



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU

GIUNTA REGIONALE  
DIPARTIMENTO INFRASTRUTTURE, TERRITORIO E PROTEZIONE CIVILE  
Settore Edilizia Sanitaria, Ospedaliera e Scolastica



**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA, INERENTE I LAVORI DI  
REALIZZAZIONE DELLA "PALAZZINA PER LE EMERGENZE" PRESSO IL PRESIDIO  
OSPEDALIERO "SANTA CROCE" DI FANO (PU)  
CUP B35F22000420006– CIG 9428434DDC**

**COMMITTENTE: Settore Edilizia Sanitaria, Ospedaliera e Scolastica della  
Regione Marche**

Responsabile Unico del Procedimento:  
**Dott. Ing. Luciano Moliterni**

PROGETTISTA:

Raggruppamento Temporaneo di Professionisti  
3TI PROGETTI ITALIA-INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A. - STUDIO SPERI SOCIETA' DI INGEGNERIA S.r.l.  
(Capogruppo)



**Progettista:**  
Geol. Fabio Oliva  
Iscritto all'albo dell'ordine dei Geologi dell'Emilia Romagna al n.1313

**Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche:**  
Ing. Alfredo Ingletti  
Iscritto all'albo dell'ordine degli ingegneri di Roma al n. A16300

FASE: **PFTE**

**Parte generale  
Elaborati Descrittivi**

TITOLO: **Relazione tecnica - geologica**

DATA
08/05/2023

CODICE DOCUMENTO
<b>15969.PP.GEN.00.RG.002</b>

REV
<b>R01</b>

redatto	YCA
verificato	FOL
approvato	AIN



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 2/75

## Sommario

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1	Descrizione del Progetto .....	3
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO .....</b>	<b>5</b>
2.1	Inquadramento geografico .....	5
2.2	Inquadramento catastale .....	7
2.3	Inquadramento geologico .....	9
2.4	Stratigrafia.....	10
2.5	Inquadramento geomorfologico .....	13
2.6	Inquadramento idrogeologico.....	14
2.7	Inquadramento sismico.....	15
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DI SITO.....</b>	<b>33</b>
3.1	Assetto geologico e litostratigrafico di sito .....	33
3.2	Definizione e caratterizzazione del Volume Geologico Significativo .....	63
<b>4</b>	<b>CRITICITÀ GEOLOGICHE CON RIFERIMENTO ALLA STRUTTURA.....</b>	<b>64</b>
4.1	Faglie attive e capaci .....	64
4.2	Rischio geologico – idraulico.....	66
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>74</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>75</b>

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

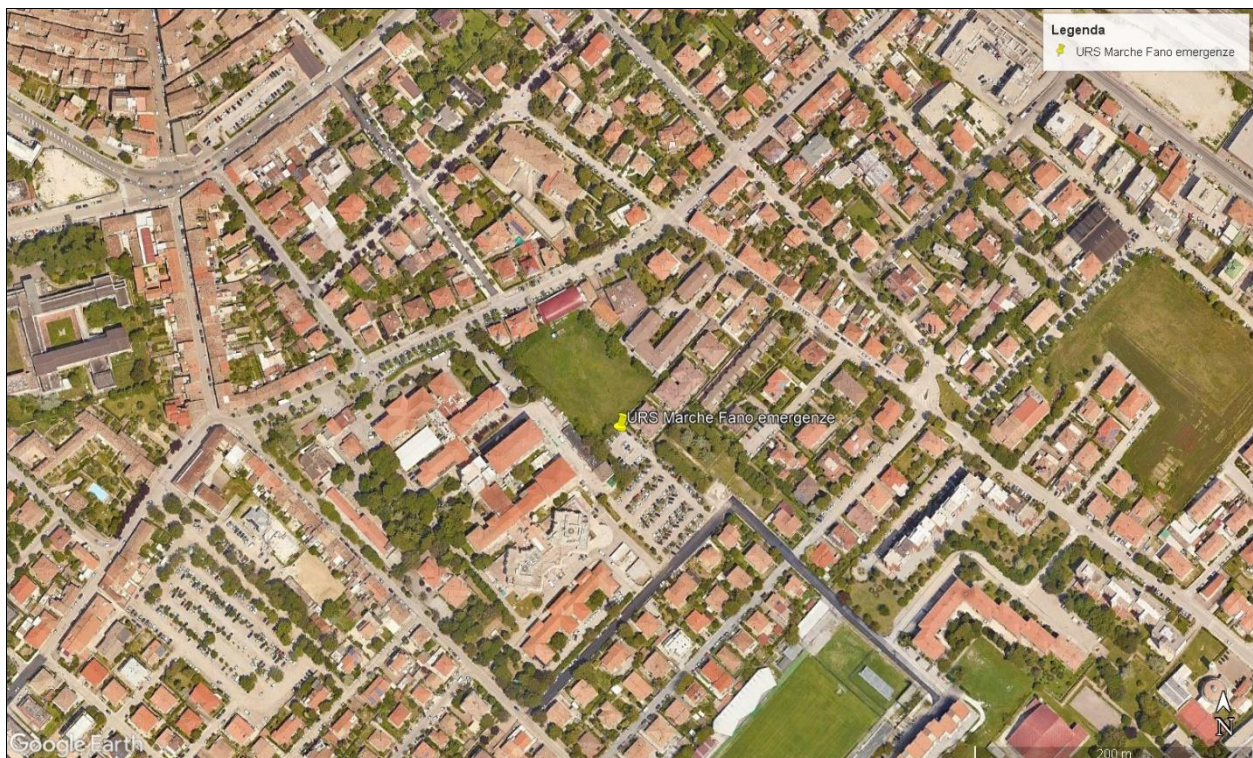
rev: **R01** pag 3/75

# 1 INTRODUZIONE

## 1.1 Descrizione del Progetto

La presente relazione geologica è funzionale alla progettazione di fattibilità tecnica ed economica, inerente i lavori di realizzazione della “palazzina per le emergenze” presso il presidio ospedaliero “Santa Croce” di Fano (PU) (Figura 1.1).

Essa esamina i terreni sottiacenti l’opera dal punto di vista geologico, geotecnico e sismico, analizzando le eventuali criticità legate alla stabilità dell’opera rispetto ai terreni di fondazione e alle condizioni geologiche locali.



**Figura 1.1 Inquadramento geografico del sito d’interesse e dell’immobile oggetto del Progetto**

Ai fini della formazione del quadro conoscitivo sull’area di interesse lo studio delle caratteristiche del sito è stato eseguito sulla base dei seguenti elementi:



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 4/75

- bibliografia e letteratura geologica di base sull'evoluzione dell'area e sulle formazioni geologiche presenti;
- Indagini geognostiche condotte nell'ambito del presente Progetto.



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 5/75

## 2 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

### 2.1 Inquadramento geografico

L'immobile è ubicato presso il presidio ospedaliero “Santa Croce” di Fano (PU).

Le coordinate geografiche del manufatto sono:

- Latitudine: 43° 83' 83”;
- Longitudine: 13° 02' 36”.

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 6/75

La Carta Tecnica Regionale in scala 1: 10'000 per l'area oggetto del presente Progetto con ubicazione dell'intervento viene riportata in Figura 2.1.



**Figura 2.1** Inquadramento del sito d'interesse su Carta Tecnica Regionale in scala 1:10'000. Il simbolo rosso indica l'ubicazione del sito

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 7/75

### 2.2 Inquadramento catastale

L'area interessata dall'intervento è suddivisibile in due macro aree:

- **macro area 1** – di proprietà del Comune di Fano – attualmente adibita a parcheggio pubblico;
- **macro area 2** – di proprietà privata – attualmente adibita a spazio non utilizzato.

Nell'Accordo di cui alla D.G.R. n. 1021 del 08/08/2022, di cui sopra, per la realizzazione della Palazzina delle Emergenze dell'Ospedale "S. Croce" di Fano, tra i diversi impegni del Comune si prevede la cessione della proprietà della macro area 1 all'Azienda Ospedaliera "Ospedali Riuniti Marche Nord" e la realizzazione dell'esproprio della macro area 2. L'indennità di esproprio per la sua acquisizione sarà messa a disposizione del Comune, nell'ambito dei fondi concessi dal PNRR, da parte della Regione Marche, in qualità di soggetto promotore dell'espropriazione. Il Comune di Fano, in qualità di autorità espropriante come previsto nel citato Accordo, provvederà al frazionamento della particella 207.



