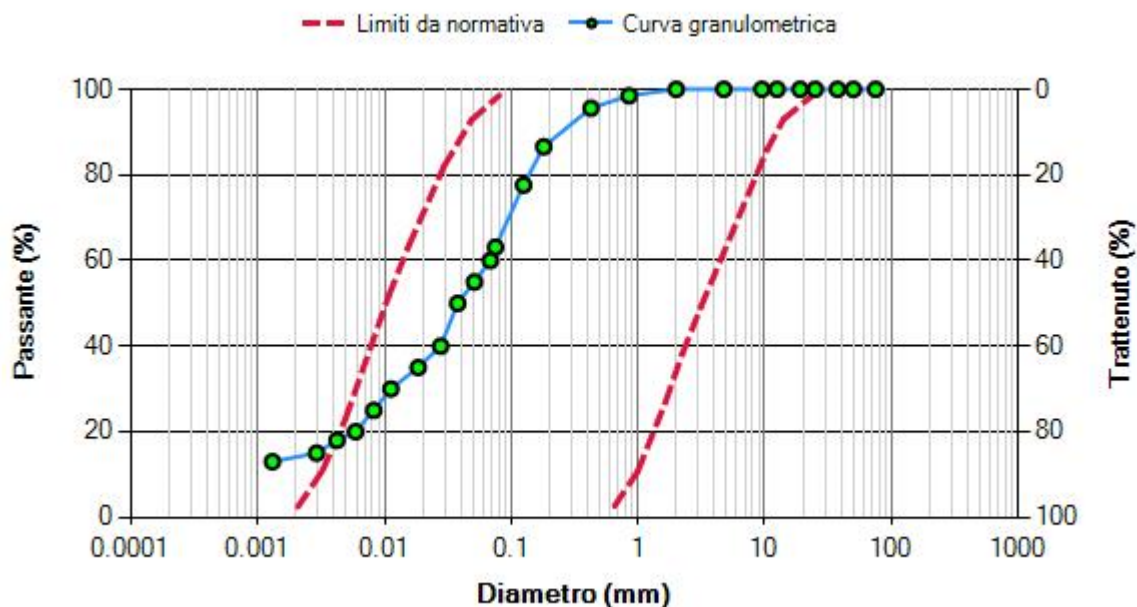
**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
130.000	0.18	0.13	NaN	NaN



La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.85	15	15.00	98.50
ASTMD422	0.425	29	44.00	95.60
ASTMD422	0.18	90.2	134.20	86.58
ASTMD422	0.125	89.5	223.70	77.63
ASTMD422	0.075	145	368.70	63.13
ASTMD422	0.0683	31.3	400.00	60.00
ASTMD422	0.0511	50	450.00	55.00
ASTMD422	0.0377	50	500.00	50.00
ASTMD422	0.0277	100	600.00	40.00
ASTMD422	0.0184	50	650.00	35.00
ASTMD422	0.0112	50	700.00	30.00
ASTMD422	0.0082	50	750.00	25.00
ASTMD422	0.0059	50	800.00	20.00
ASTMD422	0.0042	20	820.00	18.00

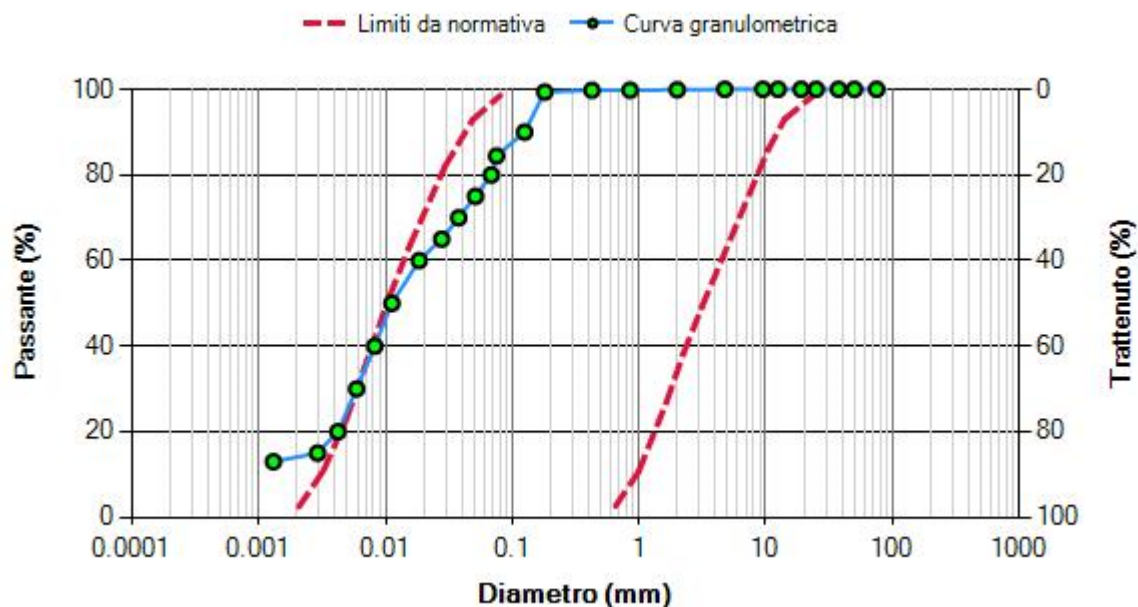
ASTMD422	0.0029	30	850.00	15.00
ASTMD422	0.0013	20	870.00	13.00

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
130.000	0.07	0.04	NaN	NaN

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	1.2	1.20	99.88
ASTMD422	0.85	0.8	2.00	99.80
ASTMD422	0.425	0.3	2.30	99.77
ASTMD422	0.18	4	6.30	99.37
ASTMD422	0.125	93.7	100.00	90.00
ASTMD422	0.075	55.7	155.70	84.43
ASTMD422	0.0683	44.3	200.00	80.00
ASTMD422	0.0511	50	250.00	75.00
ASTMD422	0.0377	50	300.00	70.00
ASTMD422	0.0277	50	350.00	65.00
ASTMD422	0.0184	50	400.00	60.00
ASTMD422	0.0112	100	500.00	50.00
ASTMD422	0.0082	100	600.00	40.00
ASTMD422	0.0059	100	700.00	30.00
ASTMD422	0.0042	100	800.00	20.00

ASTMD422	0.0029	50	850.00	15.00
ASTMD422	0.0013	20	870.00	13.00

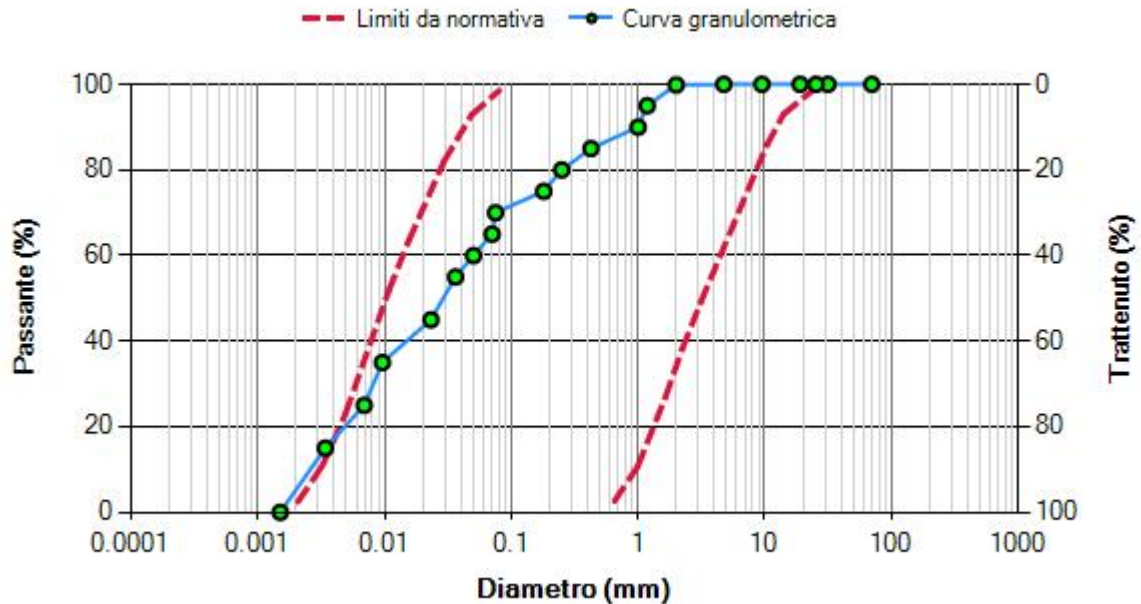
**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
130.000	0.02	0.01	NaN	NaN

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

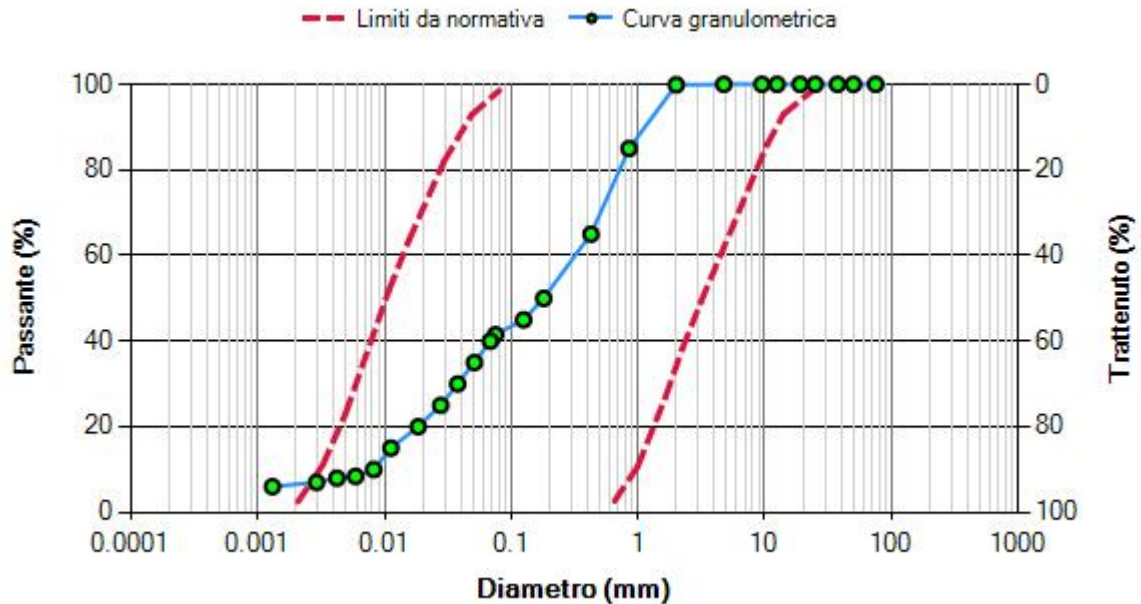
ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	1.5	1.50	99.85
ASTMD422	1.18	48.5	50.00	95.00
ASTMD422	1	50	100.00	90.00
ASTMD422	0.425	50	150.00	85.00
ASTMD422	0.25	50	200.00	80.00
ASTMD422	0.18	50	250.00	75.00
ASTMD422	0.075	50	300.00	70.00
ASTM151H	0.0704	50	350.00	65.00
ASTM151H	0.0503	50	400.00	60.00
ASTM151H	0.0363	50	450.00	55.00
ASTM151H	0.0232	100	550.00	45.00
ASTM151H	0.0096	100	650.00	35.00
ASTM151H	0.0069	100	750.00	25.00
ASTM151H	0.0034	100	850.00	15.00
ASTM151H	0.0015	150	1'000.00	---