**Figura 2.2 Stralcio Mappa Catastale Foglio n° 38**



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 8/75

### Elenco di dettaglio delle proprietà catastali:

FOGLIO	PART.	Superficie	PROPRIETA' - CODICE FISCALE
38	207	5.051 mq	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PELLEGRINI Anna - PLLNNA62E65G479J</li> <li>• PELLEGRINI Elisabetta Caterina - PLLLBT73R59F205V</li> <li>• PELLEGRINI Maria Chiara Elena - PLLMCH72R54F205C</li> <li>• PELLEGRINI Paolo Tommaso - PLLPTM71S15F205W</li> <li>• SIANO Maria Silvia - SNIMSL41S45H501I</li> <li>• PELLEGRINI Giovanni - PLLGNN56C07G479L</li> <li>• PELLEGRINI TONDINI Anna - PLLNNA62E65G479J</li> </ul>
38	2001	65 mq	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PELLEGRINI Anna - PLLNNA62E65G479J</li> <li>• PELLEGRINI Elisabetta Caterina - PLLLBT73R59F205V</li> <li>• PELLEGRINI Maria Chiara Elena - PLLMCH72R54F205C</li> <li>• PELLEGRINI Paolo Tommaso - PLLPTM71S15F205W</li> <li>• SIANO Maria Silvia - SNIMSL41S45H501I</li> <li>• PELLEGRINI Giovanni - PLLGNN56C07G479L</li> <li>• PELLEGRINI TONDINI Anna - PLLNNA62E65G479J</li> </ul>
38	2287	725 mq	<ul style="list-style-type: none"> <li>• COMUNE DI FANO - 00127440410</li> </ul>
38	1220	3.780 mq	<ul style="list-style-type: none"> <li>• COMUNE DI FANO - 00127440410</li> </ul>





## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 9/75

### 2.3 Inquadramento geologico

L'assetto dell'area d'interesse si caratterizza per la presenza di un basamento ercinico sovrastato da una successione sedimentaria depostasi in modo pressoché continuo dal Triassico al Neogene (*Centamore et. al., 1991*).

Il livello basale della successione sedimentaria, corrispondente alla formazione delle Anidriti di Burano, rappresenta lo scollamento ed il conseguente piegamento della copertura sedimentaria umbro – marchigiana rispetto al sottostante basamento. Il livello basale è seguito dalle litofacies calcaree di acque basse del Calcare Massiccio.

Alla fine del Lias inferiore un'intensa fase tettonica distensiva portò alla frammentazione della preesistente piattaforma carbonatica determinando la separazione del dominio toscano – umbro – marchigiano, in cui continuò la sedimentazione pelagica, dal dominio laziale abruzzese, caratterizzato da deposizione in ambiente di acque basse.

Il bacino umbro – marchigiano mostrava una batimetria molto variabile ed era costituito prevalentemente da calcari e calcari marnosi spesso selciferi.

Dal Miocene il bacino umbro – marchigiano, a causa degli sforzi compressivi sviluppatosi nelle aree più occidentali, diventò un'avanfossa all'interno della quale avvenne la sedimentazione di successioni emipelagiche e torbiditiche (*Centamore et. al., 1991*). Sempre durante il Miocene, nell'area umbro – marchigiana, si delinearono tre unità morfostrutturali principali separate dalle porzioni più emerse della catena: il bacino umbro, il bacino marchigiano interno ed il bacino marchigiano esterno.

Durante il Plio – Pleistocene, a partire dalle aree più occidentali, si instaurano gradualmente condizioni continentali e l'avanfossa migrò ancora più a est.

La successione marina marchigiana plio – pleistocenica è, quindi, riferibile al solo bacino marchigiano esterno ed è caratterizzata da evidenti variazioni spazio-temporali.

I depositi quaternari umbro – marchigiani sono costituiti da alluvioni terrazzate, suddivise in quattro ordini di terrazzi poligenici, e da depositi di versante.



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 10/  
75

### 2.4 Stratigrafia

Le unità stratigrafiche dell'area d'interesse sono riconducibili alle successioni continentali deposte durante il Quaternario.

All'interno dello stralcio del Foglio 269 “Fano” della Carta Geologica d'Italia a scala 1:50'000 riportato in Figura 2.3, si può osservare come il sito d'interesse sia ubicato al di sopra dei depositi alluvionali terrazzati (MTI<sub>bn</sub>) facenti parte del Sintema di Matelica.

In maggior dettaglio, lo stralcio della Carta Geologica della Regione Marche a scala 1:10'000 (Figura 2.4) conferma quanto riportato nel Foglio 269 “Fano” della Carta Geologica d'Italia a scala 1:50'000.

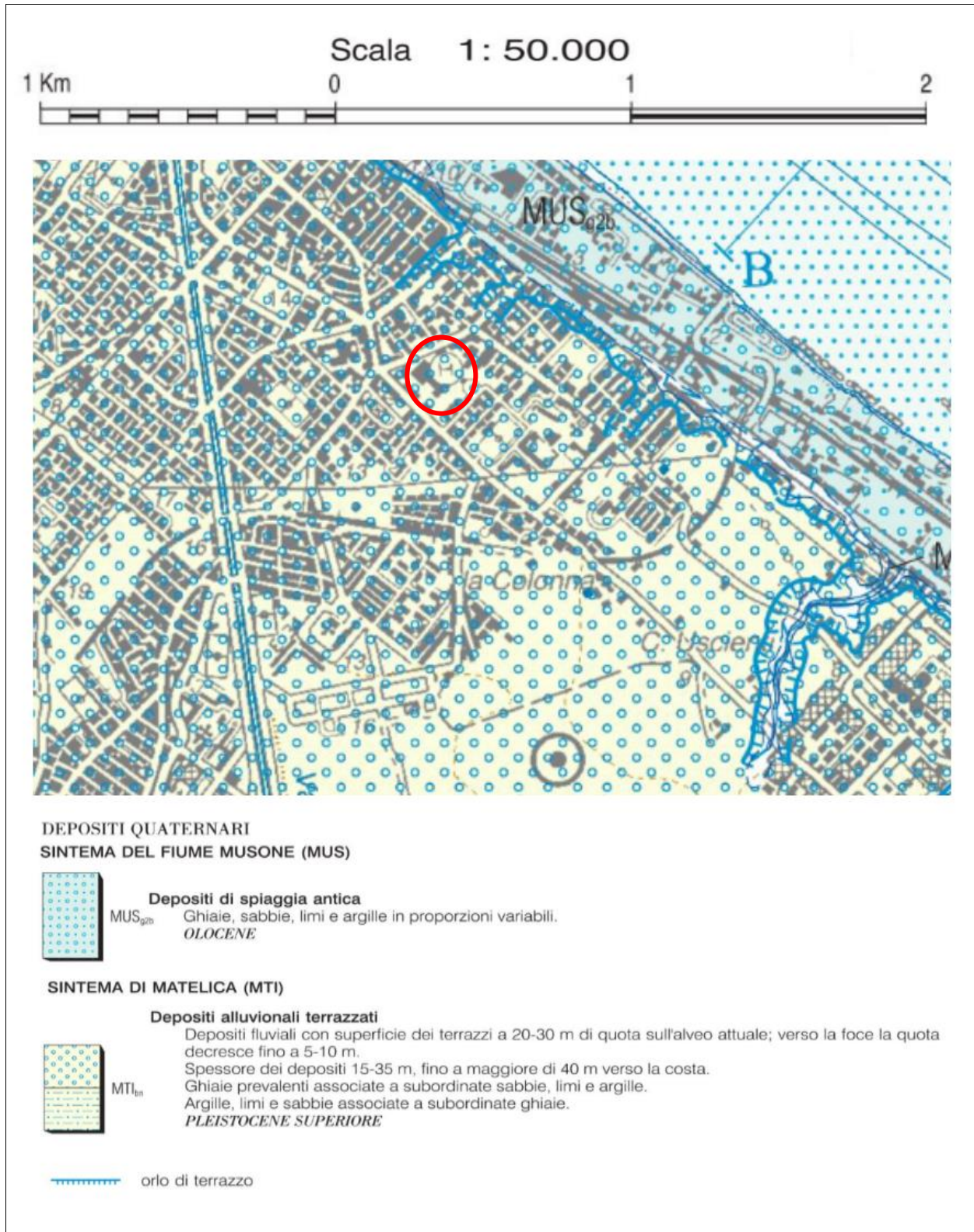
Il Sintema di Matelica, datato al Pleistocene superiore, comprende i depositi alluvionali terrazzati del terzo ordine la cui superficie si trova a quote non superiori ai 15 – 20 m sull'alveo attuale. Lo spessore del corpo alluvionale, compresa la conoide, raggiunge i 75 m. I depositi alluvionali appartenenti al Sintema di Matelica, sono prevalentemente ghiaiosi, con corpi limoso – sabbiosi o sabbioso – ghiaiosi intercalati nella parte alta più frequentemente e con spessori maggiori. Le ghiaie, generalmente bene arrotondate e piuttosto appiattite, sono costituite in prevalenza dai termini carbonatico – selciferi giurassico – cretacici affioranti nei settori più interni del bacino.

In particolare, i depositi pleistocenici alluvionali terrazzati, in corrispondenza del sito d'interesse, sono costituiti da ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie, limi ed argille (Guerrera e Montana, 2011).

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 11/  
rev: **R01** 75

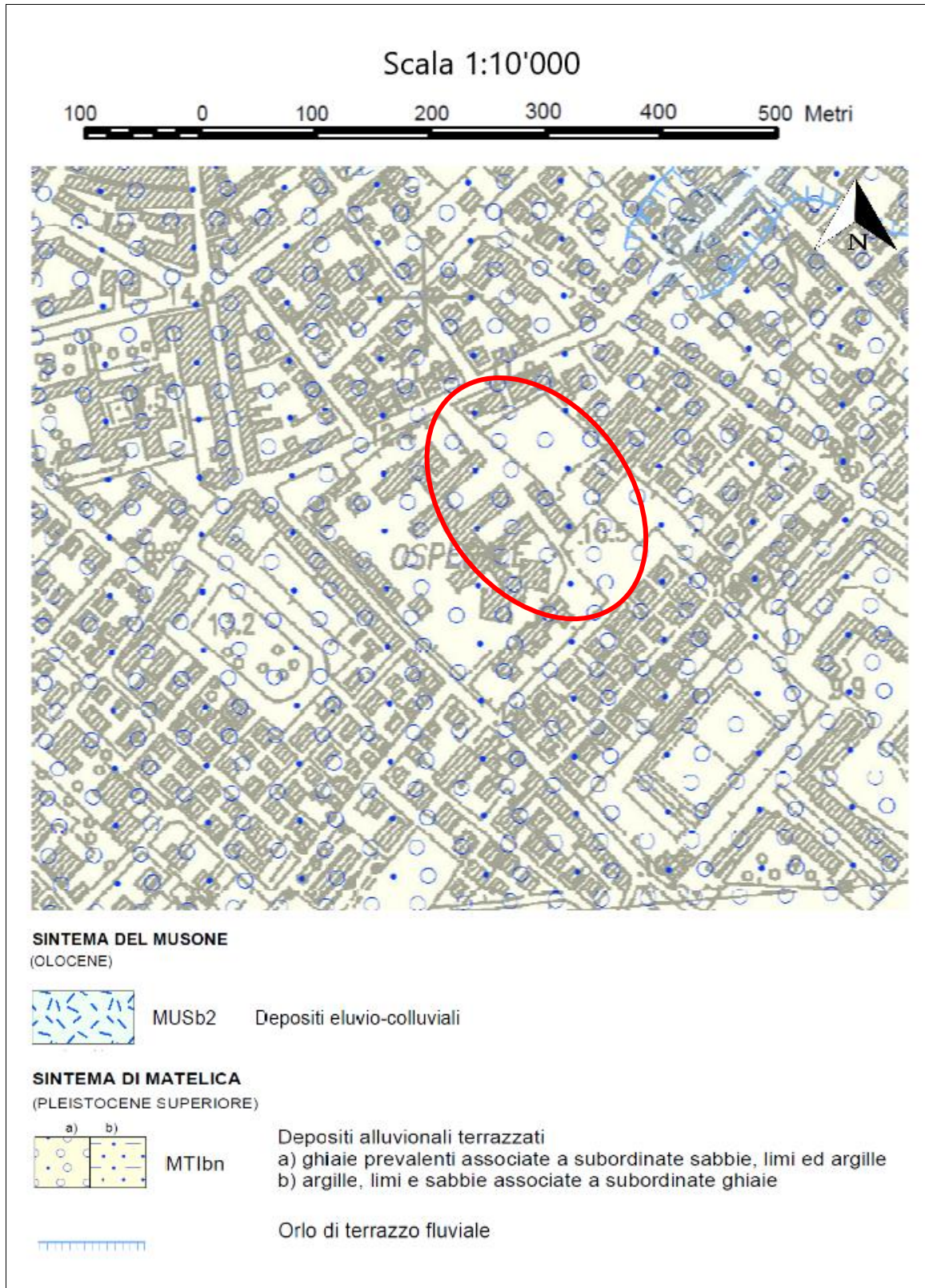


**Figura 2.3** Stralcio della Carta Geologica d'Italia a scala 1:50'000. Il simbolo rosso indica il sito d'interesse [Foglio 269 Fano]

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 12/  
75  
rev: **R01**



**Figura 2.4** Stralcio della Carta geologica regionale, edizione CTR, a scala 1:10'000. Sezione 269130 Fano

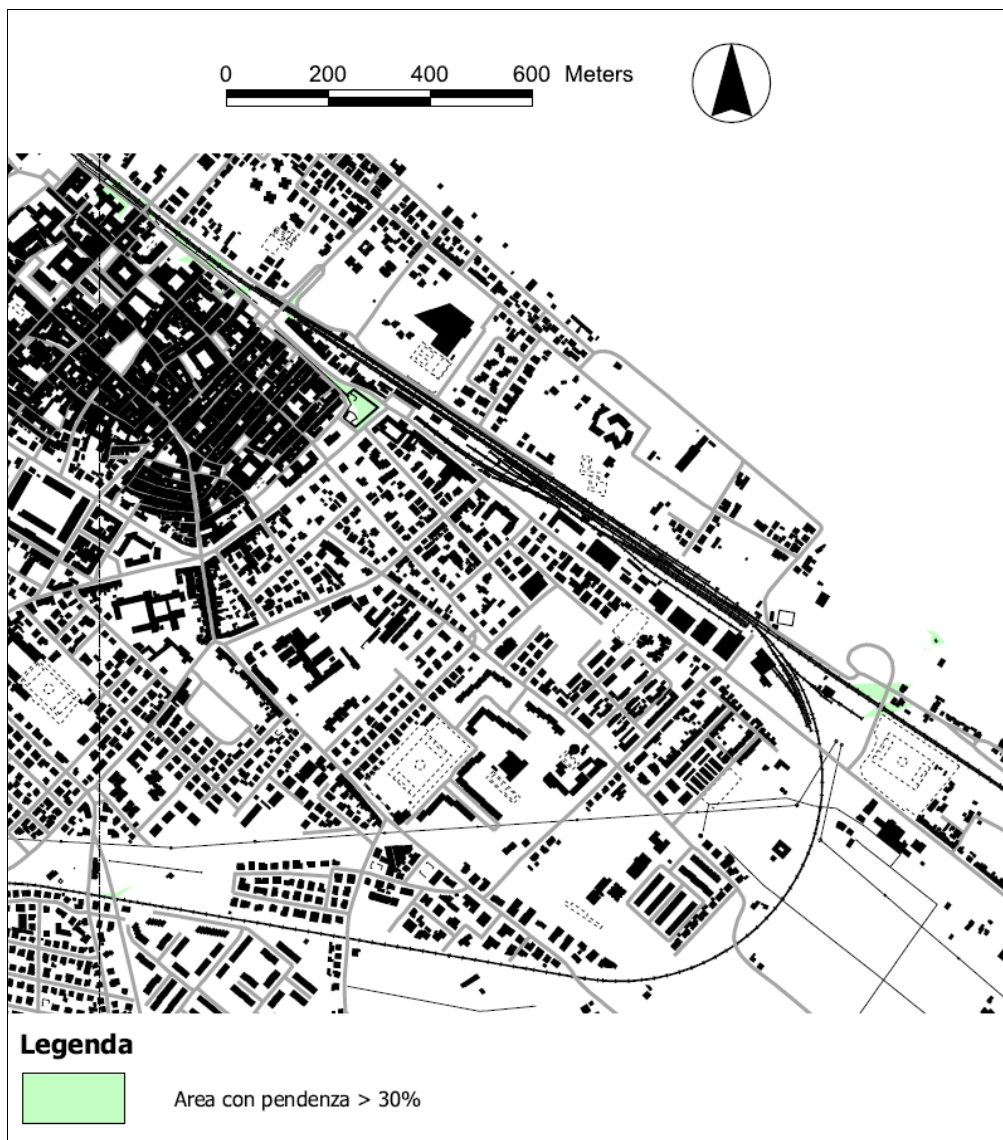
## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 13/  
rev: **R01** 75