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
0.000	0.05	0.03	0.00	19.43

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	1.2	1.20	99.88
ASTMD422	0.85	148.8	150.00	85.00
ASTMD422	0.425	200	350.00	65.00
ASTMD422	0.18	150	500.00	50.00
ASTMD422	0.125	50	550.00	45.00
ASTMD422	0.075	35	585.00	41.50
ASTMD422	0.0683	15	600.00	40.00
ASTMD422	0.0511	50	650.00	35.00
ASTMD422	0.0377	50	700.00	30.00
ASTMD422	0.0277	50	750.00	25.00
ASTMD422	0.0184	50	800.00	20.00
ASTMD422	0.0112	50	850.00	15.00
ASTMD422	0.0082	50	900.00	10.00
ASTMD422	0.0059	16	916.00	8.40
ASTMD422	0.0042	4	920.00	8.00

ASTMD422	0.0029	10	930.00	7.00
ASTMD422	0.0013	10	940.00	6.00

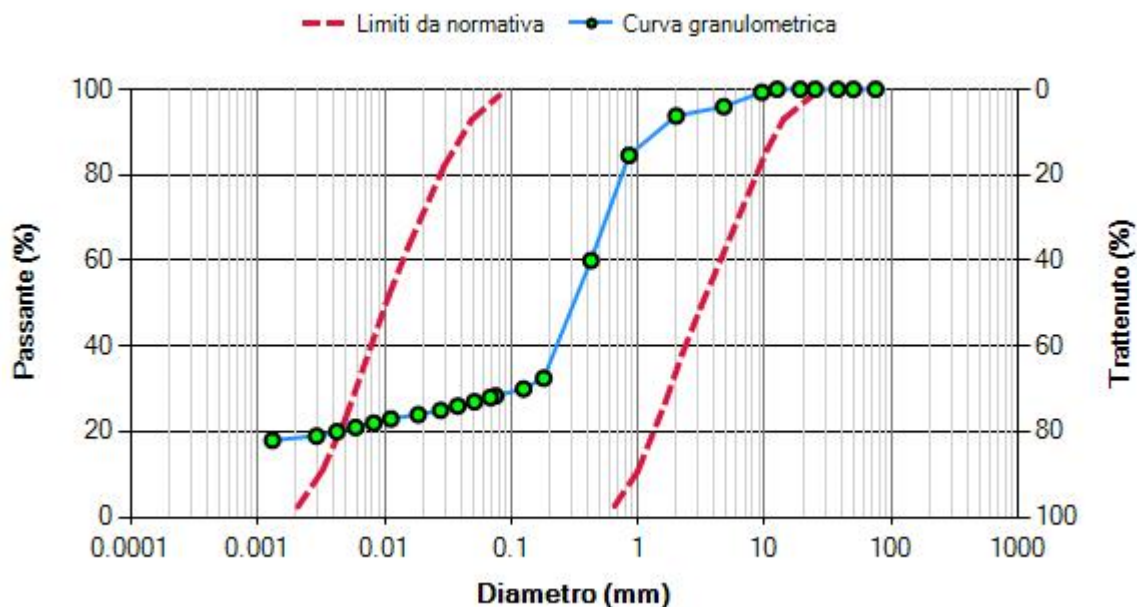
**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
60.000	0.32	0.18	0.01	38.92



La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	6.9	6.90	99.31
ASTMD422	4.75	33.8	40.70	95.93
ASTMD422	2	21.5	62.20	93.78
ASTMD422	0.85	92.2	154.40	84.56
ASTMD422	0.425	245.6	400.00	60.00
ASTMD422	0.18	275	675.00	32.50
ASTMD422	0.125	25	700.00	30.00
ASTMD422	0.075	16.3	716.30	28.37
ASTMD422	0.0683	3.7	720.00	28.00
ASTMD422	0.0511	10	730.00	27.00
ASTMD422	0.0377	10	740.00	26.00
ASTMD422	0.0277	10	750.00	25.00
ASTMD422	0.0184	10	760.00	24.00
ASTMD422	0.0112	10	770.00	23.00
ASTMD422	0.0082	10	780.00	22.00
ASTMD422	0.0059	10	790.00	21.00
ASTMD422	0.0042	10	800.00	20.00

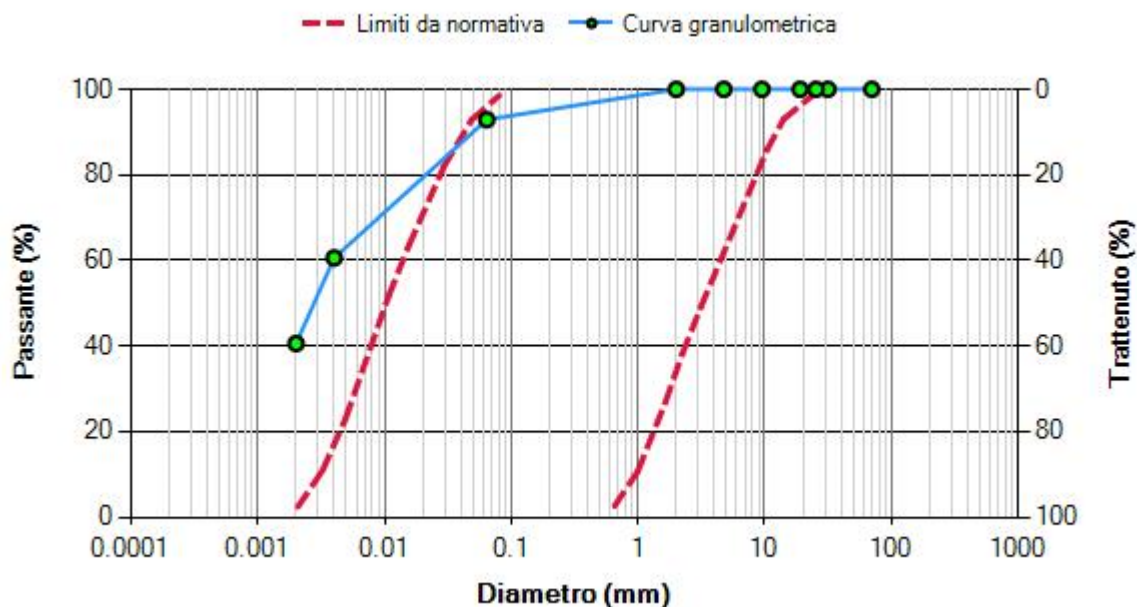
ASTMD422	0.0029	10	810.00	19.00
ASTMD422	0.0013	10	820.00	18.00

### Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
180.000	0.43	0.31	NaN	NaN

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione,  $W$ : 1'000.000 g

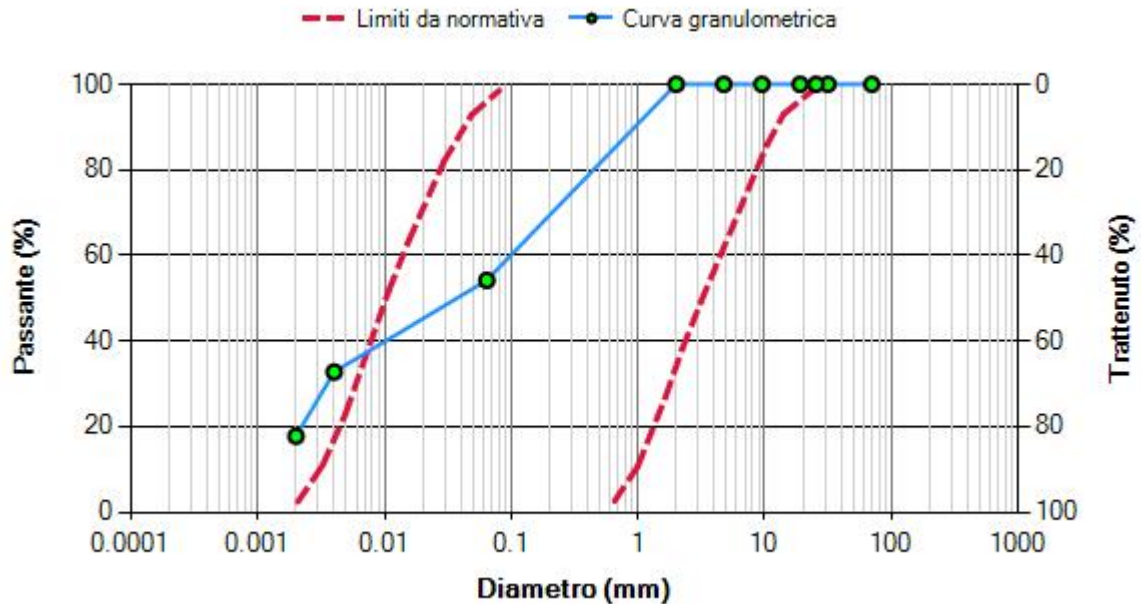
ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.064	71	71.00	92.90
ASTM151H	0.004	323	394.00	60.60
ASTM151H	0.002	200.00	594.00	40.60

### Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
406.000	0.00	0.00	NaN	NaN

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	70	0	---	100.00
ASTMD422	31.5	0	---	100.00
ASTMD422	25.4	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.064	458	458.00	54.20
ASTM151H	0.004	214	672.00	32.80
ASTM151H	0.002	150	822.00	17.80