### 2.5 Inquadramento geomorfologico

L'area d'interesse è ubicata all'interno del Comune di Fano (PU) a circa 800 m di distanza dal mare Adriatico. In particolare, il sito d'interesse, ubicato a circa 11 m s.l.m., si trova a 800 m ad E del Canale Albani e a circa 2,5 km a NW del Fiume Metauro. Come indicato nella Carta Geomorfologica del Comune di Fano (*Figura 2.5*), il sito d'interesse è ubicato in un'area con pendenza inferiore al 30%.



*Figura 2.5 Stralcio della Carta geomorfologica del Comune di Fano [Tavola A2.2\_Carta geomorfologica, Piano Regolatore Generale, scala 1:10'000, 2009]*

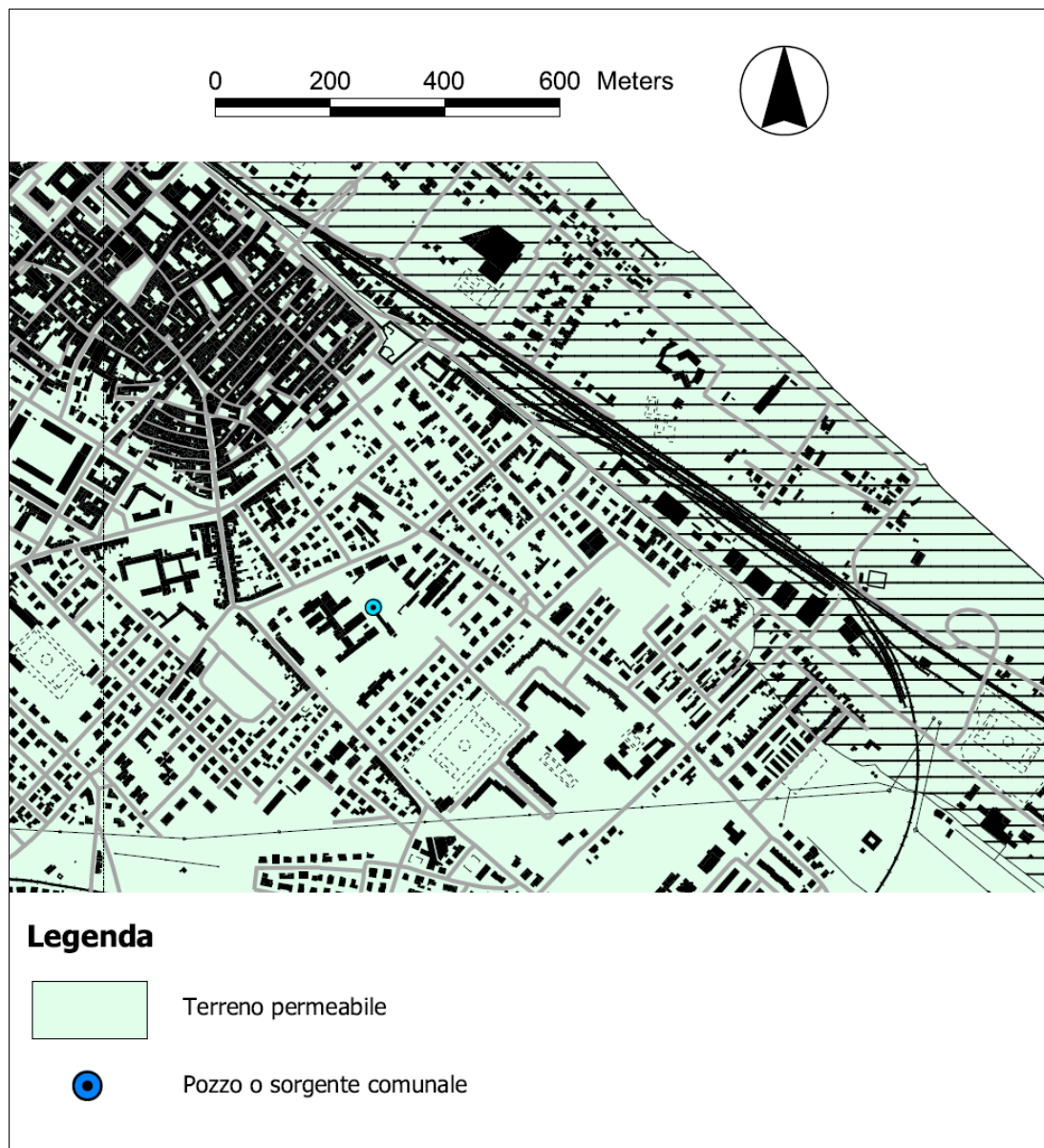
## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 14/  
75

### 2.6 Inquadramento idrogeologico

Come indicato all'interno dello stralcio della Carta Idrogeologica del Comune di Fano (*Figura 2.6*), il sito d'interesse di trova in prossimità di un pozzo o sorgente comunale in un'area costituita da terreno permeabile. In particolare, i litotipi sabbiosi e ghiaiosi presenti nell'area sono caratterizzati da valori di trasmissività compresi tra  $1,7 \times 10^{-2}$  e  $2,5 \times 10^{-2}$  e da valori di permeabilità variabili tra  $5 \times 10^{-2}$  e  $2 \times 10^{-2}$ . Presso il sito d'interesse, come rilevato dal sondaggio eseguito durante la campagna di indagini 2023, la soggiacenza della falda si attesta ad una profondità di 12,2 m.



**Figura 2.6** Stralcio della Carta Idrogeologica del Comune di Fano [Tavola A3.2 Carta Idrogeologica, scala 1:10'000, Piano Regolatore Generale Comune di Fano, 2009

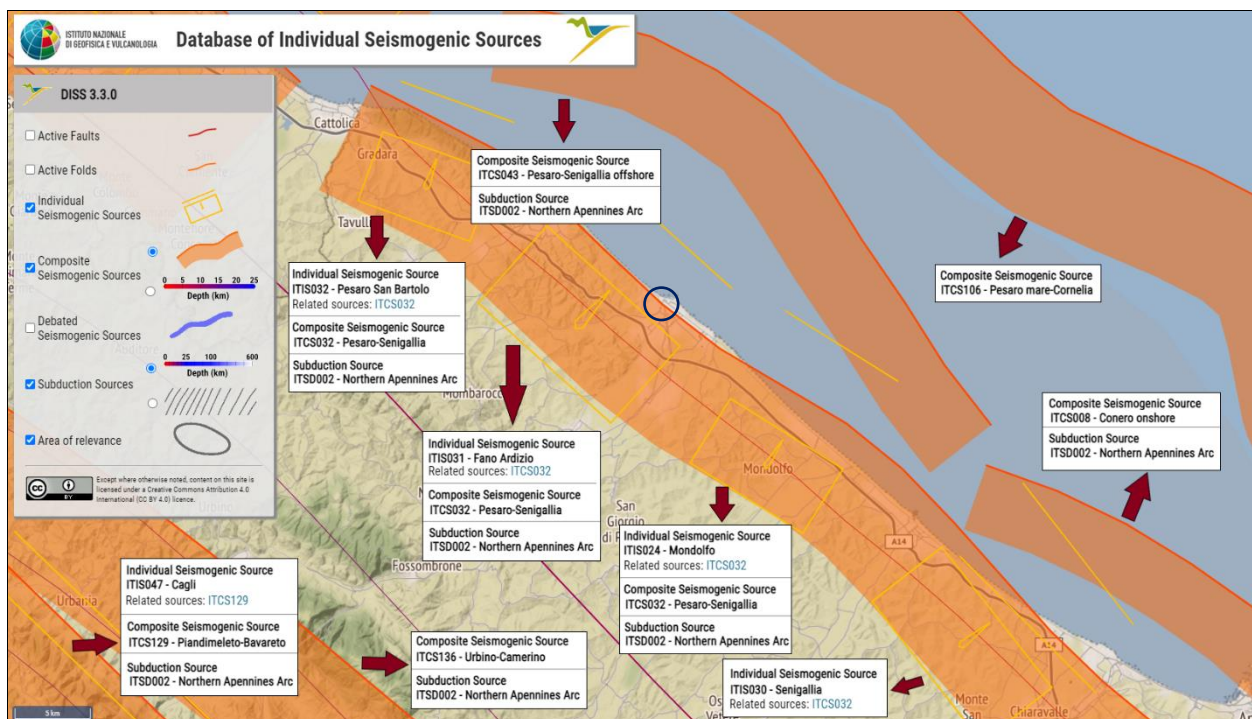
## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 15/  
rev: **R01** 75

### 2.7 Inquadramento sismico

Consultando il Database of Individual Seismogenic Source (*DISS Working Group, 2022*) dell'INGV, si osserva che il territorio comunale di Fano (PU), ed in particolare il sito oggetto del presente Progetto, si trova a circa 45 km a NE dalla Sorgente Sismogenetica Individuale ITIS047 “Cagli”, a circa 33 km a NE dalla Sorgente Sismogenetica Composita ITCS136 “Urbino – Camerino”, a circa 13 km a SE dalla Sorgente Sismogenetica Individuale ITIS032 “Pesaro San Bartolo”, a circa 1,5 km ad E dalla Sorgente Sismogenetica Individuale ITIS031 “Fano Ardizio”, a circa 7 km a NW dalla Sorgente Sismogenetica Individuale ITCS024 “Mondolfo”, a circa 23 km a NW dalla Sorgente Sismogenetica Individuale ITIS030 “Senigallia”, a circa 8 km E dalla Sorgente Sismogenetica Composita ITCS043 “Pesaro – Senigallia offshore”, a circa 18 km a W dalla Sorgente Sismogenetica Composita ITCS106 “Pesaro Mare – Cornelia” e a circa 24 km a NW dalla Sorgente Sismogenetica Composita ITCS008 “Conero onshore” (Figura 2.7; Figura 2.8; Figura 2.9; Figura 2.10; Figura 2.11; Figura 2.12; Figura 2.13; Figura 2.14; Figura 2.15; Figura 2.16).



**Figura 2.7** Stralcio del DISS 3.3.0 (<https://diss.ingv.it/diss330/dissmap.html>) in cui si osservano le sorgenti sismogenetiche nei pressi dell'area di interesse, inquadrata in blu



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 16/  
rev: **R01** 75



ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

## Database of Individual Seismogenic Sources



INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES
*i*

**DISS 3.3.0**

INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES

COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES

DEBATED SEISMOGENIC SOURCES

SUBDUCTION SOURCES

WEB MAPPER

Information
Commentary
Pictures
References

**GENERAL INFORMATION**

DISS-ID	ITIS047
Name	Cagli
Compiler(s)	Vannoli P.(1)
Contributor(s)	Vannoli P.(1), Maesano F.E.(1), Valensise G.(1), Fracassi U.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	31/05/2005
Updated	05/11/2020
Display map	
Related sources	<a href="#">ITCS129</a>

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Quality	Evidence
Location [Lat/Lon]	43.58 / 12.49 OD	Based on macroseismic data of the associated earthquake and on geological data.
Length [km]	22.5 ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Width [km]	13.3 OD	Based on geological data from Barchi et al. (1998).
Min depth [km]	2.0 OD	Based on geological data from Barchi et al. (1998).
Max depth [km]	8.7 OD	Based on geological data from Barchi et al. (1998).
Strike [deg]	134 OD	Based on geological data from various authors.
Dip [deg]	30 OD	Based on geological data from Barchi et al. (1998).
Rake [deg]	270 EJ	Inferred from seismological and geodetic data.
Slip Per Event [m]	0.80 ER	Calculated from Mo using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min...max	0.1000... 0.5000 EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Recurrence [y] min... max	1600... 8000 EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	6.5 LD	Value adopted from the earthquake catalogue CPT115.

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

Figura 2.8 Scheda di riferimento contenente le informazioni generali e parametriche della ITIS047 “Cagli”



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 17/  
rev: **R01** 75



## Database of Individual Seismogenic Sources



COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES i

**DISS 3.3.0**


INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES

COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES

DEBATED SEISMOGENIC SOURCES

SUBDUCTION SOURCES

WEB MAPPER




Information

Commentary

Pictures

References

**GENERAL INFORMATION**

DISS-ID	ITCS136
Name	Urbino-Camerino
Compiler(s)	Vannoli P.(1), Valensise G.(1), Maesano F.E.(1)
Contributor(s)	DISS W.G.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	12/10/2020
Updated	12/10/2020
Display map	
Related sources	<a href="#">ITIS049</a>

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	2.8	LD Based on various geological, geodetic and seismological data.
Max depth [km]	9.2	LD Based on various geological, geodetic and seismological data.
Strike [deg] min... max	130...170	LD Based on various geological, geodetic and seismological data.
Dip [deg] min... max	20...50	LD Based on various geological, geodetic and seismological data.
Rake [deg] min... max	260...280	EJ Inferred from regional geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000...0.5000	EJ Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.9	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

**Figura 2.9 Scheda di riferimento contenente le informazioni generali e parametriche della ITCS136 “Urbino – Camerino”**

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag **18/75**



ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

### Database of Individual Seismogenic Sources



INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES i


Information

Commentary

Pictures

References

**GENERAL INFORMATION**

<b>DISS-ID</b>	ITIS032
<b>Name</b>	Pesaro San Bartolo
<b>Compiler(s)</b>	Basili R.(1), Valensise G.(1), Vannoli P.(1)
<b>Contributor(s)</b>	Basili R.(1), Valensise G.(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>	31/10/2001
<b>Updated</b>	31/10/2001
<b>Display map</b>	
<b>Related sources</b>	<a href="#">ITCS032</a>

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Quality	Evidence
<b>Location [Lat/Lon]</b>	43.92 / 12.81 LD	Based on geological data from Vannoli et al. (2004).
<b>Length [km]</b>	8.0 LD	Based on geological data from Vannoli et al. (2004).
<b>Width [km]</b>	6.0 LD	Based on geological data from Vannoli et al. (2004).
<b>Min depth [km]</b>	2.5 LD	Based on geological data from Vannoli et al. (2004).
<b>Max depth [km]</b>	5.9 LD	Based on geological data from Vannoli et al. (2004).
<b>Strike [deg]</b>	110 LD	Based on geological data from various authors.
<b>Dip [deg]</b>	35 LD	Based on geological data from various authors.
<b>Rake [deg]</b>	90 EJ	Inferred from geological data.
<b>Slip Per Event [m]</b>	0.42 ER	Calculated from Mo using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
<b>Slip rate [mm/y] min...max</b>	0.2400... 0.3600 LD	Based on geological observations of displaced Late-Pleistocene markers.
<b>Recurrence [y] min... max</b>	1167... 1750 EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
<b>Magnitude [Mw]</b>	5.8 ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).