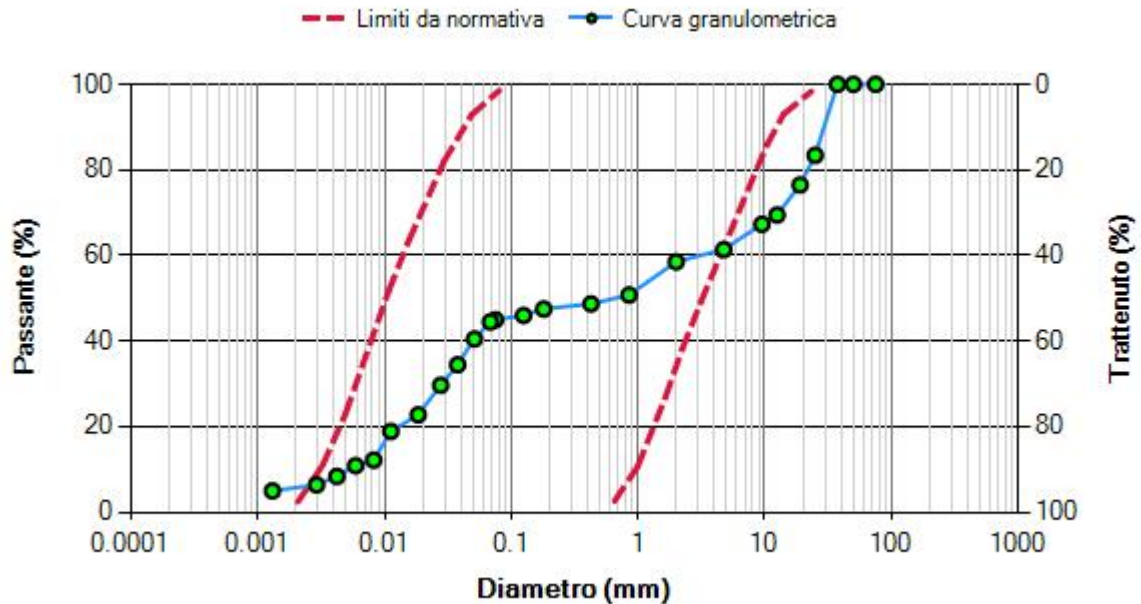
### Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	$U_c$
178.000	0.10	0.04	NaN	NaN

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	165.7	165.70	83.43
ASTMD422	19	69.4	235.10	76.49
ASTMD422	12.5	70.1	305.20	69.48
ASTMD422	9.5	21.7	326.90	67.31
ASTMD422	4.75	59	385.90	61.41
ASTMD422	2	28.7	414.60	58.54
ASTMD422	0.85	77.7	492.30	50.77
ASTMD422	0.425	20.7	513.00	48.70
ASTMD422	0.18	12	525.00	47.50
ASTMD422	0.125	15	540.00	46.00
ASTMD422	0.075	10	550.00	45.00
ASTMD422	0.0683	5	555.00	44.50
ASTMD422	0.0511	40	595.00	40.50
ASTMD422	0.0377	60	655.00	34.50
ASTMD422	0.0277	48	703.00	29.70
ASTMD422	0.0184	69	772.00	22.80
ASTMD422	0.0112	39	811.00	18.90
ASTMD422	0.0082	67	878.00	12.20
ASTMD422	0.0059	13	891.00	10.90
ASTMD422	0.0042	25	916.00	8.40

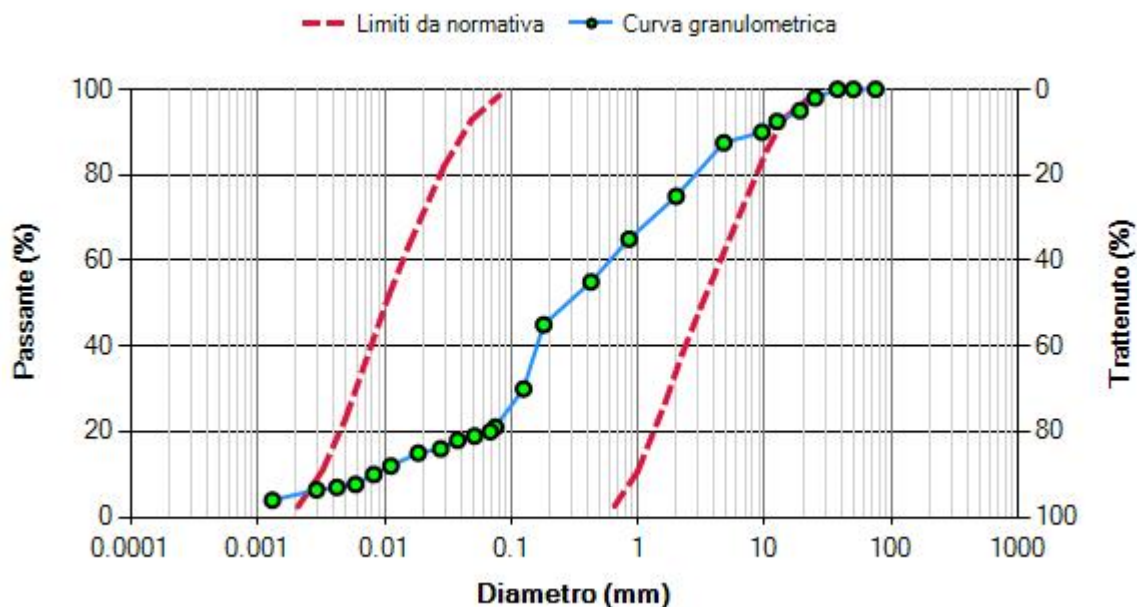
ASTMD422	0.0029	20	936.00	6.40
ASTMD422	0.0013	13.8	949.80	5.02

### Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	U <sub>c</sub>
50.200	3.11	0.66	0.01	594.87

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	20	20.00	98.00
ASTMD422	19	30	50.00	95.00
ASTMD422	12.5	25	75.00	92.50
ASTMD422	9.5	25	100.00	90.00
ASTMD422	4.75	25	125.00	87.50
ASTMD422	2	125	250.00	75.00
ASTMD422	0.85	100	350.00	65.00
ASTMD422	0.425	100	450.00	55.00
ASTMD422	0.18	100	550.00	45.00
ASTMD422	0.125	150	700.00	30.00
ASTMD422	0.075	89	789.00	21.10
ASTMD422	0.0683	11	800.00	20.00
ASTMD422	0.0511	10	810.00	19.00
ASTMD422	0.0377	10	820.00	18.00
ASTMD422	0.0277	20	840.00	16.00
ASTMD422	0.0184	10	850.00	15.00
ASTMD422	0.0112	30	880.00	12.00
ASTMD422	0.0082	20	900.00	10.00
ASTMD422	0.0059	23	923.00	7.70
ASTMD422	0.0042	7	930.00	7.00

ASTMD422	0.0029	6	936.00	6.40
ASTMD422	0.0013	24	960.00	4.00

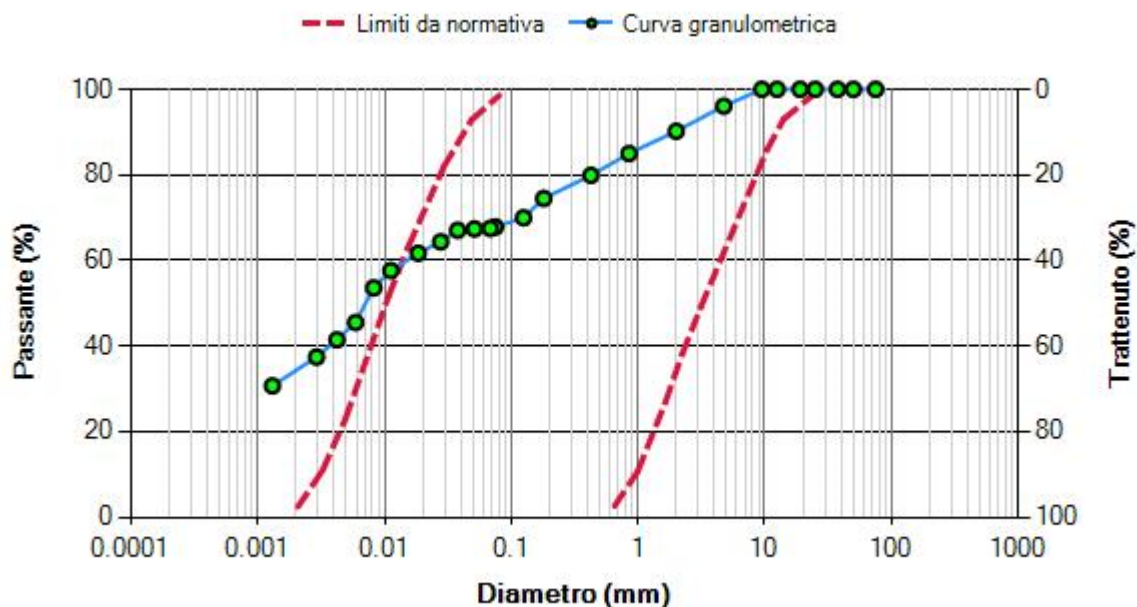
**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
40.000	0.60	0.28	0.01	73.30



La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	39.3	39.30	96.07
ASTMD422	2	58.7	98.00	90.20
ASTMD422	0.85	52	150.00	85.00
ASTMD422	0.425	51	201.00	79.90
ASTMD422	0.18	54.1	255.10	74.49
ASTMD422	0.125	44.9	300.00	70.00
ASTMD422	0.075	21.5	321.50	67.85
ASTMD422	0.0683	3.5	325.00	67.50
ASTMD422	0.0511	1	326.00	67.40
ASTMD422	0.0377	3.2	329.20	67.08
ASTMD422	0.0277	26.9	356.10	64.39
ASTMD422	0.0184	27	383.10	61.69
ASTMD422	0.0112	40.4	423.50	57.65
ASTMD422	0.0082	40.4	463.90	53.61
ASTMD422	0.0059	80.8	544.70	45.53
ASTMD422	0.0042	40.4	585.10	41.49

ASTMD422	0.0029	40.4	625.50	37.45
ASTMD422	0.0013	67.4	692.90	30.71

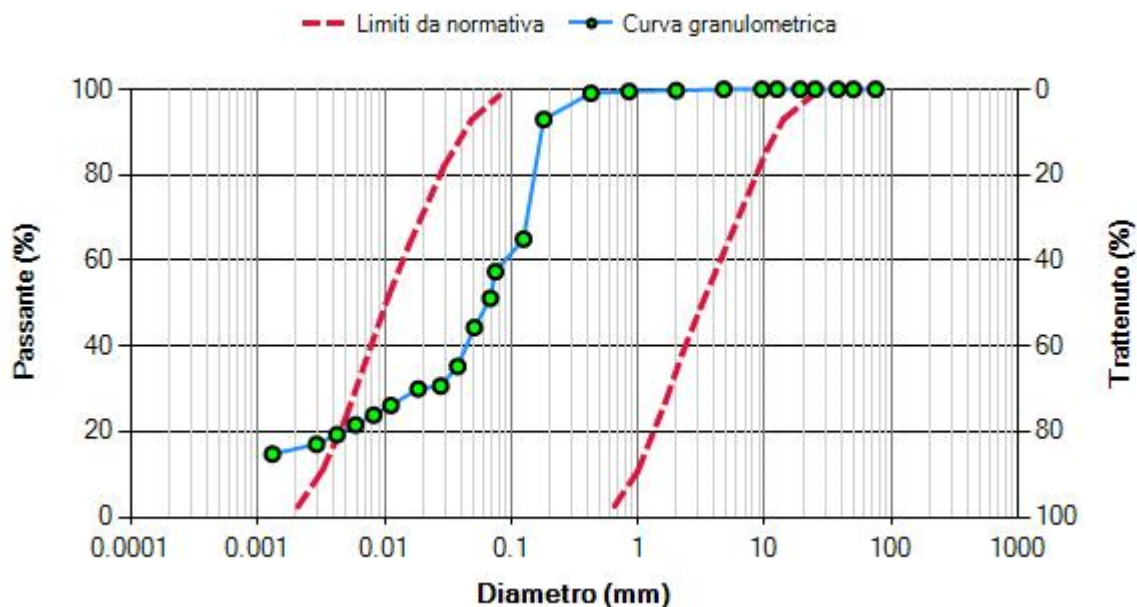
**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
307.100	0.01	0.01	NaN	NaN