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

**Figura 2.10 Scheda di riferimento contenente le informazioni generali e parametriche della ITIS032 “Pesaro San Bartolo”**

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 19/  
rev: **R01** 75



## Database of Individual Seismogenic Sources



INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES
*i*

DISS 3.3.0


INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES

COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES

DEBATED SEISMOGENIC SOURCES

SUBDUCTION SOURCES

WEB MAPPER




Information

Commentary

Pictures

References

**GENERAL INFORMATION**

DISS-ID	ITIS031
Name	Fano Ardizio
Compiler(s)	Basili R.(1), Vannoli P.(1), Valensise G.(1)
Contributor(s)	Basili R.(1), Vannoli P.(1), Valensise G.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	31/10/2001
Updated	18/06/2015
Display map	
Related sources	<a href="#">ITCS032</a>

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Quality	Evidence
Location [Lat/Lon]	43.84 / 12.94	undefined Based on geological data.
Length [km]	12.0	OD Based on geological data.
Width [km]	8.0	OD Based on geological data.
Min depth [km]	3.0	OD Based on geological data.
Max depth [km]	7.0	OD Based on geological data.
Strike [deg]	132	LD Based on geological data from various authors.
Dip [deg]	30	LD Based on geological data from various authors.
Rake [deg]	90	EJ Inferred from geological data.
Slip Per Event [m]	0.60	ER Calculated from Mo using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min...max	0.2400... 0.3600	LD Based on geological observations of displaced Late-Pleistocene markers.
Recurrence [y] min... max	1667... 2500	EJ Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	6.1	ER Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).

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

Figura 2.11 Scheda di riferimento contenente le informazioni generali e parametriche della ITIS031 “Fano Ardizio”

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag **20/75**



## Database of Individual Seismogenic Sources



**INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES** i


Information

Commentary

Pictures

References

**GENERAL INFORMATION**

<b>DISS-ID</b>	ITIS024
<b>Name</b>	Mondolfo
<b>Compiler(s)</b>	Vannoli P.(1), Basili R.(1)
<b>Contributor(s)</b>	Basili R.(1), Vannoli P.(1), Valensise G.(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>	31/05/2005
<b>Updated</b>	31/05/2005
<b>Display map</b>	
<b>Related sources</b>	<a href="#">ITCS032</a>

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Quality	Evidence
<b>Location [Lat/Lon]</b>	43.75 / 13.10 LD	Primarily based on the location of the associated historical earthquake.
<b>Length [km]</b>	8.9 OD	Based on geological data.
<b>Width [km]</b>	5.9 ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
<b>Min depth [km]</b>	4.0 OD	Based on geological data.
<b>Max depth [km]</b>	7.0 OD	Based on geological data.
<b>Strike [deg]</b>	122 OD	Based on geological data.
<b>Dip [deg]</b>	30 OD	Based on geological data.
<b>Rake [deg]</b>	90 EJ	Inferred from geological data.
<b>Slip Per Event [m]</b>	0.20 ER	Calculated from Mo using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
<b>Slip rate [mm/y] min...max</b>	0.2400... 0.3600 LD	Based on geological observations of displaced Late-Pleistocene markers.
<b>Recurrence [y] min... max</b>	556... 833 EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
<b>Magnitude [Mw]</b>	5.6 LD	Value adopted from the historical earthquake catalogue CPTI04.

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

Figura 2.12 Scheda di riferimento contenente le informazioni generali e parametriche della ITIS024 “Mondolfo”



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 21/  
75



## Database of Individual Seismogenic Sources



INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES
*i*

DISS 3.3.0

INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES

COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES

DEBATED SEISMOGENIC SOURCES

SUBDUCTION SOURCES

WEB MAPPER

Information

Commentary

Pictures

References

**GENERAL INFORMATION**

DISS-ID	ITIS030
Name	Senigallia
Compiler(s)	Basili R.(1), Vannoli P.(1)
Contributor(s)	Vannoli P.(1), Basili R.(1), Valensise G.(1), Mirabella F.(2)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Università di Perugia; Dipartimento di Scienze della Terra; 06123 Perugia, Italy
Created	01/01/2001
Updated	31/05/2005
Display map	
Related sources	<a href="#">ITCS032</a>

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Quality	Evidence
Location [Lat/Lon]	43.64 / 13.26	OD Based on macroseismic and geological data.
Length [km]	12.0	OD Based on geological data.
Width [km]	6.9	OD Based on geological data.
Min depth [km]	4.0	OD Based on geological data.
Max depth [km]	7.5	OD Based on geological data.
Strike [deg]	142	OD Based on geological data.
Dip [deg]	30	OD Based on geological data.
Rake [deg]	90	EJ Inferred from geological data.
Slip Per Event [m]	0.40	ER Calculated from Mo using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min...max	0.2400... 0.3600	LD Based on geological observations of displaced Late-Pleistocene markers.
Recurrence [y] min... max	1111... 1667	EJ Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	5.9	ER Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).

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

Figura 2.13 Scheda di riferimento contenente le informazioni generali e parametriche della ITIS030 “Senigallia”

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**


pag 22/  
75  
rev: **R01**



## Database of Individual Seismogenic Sources



COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES
*i*

**DISS 3.3.0**  
INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES  
COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES  
DEBATED SEISMOGENIC SOURCES  
SUBDUCTION SOURCES  
WEB MAPPER  



Information

Commentary

Pictures

References

**GENERAL INFORMATION**

<b>DISS-ID</b>	ITCS043
<b>Name</b>	Pesaro-Senigallia offshore
<b>Compiler(s)</b>	Basili R.(1), Burrato P.(1), Maesano F.E.(1)
<b>Contributor(s)</b>	Basili R.(1), Mariano S.(1), Burrato P.(1), Maesano F.E.(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>	20/08/2005
<b>Updated</b>	25/06/2015
<b>Display map</b>	
<b>Related sources</b>	

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Quality	Evidence
<b>Min depth [km]</b>	2.5	OD Based on regional geological data.
<b>Max depth [km]</b>	6.5	OD Based on regional geological data.
<b>Strike [deg] min... max</b>	110...150	OD Based on regional geological data.
<b>Dip [deg] min... max</b>	30...45	OD Based on regional geological data.
<b>Rake [deg] min... max</b>	80...100	EJ Inferred from regional geological data.
<b>Slip Rate [mm/y] min... max</b>	0.2000... 0.5200	EJ Inferred from geological data on adjacent structures by Maesano et al. (2013).
<b>Max Magnitude [Mw]</b>	6.1	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

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

**Figura 2.14 Scheda di riferimento contenente le informazioni generali e parametriche della ITCS043 “Pesaro – Senigallia offshore”**



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag **23/75**



ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

## Database of Individual Seismogenic Sources



COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES
*i*

DISS 3.3.0

INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES

COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES

DEBATED SEISMOGENIC SOURCES

SUBDUCTION SOURCES

WEB MAPPER

Information

Commentary

Pictures

References

**GENERAL INFORMATION**

<b>DISS-ID</b>	ITCS106
<b>Name</b>	Pesaro mare-Cornelia
<b>Compiler(s)</b>	Basili R.(1), Burrato P.(1), Maesano F.E.(1)
<b>Contributor(s)</b>	Basili R.(1), Burrato P.(1), D'Ambrogio C.(2), Maesano F.E.(1), Toscani G.(3)
<b>Affiliation(s)</b>	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy 3) Università di Pavia; Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente; Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy
<b>Created</b>	14/10/2013
<b>Updated</b>	25/06/2015
<b>Display map</b>	
<b>Related sources</b>	

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Quality	Evidence
<b>Min depth [km]</b>	2.0	EJ Inferred from geological data from various Authors.
<b>Max depth [km]</b>	7.0	EJ Inferred from geological data from various Authors.
<b>Strike [deg] min... max</b>	120...160	LD Based on geological data from various Authors.
<b>Dip [deg] min... max</b>	25...40	EJ Inferred from geological data from various Authors.
<b>Rake [deg] min... max</b>	80...100	EJ Inferred from regional tectonic data.
<b>Slip Rate [mm/y] min... max</b>	0.2000... 0.5200	EJ Inferred from geological data on adjacent structures by Maesano et al. (2013).
<b>Max Magnitude [Mw]</b>	6.5	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

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

Figura 2.15 Scheda di riferimento contenente le informazioni generali e parametriche della ITCS106 “Pesaro mare – Cornelia”