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	2.8	2.80	99.72
ASTMD422	0.85	2.1	4.90	99.51
ASTMD422	0.425	4.3	9.20	99.08
ASTMD422	0.18	61.3	70.50	92.95
ASTMD422	0.125	279.5	350.00	65.00
ASTMD422	0.075	76.2	426.20	57.38
ASTMD422	0.0683	62.3	488.50	51.15
ASTMD422	0.0511	68.2	556.70	44.33
ASTMD422	0.0377	90.9	647.60	35.24
ASTMD422	0.0277	45.5	693.10	30.69
ASTMD422	0.0184	6.9	700.00	30.00
ASTMD422	0.0112	38.6	738.60	26.14
ASTMD422	0.0082	22.7	761.30	23.87
ASTMD422	0.0059	22.7	784.00	21.60
ASTMD422	0.0042	22.8	806.80	19.32

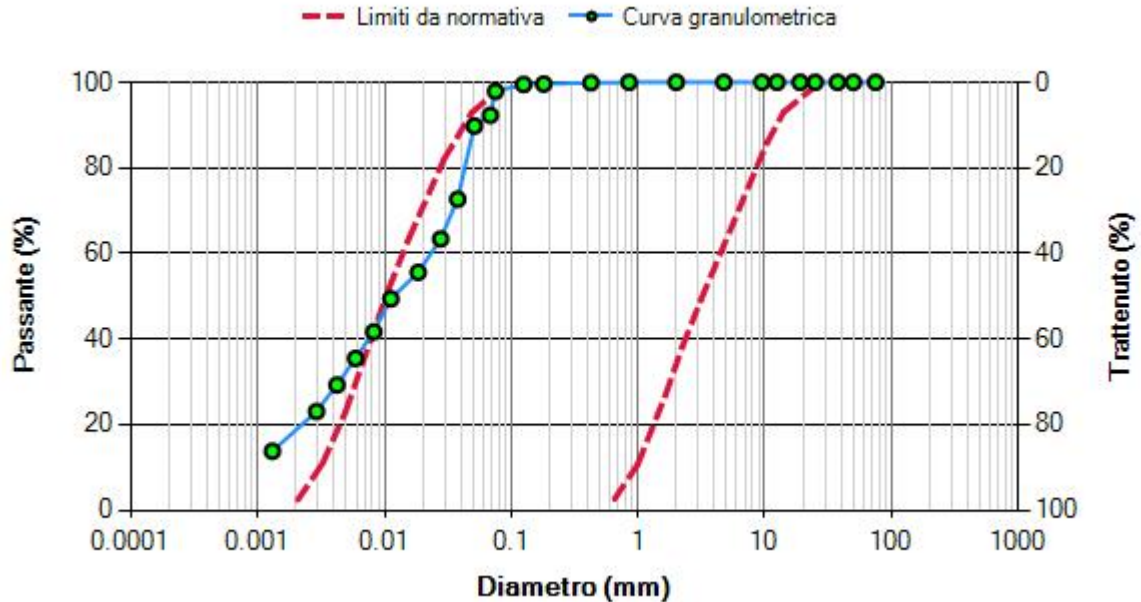
ASTMD422	0.0029	22.7	829.50	17.05
ASTMD422	0.0013	22.7	852.20	14.78

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
147.800	0.09	0.07	NaN	NaN

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	0	---	100.00
ASTMD422	0.85	0	---	100.00
ASTMD422	0.425	1	1.00	99.90
ASTMD422	0.18	3	4.00	99.60
ASTMD422	0.125	1	5.00	99.50
ASTMD422	0.075	16	21.00	97.90
ASTMD422	0.0683	56	77.00	92.30
ASTMD422	0.0511	25	102.00	89.80
ASTMD422	0.0377	171	273.00	72.70
ASTMD422	0.0277	93	366.00	63.40
ASTMD422	0.0184	78	444.00	55.60
ASTMD422	0.0112	62	506.00	49.40
ASTMD422	0.0082	77	583.00	41.70
ASTMD422	0.0059	62	645.00	35.50
ASTMD422	0.0042	62	707.00	29.30

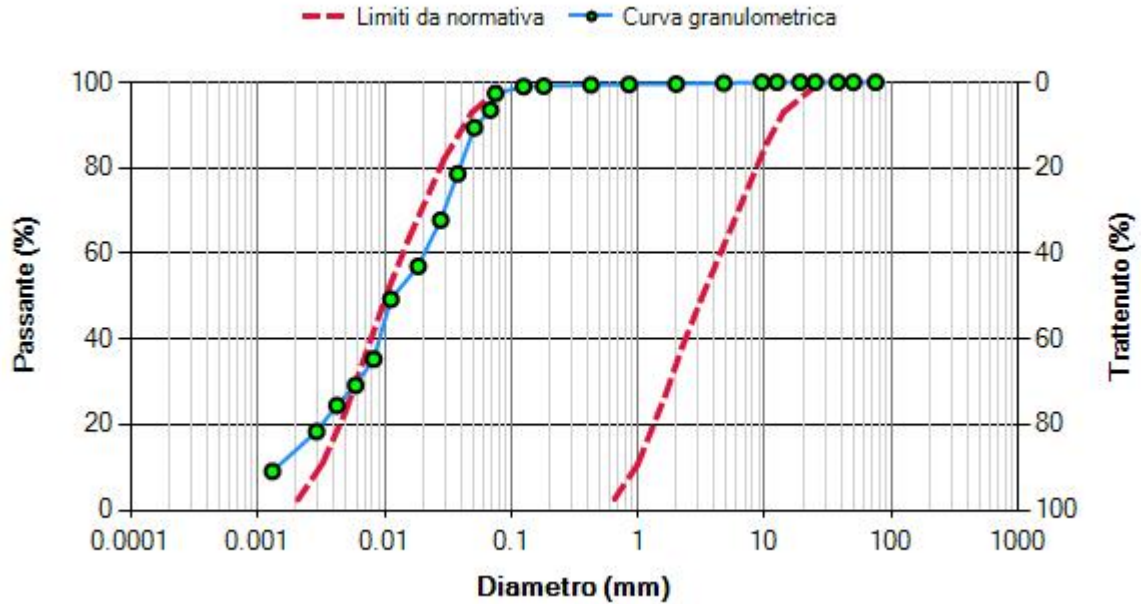
ASTMD422	0.0029	62	769.00	23.10
ASTMD422	0.0013	93	862.00	13.80

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	Uc
138.000	0.02	0.01	NaN	NaN

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

### Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

### Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	2	2.00	99.80
ASTMD422	2	2	4.00	99.60
ASTMD422	0.85	1	5.00	99.50
ASTMD422	0.425	1	6.00	99.40
ASTMD422	0.18	3	9.00	99.10
ASTMD422	0.125	1	10.00	99.00
ASTMD422	0.075	16	26.00	97.40
ASTMD422	0.0683	39	65.00	93.50
ASTMD422	0.0511	41	106.00	89.40
ASTMD422	0.0377	108	214.00	78.60
ASTMD422	0.0277	108	322.00	67.80
ASTMD422	0.0184	108	430.00	57.00
ASTMD422	0.0112	77	507.00	49.30
ASTMD422	0.0082	140	647.00	35.30
ASTMD422	0.0059	61	708.00	29.20
ASTMD422	0.0042	47	755.00	24.50

ASTMD422	0.0029	61	816.00	18.40
ASTMD422	0.0013	93	909.00	9.10

### Risultati

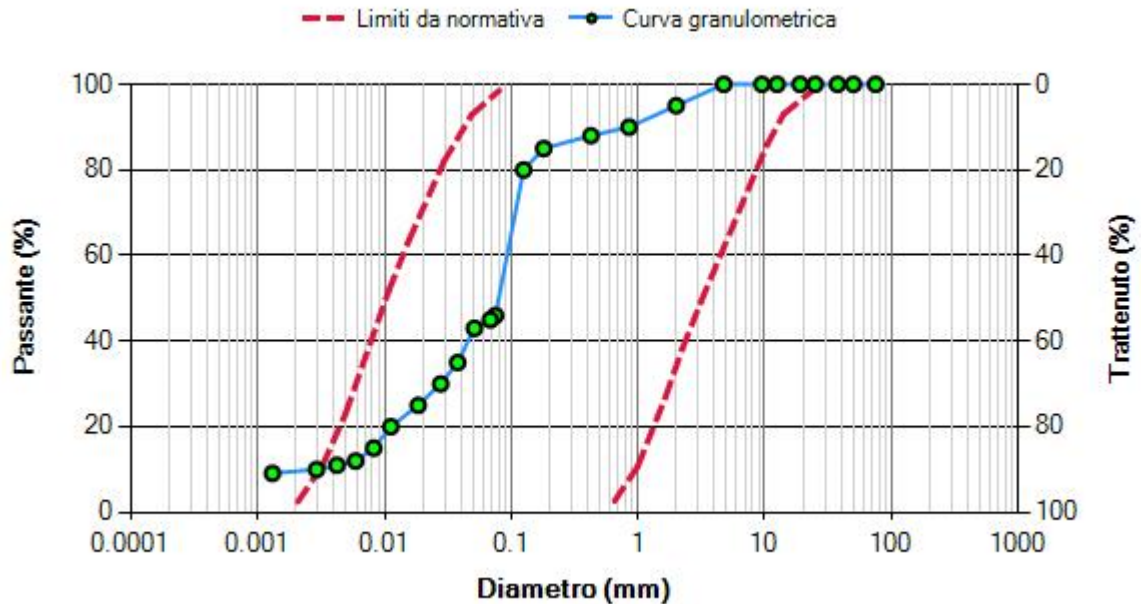
Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	U <sub>c</sub>
91.000	0.02	0.01	0.00	14.67



## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

## Fuso granulometrico



Note:  $U_c \geq 3.5$

## Dati

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	50	50.00	95.00
ASTMD422	0.85	50	100.00	90.00
ASTMD422	0.425	20	120.00	88.00
ASTMD422	0.18	30	150.00	85.00
ASTMD422	0.125	50	200.00	80.00
ASTMD422	0.075	340	540.00	46.00
ASTMD422	0.0683	10	550.00	45.00
ASTMD422	0.0511	20	570.00	43.00
ASTMD422	0.0377	80	650.00	35.00
ASTMD422	0.0277	50	700.00	30.00
ASTMD422	0.0184	50	750.00	25.00
ASTMD422	0.0112	50	800.00	20.00
ASTMD422	0.0082	50	850.00	15.00
ASTMD422	0.0059	30	880.00	12.00
ASTMD422	0.0042	10	890.00	11.00

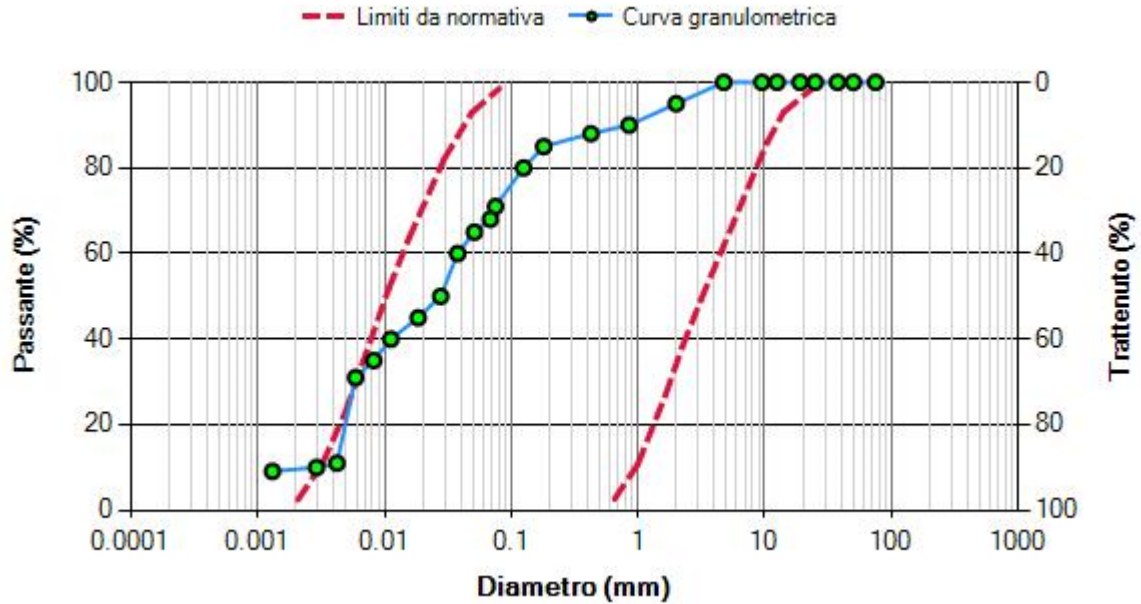
ASTMD422	0.0029	10	900.00	10.00
ASTMD422	0.0013	9	909.00	9.10

### Risultati

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	U <sub>c</sub>
91.000	0.09	0.08	0.00	31.92

## ~ Analisi granulometrica ~

La verifica a liquefazione può essere omessa quando la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nel grafico (§ 7.11.3.4.2 NTC 2018).

**Fuso granulometrico**

Note:  $U_c \geq 3.5$

**Dati**

Peso del campione, W: 1'000.000 g

ASTM n.	$\phi$ [mm]	Trattenuto [g]	Trattenuto cumulativo [g]	Passante [%]
ASTMD422	75	0	---	100.00
ASTMD422	50	0	---	100.00
ASTMD422	37.5	0	---	100.00
ASTMD422	25	0	---	100.00
ASTMD422	19	0	---	100.00
ASTMD422	12.5	0	---	100.00
ASTMD422	9.5	0	---	100.00
ASTMD422	4.75	0	---	100.00
ASTMD422	2	50	50.00	95.00
ASTMD422	0.85	50	100.00	90.00
ASTMD422	0.425	20	120.00	88.00
ASTMD422	0.18	30	150.00	85.00
ASTMD422	0.125	50	200.00	80.00
ASTMD422	0.075	90	290.00	71.00
ASTMD422	0.0683	30	320.00	68.00
ASTMD422	0.0511	30	350.00	65.00
ASTMD422	0.0377	50	400.00	60.00
ASTMD422	0.0277	100	500.00	50.00
ASTMD422	0.0184	50	550.00	45.00
ASTMD422	0.0112	50	600.00	40.00
ASTMD422	0.0082	50	650.00	35.00
ASTMD422	0.0059	40	690.00	31.00
ASTMD422	0.0042	200	890.00	11.00

ASTMD422	0.0029	10	900.00	10.00
ASTMD422	0.0013	9	909.00	9.10

**Risultati**

Fondo [g]	D60 [mm]	D50 [mm]	D10 [mm]	U <sub>c</sub>
91.000	0.04	0.03	0.00	13.00

Nome Progetto: Livorno\_L001\_vs

Numero strati (nspt o vs): 2

Profondità falda (m): 1.000000

---

—

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
14.0	99.90	0.19	2.47	99.90	99.90	99.90
20.0	99.90	0.16	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice_Liq = 0	Molto Basso
0 < Indice_Liq <= 5	Basso
5 < Indice_Liq <= 15	Alto
Indice_Liq > 15	Molto Alto

---

Nome Progetto: Livorno\_L017\_vs

Numero strati (nspt o vs): 3

Profondità falda (m): 1.000000

---

—

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
4.0	99.90	0.20	2.47	99.90	99.90	99.90
9.0	99.90	0.21	2.47	99.90	99.90	99.90
20.0	99.90	0.16	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice_Liq = 0	Molto Basso
0 < Indice_Liq <= 5	Basso
5 < Indice_Liq <= 15	Alto
Indice_Liq > 15	Molto Alto

---

Nome Progetto: Livorno\_L022\_vs

Numero strati (nspt o vs): 4

Profondità falda (m): 1.000000

---

—

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
6.6	99.90	0.21	2.47	99.90	99.90	99.90
9.9	99.90	0.21	2.47	99.90	99.90	99.90
13.8	99.90	0.19	2.47	99.90	99.90	99.90
20.0	99.90	0.16	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice_Liq = 0	Molto Basso
0 < Indice_Liq <= 5	Basso
5 < Indice_Liq <= 15	Alto
Indice_Liq > 15	Molto Alto

---

Nome Progetto: Livorno\_L026\_vs

Numero strati (nspt o vs): 3

Profondità falda (m): 1.000000

---

-

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
4.0	99.90	0.20	2.47	99.90	99.90	99.90
8.0	99.90	0.21	2.47	99.90	99.90	99.90
20.0	99.90	0.16	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice_Liq = 0	Molto Basso
0 < Indice_Liq <= 5	Basso
5 < Indice_Liq <= 15	Alto
Indice_Liq > 15	Molto Alto

---



Nome Progetto: Livorno\_L044\_vs

Numero strati (nspt o vs): 3

Profondità falda (m): 1.000000

---

-

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
3.0	99.90	0.19	2.47	99.90	99.90	99.90
8.0	99.90	0.21	2.47	99.90	99.90	99.90
20.0	99.90	0.16	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice_Liq = 0	Molto Basso
0 < Indice_Liq <= 5	Basso
5 < Indice_Liq <= 15	Alto
Indice_Liq > 15	Molto Alto

---

Nome Progetto: Livorno\_L067\_vs

Numero strati (nspt o vs): 3

Profondità falda (m): 1.000000

---

—

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
5.0	99.90	0.20	2.47	99.90	99.90	99.90
17.0	99.90	0.17	2.47	99.90	99.90	99.90
30.0	99.90	0.13	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice_Liq = 0	Molto Basso
0 < Indice_Liq <= 5	Basso
5 < Indice_Liq <= 15	Alto
Indice_Liq > 15	Molto Alto

---

Nome Progetto: Livorno\_L077\_vs

Numero strati (nspt o vs): 2

Profondità falda (m): 1.000000

---

—

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
6.0	99.90	0.21	2.47	99.90	99.90	99.90
20.0	99.90	0.16	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice_Liq = 0	Molto Basso
0 < Indice_Liq <= 5	Basso
5 < Indice_Liq <= 15	Alto
Indice_Liq > 15	Molto Alto

---

Nome Progetto: Livorno\_L084\_vs

Numero strati (nspt o vs): 2

Profondità falda (m): 1.000000

---

—

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
8.6	99.90	0.21	2.47	99.90	99.90	99.90
20.0	99.90	0.16	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice_Liq = 0	Molto Basso
0 < Indice_Liq <= 5	Basso
5 < Indice_Liq <= 15	Alto
Indice_Liq > 15	Molto Alto

---

Nome Progetto: Livorno\_L094\_vs

Numero strati (nspt o vs): 3

Profondità falda (m): 1.000000

---

—

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
7.9	99.90	0.21	2.47	99.90	99.90	99.90
13.9	99.90	0.19	2.47	99.90	99.90	99.90
20.0	99.90	0.16	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice_Liq = 0	Molto Basso
0 < Indice_Liq <= 5	Basso
5 < Indice_Liq <= 15	Alto
Indice_Liq > 15	Molto Alto

---

Nome Progetto: Livorno\_L095\_vs

Numero strati (nspt o vs): 3

Profondità falda (m): 1.000000

---

-

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
6.0	99.90	0.21	2.47	99.90	99.90	99.90
12.0	99.90	0.20	2.47	99.90	99.90	99.90
20.0	99.90	0.16	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice_Liq = 0	Molto Basso
0 < Indice_Liq <= 5	Basso
5 < Indice_Liq <= 15	Alto
Indice_Liq > 15	Molto Alto

---

Nome Progetto: Livorno\_L100\_vs

Numero strati (nspt o vs): 3

Profondità falda (m): 1.000000

---

—

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
9.1	99.90	0.22	2.47	99.90	99.90	99.90
14.3	99.90	0.19	2.47	99.90	99.90	99.90
20.0	99.90	0.16	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice_Liq = 0	Molto Basso
0 < Indice_Liq <= 5	Basso
5 < Indice_Liq <= 15	Alto
Indice_Liq > 15	Molto Alto

---

Nome Progetto: Livorno\_L103\_vs

Numero strati (nspt o vs): 4

Profondità falda (m): 1.000000

---

-

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
4.3	99.90	0.20	2.47	99.90	99.90	99.90
7.3	99.90	0.21	2.47	99.90	99.90	99.90
13.7	99.90	0.19	2.47	99.90	99.90	99.90
20.0	99.90	0.16	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice\_Liq = 0                      Molto Basso