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag **24/75**



ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

## Database of Individual Seismogenic Sources



COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES i

Information

Commentary

Pictures

References

**GENERAL INFORMATION**

<b>DISS-ID</b>	ITCS008
<b>Name</b>	Conero onshore
<b>Compiler(s)</b>	Burrato P.(1), Mirabella F.(2), Basili R.(1), Maesano F.E.(1)
<b>Contributor(s)</b>	Burrato P.(1), Mariano S.(1), Basili R.(1), Mirabella F.(2), D'Ambrogio C.(3), Maesano F.E.(1), Toscani G.(4)
<b>Affiliation(s)</b>	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Università di Perugia; Dipartimento di Scienze della Terra; 06123 Perugia, Italy 3) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy 4) Università di Pavia; Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente; Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy
<b>Created</b>	08/01/2005
<b>Updated</b>	14/10/2013
<b>Display map</b>	
<b>Related sources</b>	

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Quality	Evidence
<b>Min depth [km]</b>	3.0	LD Based on geological data from various Authors.
<b>Max depth [km]</b>	6.5	LD Based on geological data from various Authors.
<b>Strike [deg] min... max</b>	110...160	LD Based on geological data from various Authors.
<b>Dip [deg] min... max</b>	30...45	LD Based on geological data from Maesano et al. (2013).
<b>Rake [deg] min... max</b>	80...100	EJ Inferred from geological data.
<b>Slip Rate [mm/y] min... max</b>	1.0100... 1.3500	LD Based on geological data from Maesano et al. (2013).
<b>Max Magnitude [Mw]</b>	5.9	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

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

Figura 2.16 Scheda di riferimento contenente le informazioni generali e parametriche della ITCS008 “Conero onshore”





## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 25/  
rev: **R01** 75

Nella nuova classificazione del 2003 e s.m.i., il grado di sismicità territoriale è stato definito mediante l'istituzione di quattro zone con grado di sismicità decrescente all'aumentare della classe: il territorio di Fano (PU), oggetto del presente Progetto, rientra nella zona seconda.

Dalla consultazione dei cataloghi sismici redatti dall'Istituto di Geofisica e Vulcanologia per gli studi di pericolosità risulta che:

- l'area comunale di Fano nel suo complesso è caratterizzata da eventi sismici piuttosto sporadici e di intensità massima rilevata dell'ordine del X grado della scala Mercalli;
- le località epicentrali per gli eventi che hanno prodotto i maggiori risentimenti/danni (osservazioni macrosismiche) provengono da zone territorialmente limitrofe (Riminese, Cagliese, Fabrianese, Marche settentrionali e Senigallia) con eventi maggiormente significativi rilevati in epoca storica;
- risultano chiaramente osservabili due eventi sismici di particolare interesse, ovvero il terremoto avvenuto il 3 giugno 1781 nel Cagliese con intensità epicentrale del X grado della scala Mercalli e quello avvenuto il 24 aprile 1741 nel Fabrianese con intensità epicentrale del IX grado della scala Mercalli.

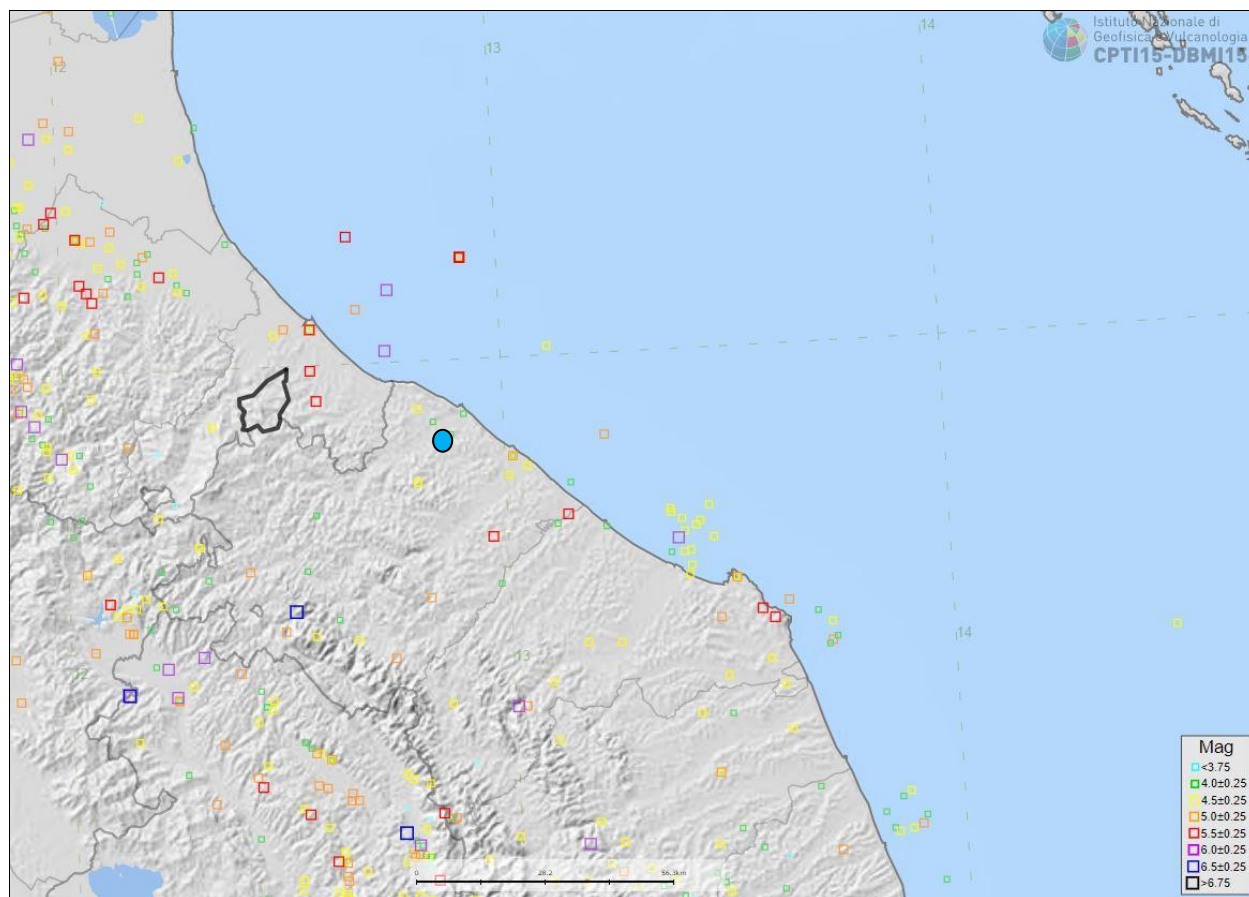
In Figura 2.17 si riporta la distribuzione dei sismi più rappresentativi per la zona d'interesse, secondo il catalogo CPT15 (*Rovida et. al., 2022; [https://emidius.mi.ingv.it/CPT15-DBMI15/query\\_eq/](https://emidius.mi.ingv.it/CPT15-DBMI15/query_eq/)*) mentre nelle Figura 2.18 e Figura 2.19 si presentano i sismi per i quali nel medesimo catalogo si riscontrano intensità macrosismiche nel Comune di Fano (PU).