0 < Indice\_Liq <= 5                Basso

5 < Indice\_Liq <= 15               Alto

Indice\_Liq > 15                    Molto Alto

---



Nome Progetto: Livorno\_L106\_vs

Numero strati (nspt o vs): 5

Profondità falda (m): 1.000000

---

—

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
4.9	99.90	0.20	2.47	99.90	99.90	99.90
6.8	99.90	0.21	2.47	99.90	99.90	99.90
10.9	99.90	0.21	2.47	99.90	99.90	99.90
15.6	99.90	0.18	2.47	99.90	99.90	99.90
20.0	99.90	0.16	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice\_Liq = 0                      Molto Basso

0 < Indice\_Liq <= 5                Basso

5 < Indice\_Liq <= 15               Alto

Indice\_Liq > 15                    Molto Alto

---

Nome Progetto: Livorno\_L108\_vs

Numero strati (nspt o vs): 4

Profondità falda (m): 1.000000

---

—

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
3.5	99.90	0.19	2.47	99.90	99.90	99.90
11.0	99.90	0.21	2.47	99.90	99.90	99.90
17.0	99.90	0.17	2.47	99.90	99.90	99.90
20.0	99.90	0.16	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice_Liq = 0	Molto Basso
0 < Indice_Liq <= 5	Basso
5 < Indice_Liq <= 15	Alto
Indice_Liq > 15	Molto Alto

---

Nome Progetto: Livorno\_L109\_vs

Numero strati (nspt o vs): 2

Profondità falda (m): 1.000000

---

—

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
8.7	99.90	0.21	2.47	99.90	99.90	99.90
20.0	99.90	0.16	2.47	99.90	99.90	99.90

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 0.00

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 0.00

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 0.00

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

---

Indice_Liq = 0	Molto Basso
0 < Indice_Liq <= 5	Basso
5 < Indice_Liq <= 15	Alto
Indice_Liq > 15	Molto Alto

---

Nome Progetto: Livorno\_L113\_vs

Numero strati (nspt o vs): 2

Profondità falda (m): 1.000000

---

—

PROF	CRR(as97)	CSR	MSF	Flas97	Flas00	Flib04
12.5	0.05	0.20	2.47	0.62	0.50	0.50
20.0	0.08	0.16	2.47	1.29	1.10	1.10

---

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 97: 5.36

Indice di liquefazione Andrus & Stokoe 2000: 7.09

Indice di liquefazione Idriss & Boulanger 2004: 7.09

#####

NOTE

VALORE Indice di Liquefazione      Rischio di Liquefazione

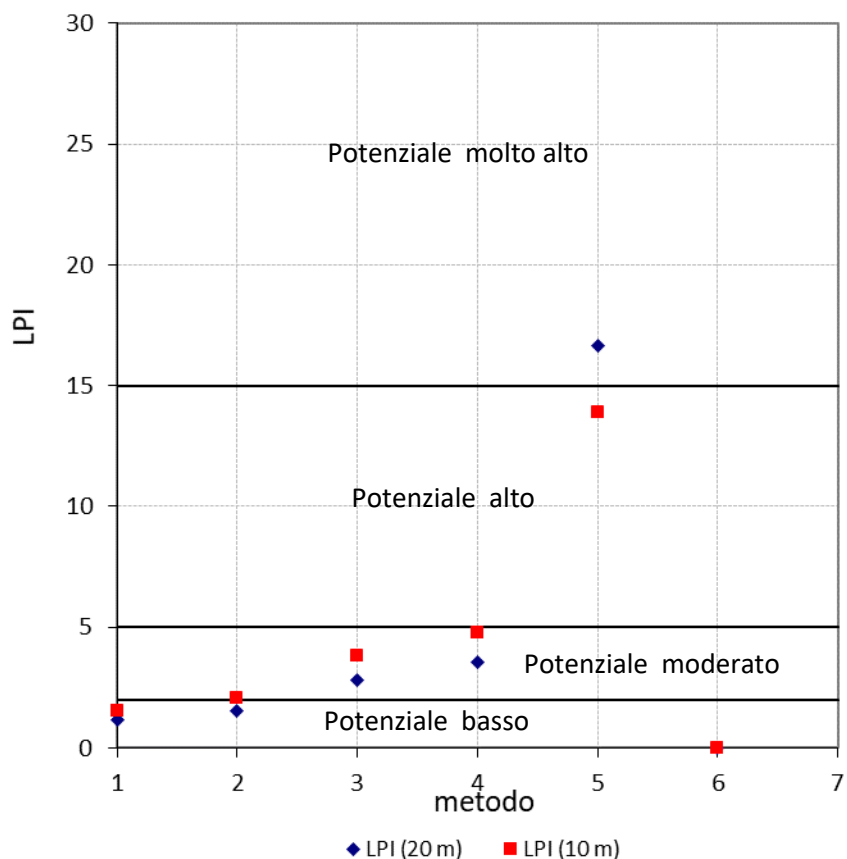
---

Indice_Liq = 0	Molto Basso
0 < Indice_Liq <= 5	Basso
5 < Indice_Liq <= 15	Alto
Indice_Liq > 15	Molto Alto

---

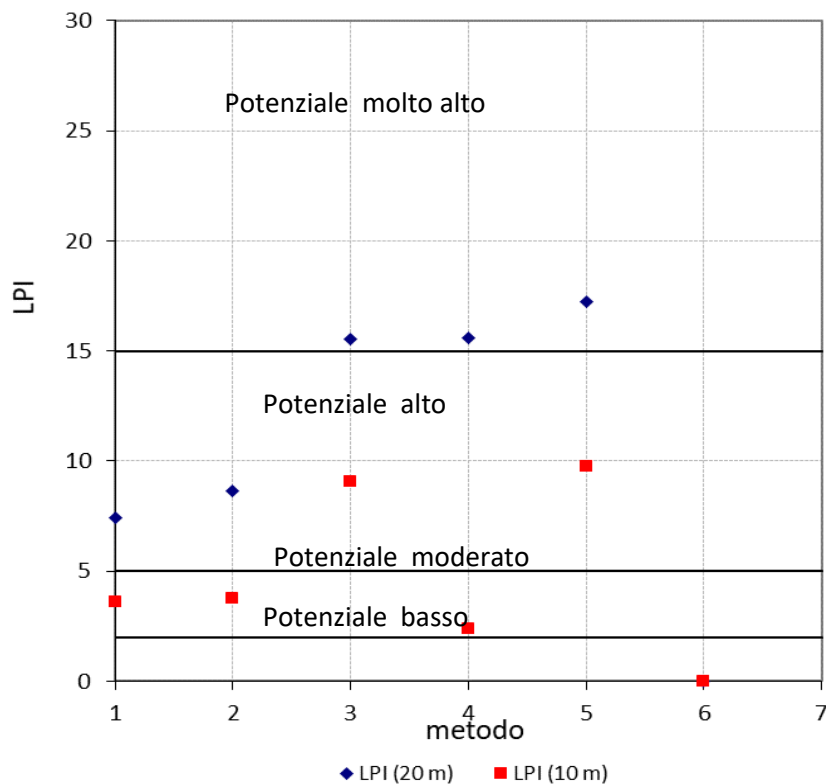
Località: Livorno  
 Codice: CPTU1\_MS2  
 Accelerazione di picco: 0.188  $a_{max}/g$   
 Magnitudo: 5.7  
 Prof. della falda: 1 m  
 Lunghezza massima: 14.90 m

Metodo	1	2	3	4	5	6	7
			I&B (2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI <sub>20</sub> =	1.17	1.56	2.80	3.56	16.67	#NUM!	2936970.22
LPI <sub>10</sub> =	1.54	2.07	3.84	4.76	13.88	#NUM!	1783608.23
Rischio di liquefazione(LPI <sub>20</sub> ):	basso	basso	moderato	moderato	alto	#NUM!	molto alto
$z_{min}$ (m) =	2.11	2.11	1.27	1.04	1.04	#NUM!	1.04
$z_{max}$ (m) =	6.58	6.58	6.60	7.60	8.23	#NUM!	8.21
$\Sigma H_L$ (m) =	1.30	1.19	1.69	2.15	1.84	#NUM!	1.84
LPbl <sub>20</sub> =	4.63	4.78	-999.00	-999.00	6.94	#NUM!	-999.00
LPbl <sub>10</sub> =	6.08	6.39	-999.00	-999.00	9.89	#NUM!	-999.00



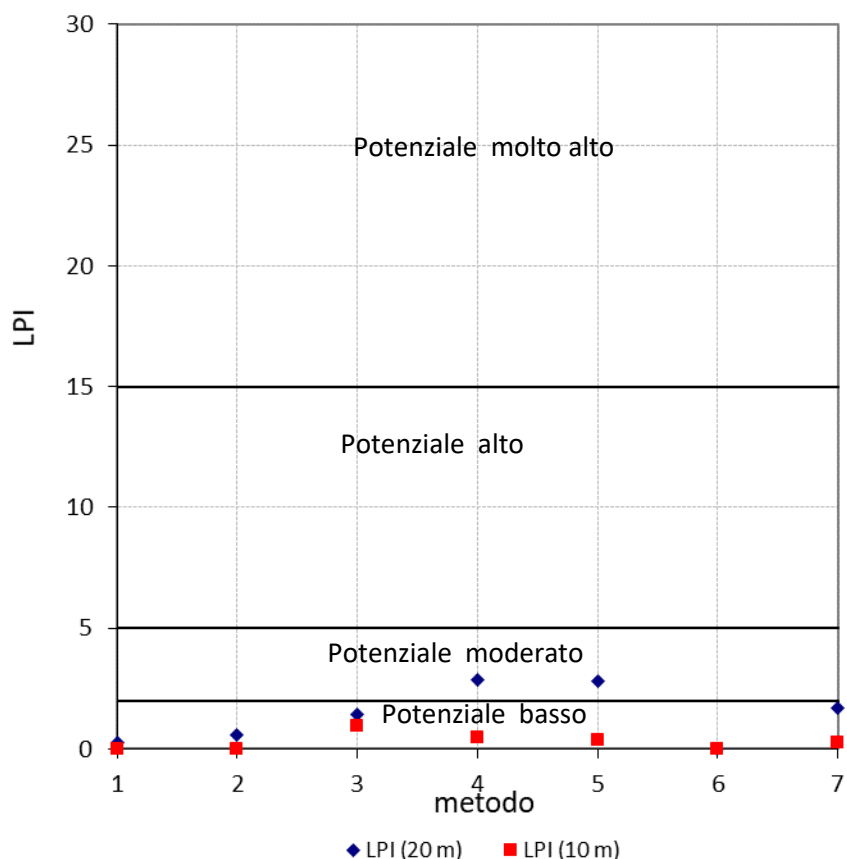
Località: Livorno  
 Codice: CPTU2\_MS2  
 Accelerazione di picco: 0.188  $a_{max}/g$   
 Magnitudo: 5.7  
 Prof. della falda: 1 m  
 Lunghezza massima: 15.00 m

Metodo	1	2	3	4	5	6	7
			I&B	I&B			
	NCEER	Rob	(2008)	(2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI <sub>20</sub> =	7.45	8.64	15.51	15.58	17.23	#NUM!	5198842816.91
LPI <sub>10</sub> =	3.63	3.76	9.07	2.41	9.77	#NUM!	9333015513.08
Rischio di liquefazione(LPI <sub>20</sub> ):	alto	alto	molto alto	molto alto	molto alto	#NUM!	molto alto
$z_{min}$ (m) =	3.92	4.12	3.92	1.04	1.01	#NUM!	1.04
$z_{max}$ (m) =	14.26	14.12	14.30	10.01	13.44	#NUM!	14.26
$\Sigma H_L$ (m) =	9.18	8.58	9.52	4.67	8.88	#NUM!	9.54
LPbl <sub>20</sub> =	30.46	27.77	999.00	999.00	25.93	#NUM!	-999.00
LPbl <sub>10</sub> =	16.29	13.66	999.00	999.00	14.73	#NUM!	-999.00



Località: Livorno  
 Codice: CPTU3\_MS3  
 Accelerazione di picco: 0.188  $a_{max}/g$   
 Magnitudo: 5.7  
 Prof. della falda: 1 m  
 Lunghezza massima: 15.00 m

Metodo	1	2	3	4	5	6	7
			I&B				
	NCEER	Rob	(2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI <sub>20</sub> =	0.28	0.56	1.42	2.86	2.79	#NUM!	1.71
LPI <sub>10</sub> =	0.01	0.01	0.96	0.50	0.36	#NUM!	0.29
Rischio di liquefazione(LPI <sub>20</sub> ):	basso	basso	basso	moderato	moderato	#NUM!	basso
$z_{min}$ (m) =	3.87	3.87	3.80	3.87	3.81	#NUM!	3.80
$z_{max}$ (m) =	12.39	12.37	14.18	10.01	12.39	#NUM!	12.39
$\Sigma H_L$ (m) =	1.80	1.82	3.19	1.36	2.25	#NUM!	2.59
			-				
LPbl <sub>20</sub> =	1.77	2.40	999.00	-999.00	4.34	#NUM!	-999.00
			-				
LPbl <sub>10</sub> =	0.04	0.06	999.00	-999.00	0.57	#NUM!	-999.00



Località: Livorno

Codice: CPTU8\_MS2

Accelerazione di

picco: 0.188  $a_{max}/g$

Magnitudo: 5.7

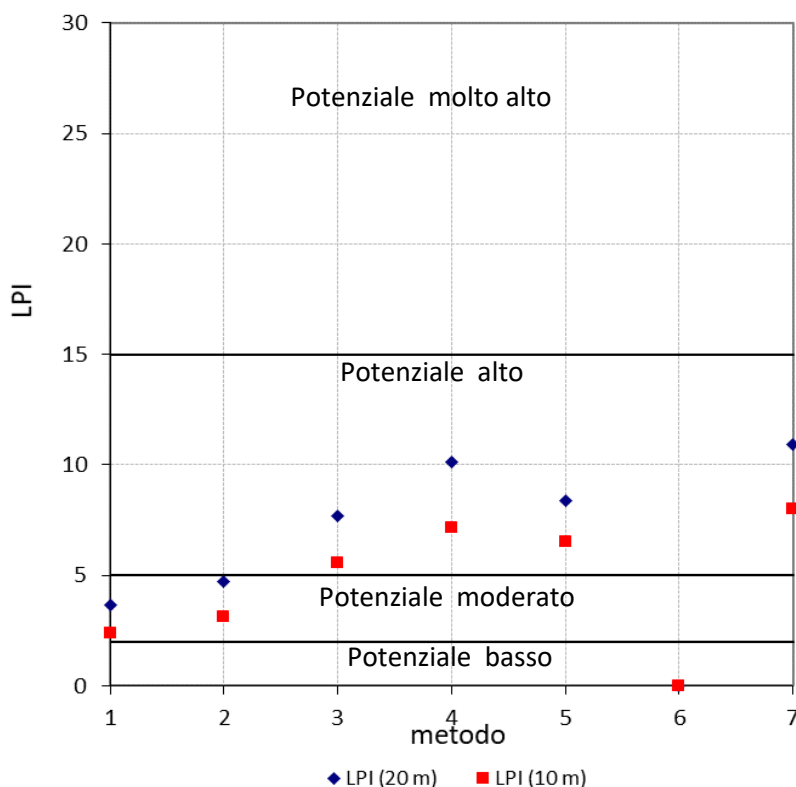
Prof. della

falda: 1 m

Lunghezza

massima: 10.52 m

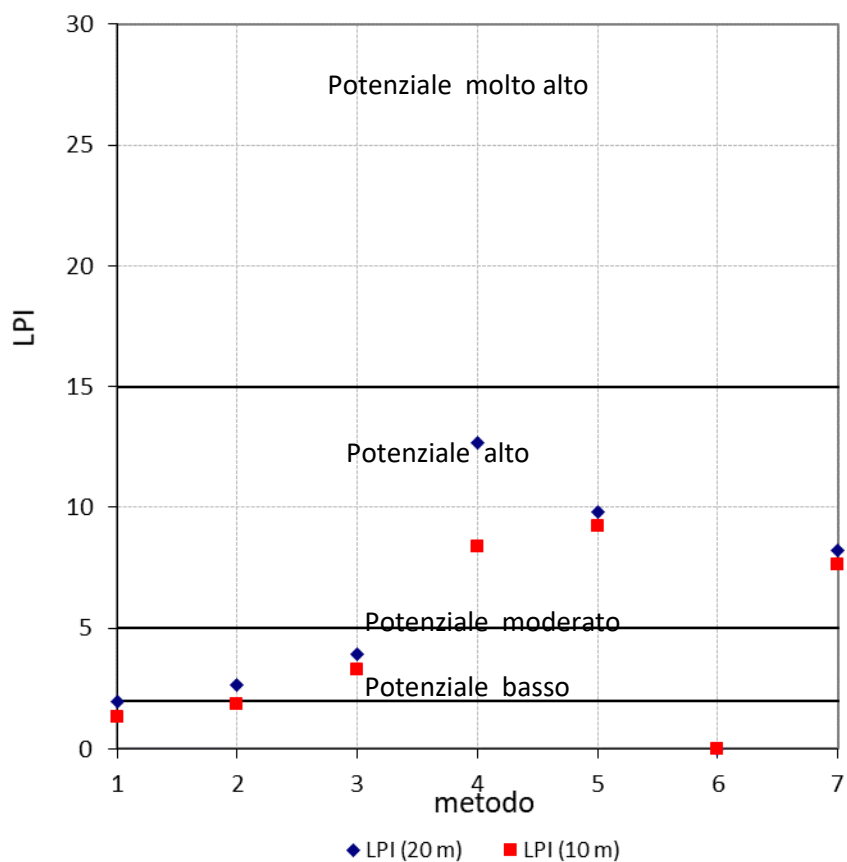
Metodo	1	2	3	4	5	6	7
			I&B	I&B			
	NCEER	Rob	(2008)	(2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI <sub>20</sub> =	3.68	4.72	7.69	10.12	8.40	#NUM!	10.91
LPI <sub>10</sub> =	2.37	3.14	5.55	7.14	6.52	#NUM!	8.01
Rischio di liquefazione(LPI <sub>20</sub> ):	moderato	moderato	alto	alto	alto	#NUM!	alto
$z_{min}$ (m) =	5.02	5.04	2.07	2.07	5.04	#NUM!	5.01
$z_{max}$ (m) =	10.52	10.52	10.52	10.01	10.52	#NUM!	10.52
$\Sigma H_L$ (m) =	5.30	5.23	5.60	4.94	5.18	#NUM!	5.40
			-	-			
LPbl <sub>20</sub> =	17.84	18.82	999.00	999.00	13.11	#NUM!	-999.00
			-	-			
LPbl <sub>10</sub> =	12.21	12.92	999.00	999.00	10.07	#NUM!	-999.00





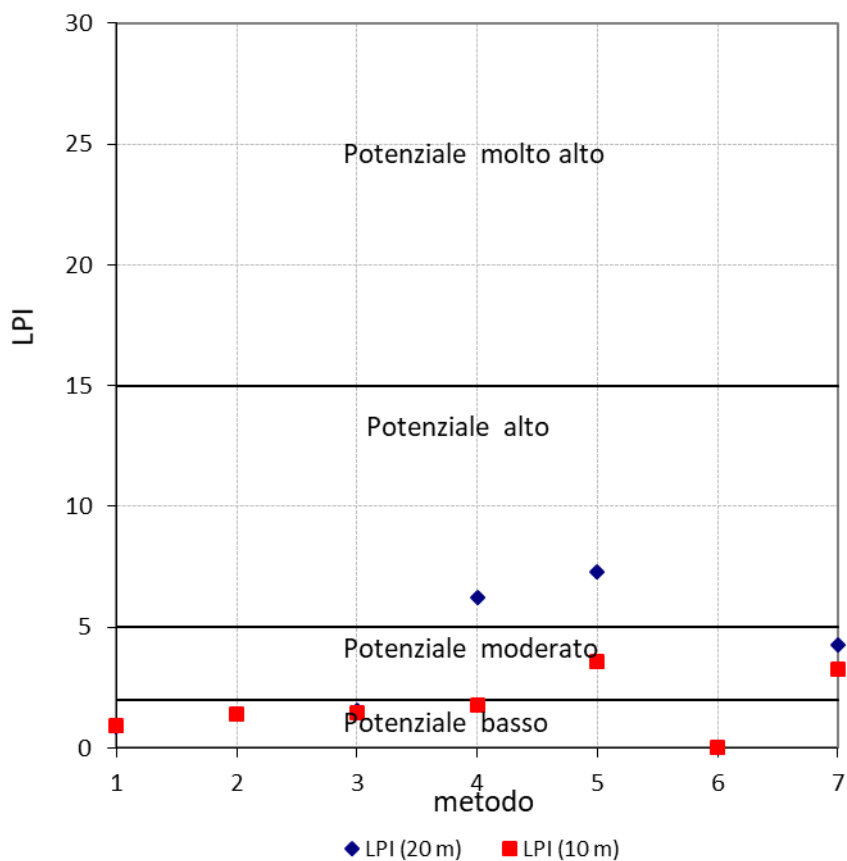
Località: Livorno  
 Codice: CPTU8\_MS3  
 Accelerazione di picco: 0.188  $a_{max}/g$   
 Magnitudo: 5.7  
 Prof. della falda: 1 m  
 Lunghezza massima: 15.00 m

Metodo	1	2	3	4	5	6	7
				I&B			
	NCEER	Rob	I&B (2008)	(2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI <sub>20</sub> =	1.94	2.68	3.95	12.69	9.84	#NUM!	8.20
LPI <sub>10</sub> =	1.30	1.83	3.29	8.39	9.25	#NUM!	7.61
Rischio di liquefazione(LPI <sub>20</sub> ):	basso	moderato	moderato	alto	alto	#NUM!	alto
Z <sub>min</sub> (m) =	2.41	2.00	1.97	1.30	1.44	#NUM!	1.40
Z <sub>max</sub> (m) =	14.48	14.48	14.49	9.94	14.50	#NUM!	14.48
ΣH <sub>L</sub> (m) =	4.15	4.62	4.84	6.32	7.22	#NUM!	8.66
LPbl <sub>20</sub> =	8.59	10.14	-999.00	-999.00	15.15	#NUM!	-999.00
LPbl <sub>10</sub> =	6.62	7.75	-999.00	-999.00	14.29	#NUM!	-999.00



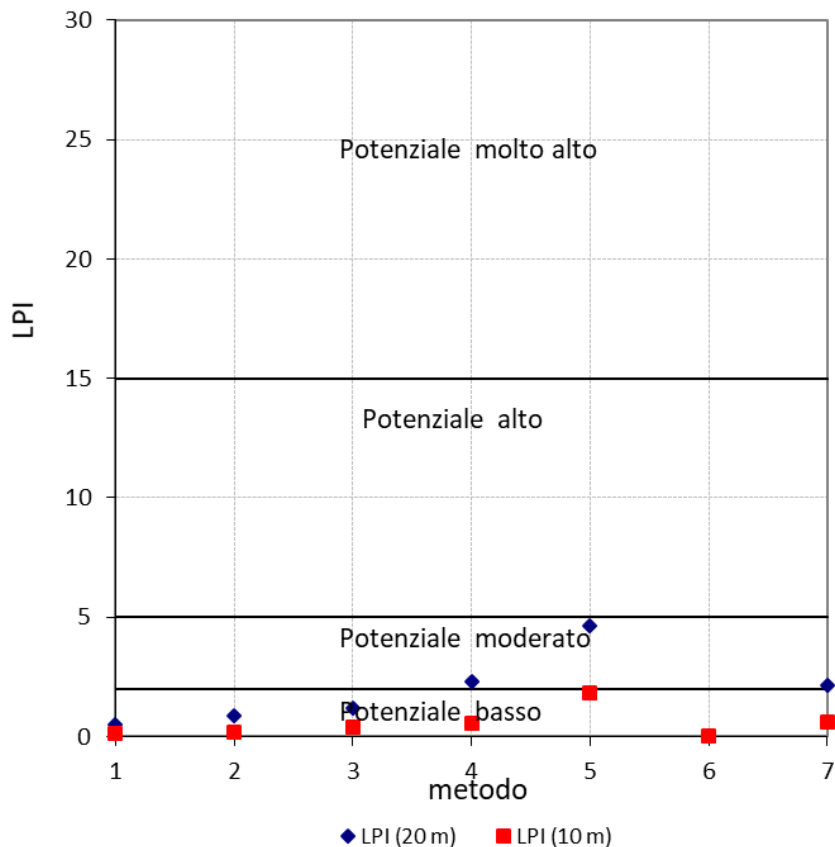
Località: Livorno  
 Codice: CPTU11\_MS3  
 Accelerazione di picco: 0.188  $a_{max}/g$   
 Magnitudo: 5.7  
 Prof. della falda: 1 m  
 Lunghezza massima: 15.00 m

Metodo	1	2	3	4	5	6	7
			I&B	I&B			
	NCEER	Rob	(2008)	(2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI <sub>20</sub> =	0.88	1.40	1.55	6.22	7.30	#NUM!	4.29
LPI <sub>10</sub> =	0.93	1.38	1.46	1.78	3.57	#NUM!	3.28
Rischio di liquefazione(LPI <sub>20</sub> ):	basso	basso	basso	alto	alto	#NUM!	moderato
$z_{min}$ (m) =	4.98	5.00	4.93	1.86	4.84	#NUM!	4.81
$z_{max}$ (m) =	15.00	15.00	15.00	10.01	15.00	#NUM!	15.00
$\Sigma H_L$ (m) =	4.66	4.88	4.85	4.92	7.61	#NUM!	7.67
LPbl <sub>20</sub> =	3.86	5.33	-999.00	-999.00	11.44	#NUM!	-999.00
LPbl <sub>10</sub> =	3.80	4.23	-999.00	-999.00	5.53	#NUM!	-999.00



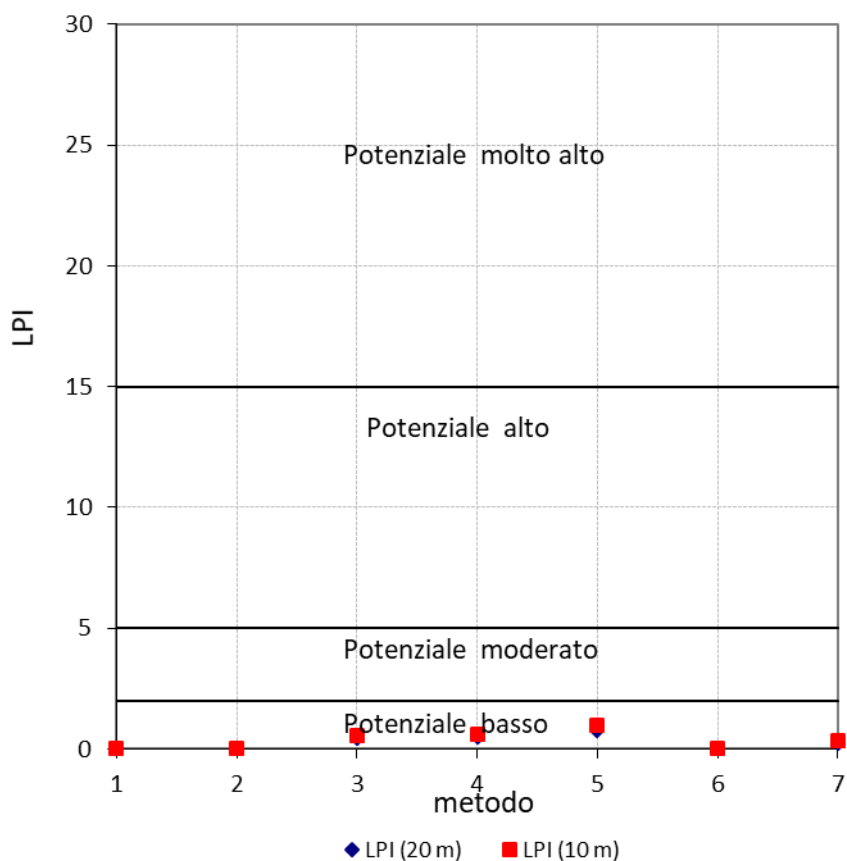
Località: Livorno  
 Codice: CPTU12\_MS3  
 Accelerazione di picco: 0.188  $a_{max}/g$   
 Magnitudo: 5.7  
 Prof. della falda: 1 m  
 Lunghezza massima: 14.90 m

Metodo	1	2	3	4	5	6	7
			I&B				
	NCEER	Rob	(2008)	I&B (2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI <sub>20</sub> =	0.49	0.89	1.18	2.31	4.64	#NUM!	2.13
LPI <sub>10</sub> =	0.14	0.20	0.41	0.55	1.85	#NUM!	0.62
Rischio di liquefazione(LPI <sub>20</sub> ):	basso	basso	basso	moderato	moderato	#NUM!	moderato
$z_{min}$ (m) =	8.06	8.04	5.40	2.97	6.18	#NUM!	6.18
$z_{max}$ (m) =	10.02	10.02	14.52	10.01	10.19	#NUM!	10.66
$\Sigma H_L$ (m) =	1.23	1.38	3.20	2.55	2.76	#NUM!	2.20
LPbl <sub>20</sub> =	2.92	3.42	-999.00	-999.00	7.00	#NUM!	-999.00
LPbl <sub>10</sub> =	0.82	0.84	-999.00	-999.00	2.85	#NUM!	-999.00



Località: Livorno  
 Codice: CPTU13\_MS3  
 Accelerazione di  
 picco: 0.188  $a_{max}/g$   
 Magnitudo: 5.7  
 Prof. della falda: 1 m  
 Lunghezza  
 massima: 15.00 m

Metodo	1	2	3	4	5	6	7
			I&B	I&B			
	NCEER	Rob	(2008)	(2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI <sub>20</sub> =	0.03	0.02	0.45	0.49	0.74	#NUM!	0.26
LPI <sub>10</sub> =	0.04	0.02	0.54	0.63	0.97	#NUM!	0.32
Rischio di liquefazione(LPI <sub>20</sub> ):	basso	basso	basso	basso	basso	#NUM!	basso
Z <sub>min</sub> (m) =	5.36	5.35	2.20	2.20	2.57	#NUM!	2.57
Z <sub>max</sub> (m) =	6.62	6.62	7.69	6.62	7.69	#NUM!	6.62
ΣH <sub>L</sub> (m) =	0.12	0.13	0.78	0.94	0.80	#NUM!	0.60
			-				
LPbl <sub>20</sub> =	0.24	0.15	999.00	-999.00	1.28	#NUM!	-999.00
			-				
LPbl <sub>10</sub> =	0.29	0.18	999.00	-999.00	1.69	#NUM!	-999.00



Località: Livorno  
 Codice: CPTU14\_MS3  
 Accelerazione di picco: 0.188  $a_{max}/g$   
 Magnitudo: 5.7  
 Prof. della falda: 1 m  
 Lunghezza massima: 15.00 m

Metodo	1	2	3	4	5	6	7
			I&B (2008)	I&B (2014)			
	NCEER	Rob	(2008)	(2014)	J&AI	Moss	AGI
LPI <sub>20</sub> =	3.82	5.76	6.90	12.33	18.01	#NUM!	14.40
LPI <sub>10</sub> =	4.50	7.01	8.79	16.62	23.27	#NUM!	19.24
Rischio di liquefazione(LPI <sub>20</sub> ):	moderato	alto	alto	alto	molto alto	#NUM!	alto
$z_{min}$ (m) =	2.35	2.34	1.79	1.79	2.07	#NUM!	2.08
$z_{max}$ (m) =	7.87	7.97	7.87	7.86	9.36	#NUM!	7.87
$\Sigma H_L$ (m) =	4.58	4.79	4.92	4.87	5.63	#NUM!	4.86
LPbl <sub>20</sub> =	16.37	21.07	-999.00	-999.00	26.54	#NUM!	-999.00
LPbl <sub>10</sub> =	20.59	27.24	-999.00	-999.00	34.47	#NUM!	-999.00