## Relazione tecnica - geologica



codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 26/  
rev: **R01** 75

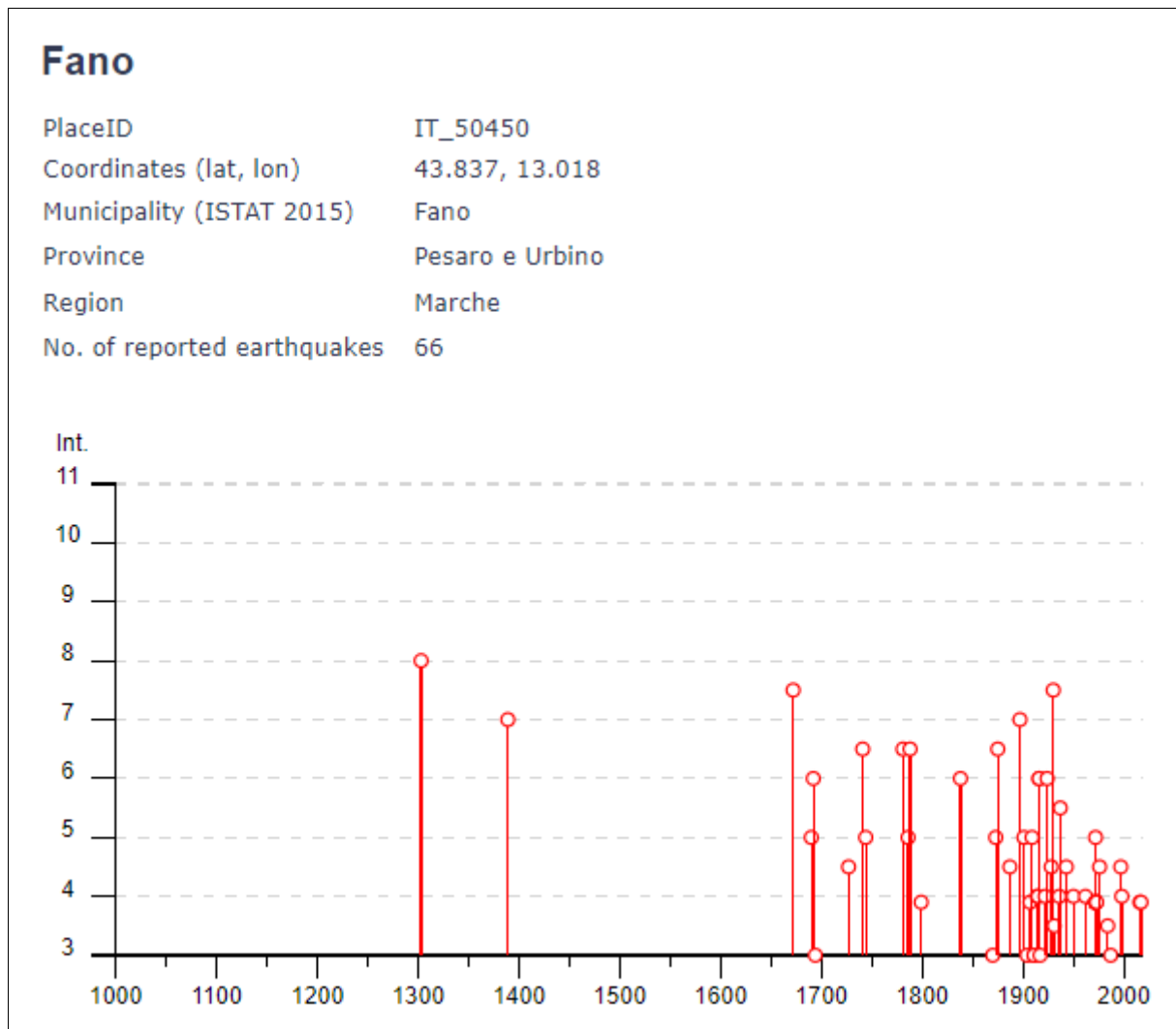


**Figura 2.17** Sismicità storica dell'area limitrofa al sito d'interesse, da CPT115-DBMI15 (Rovida et. al., 2022; [https://emidius.mi.ingv.it/CPT115-DBMI15/query\\_eq/](https://emidius.mi.ingv.it/CPT115-DBMI15/query_eq/)). Il simbolo azzurro indica l'ubicazione del sito d'interesse

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 27/  
75



**Figura 2.18** Grafico illustrante la storia sismica del Comune di Fano (PU). Sulle ascisse sono riportate le intensità sismiche al sito (Int) dei terremoti rilevati, mentre sulle ordinate sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni e storia dei sismi del Comune di Fano, disposti in ordine cronologico ([https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query\\_place/](https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/); Rovida et. al., 2022)



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 28/  
rev: **R01** 75

Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
8	1303	08					Adriatico centrale	4		
7	1389	04					Fano	1	7	5.10
7-8	1672	04	14	15	45		Riminese	92	8	5.59
5	1690	12	23	00	20		Costa anconetana	16	8	5.58
6	1692	10	23	20	10		Costa pesarese	2	5	4.16
3	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
4-5	1727	12	14	19	45		Valle del Metauro	32	7	5.24
6-7	1741	04	24	09	20		Fabrianese	135	9	6.17
5	1744	05	25				Costa pesarese	5	5	4.59
6-7	1781	06	03				Cagliese	157	10	6.51
5	1786	12	25	01			Riminese	90	8	5.66
6-7	1788	04	18				Costa pesarese	2	5-6	4.40
F	1799	07	28	22	05		Appennino marchigiano	70	9	6.18
6	1838	06	23				Costa pesarese	4	6	4.63
3	1870	02	08				Anconetano	10	7	5.15
5	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85
6-7	1875	03	17	23	51		Costa romagnola	144	8	5.74
4-5	1887	05	26				Jesi	19	5	4.44
NF	1897	06	24	19	04		Apecchio	27	5	4.34
7	1897	09	21				Marche settentrionali	44	7	5.40
5	1901	09	25	23	40		Costa pesarese	9	5	4.23
NF	1904	09	02	11	21		Maceratese	59	5-6	4.63
3	1904	11	17	05	02		Pistoiese	204	7	5.10
F	1907	01	23	00	25		Adriatico centrale	93	5	4.75
NF	1908	03	17	03	59		Marche meridionali	54	5-6	4.61
5	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
NF	1909	08	25	00	22		Crete Senesi	259	7-8	5.34
NF	1910	12	22	12	34		Monti della Laga	19	5	4.30
3	1911	02	19	07	18	3	Forlivese	181	7	5.26
3	1911	03	20	15	47		Forlivese	25	6	5.09
4	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7	5.63

**Figura 2.19** Sismi per i quali si riscontrano intensità macrosismiche nel Comune di Fano (PU).  
([https://emidius.mi.ingv.it/CPT15-DBM15/query\\_place/](https://emidius.mi.ingv.it/CPT15-DBM15/query_place/); Rovida et. al., 2022)



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 29/  
rev: **R01** 75

4		1915 01 13 06 52 4	Marsica	1041	11	7.08
6		1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5.82
6		1916 08 16 07 06 1	Riminese	257	8	5.82
2		1917 04 26 09 35 5	Alta Valtiberina	134	9-10	5.99
3		1917 12 02 17 39	Appennino forlivese	32	6-7	5.09
4		1922 10 11 06 43 4	Costa anconetana	20	5	4.34
6		1924 01 02 08 55 1	Senigallia	76	7-8	5.48
4-5		1928 05 30 20 01	Senigallia	17	5	5.02
7-8		1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5.83
3-4		1931 06 25 05 01	Senigallia	14	4-5	4.02
2		1933 09 26 03 33 2	Maiella	325	9	5.90
4		1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6.06
5-6		1937 11 26 21 58 3	Costa pesarese	7	5	4.16
4-5		1943 07 31 04 37	Senigallia	5	5	4.16
NF		1948 06 13 06 33 3	Alta Valtiberina	142	7	5.04
4		1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5.69
2		1957 11 11 21 40	Costa anconetana	50	5	4.50
4		1962 01 23 17 31	Costa pesarese	49	5	4.35
F		1972 02 04 02 42 1	Costa anconetana	75		4.57
F		1972 02 04 09 18 3	Costa anconetana	56		4.36
F		1972 02 05 01 26 2	Costa anconetana	2		4.36
F		1972 02 05 07 08 1	Costa anconetana	6		4.46
F		1972 02 05 15 14 4	Costa anconetana	3		4.36
NF		1972 11 26 16 03	Marche meridionali	73	8	5.48
5		1972 11 30 11 25 2	Costa pesarese	30		4.52
F		1973 04 19 17 41 3	Pietralunga	22	7	4.61
4-5		1976 05 06 20 00 1	Friuli	770	9-10	6.45
2		1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
3-4		1984 04 29 05 02 5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
3		1987 07 05 13 12 3	Montefeltro	90	6	4.44
4-5		1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
4		1998 04 05 15 52 2	Appennino umbro-marchigiano	395		4.78
2-3		2006 04 10 19 03 3	Maceratese	211	5	4.06
F		2016 08 24 01 36 3	Monti della Laga	221	10	6.18
F		2017 01 18 10 14 0	Aquilano	280		5.70

**Figura 2.20** Sismi per i quali si riscontrano intensità macrosismiche nel Comune di Fano (PU).  
([https://emidius.mi.ingv.it/CPT15-DBMI15/query\\_place/](https://emidius.mi.ingv.it/CPT15-DBMI15/query_place/); Rovida et. al., 2022)



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 30/  
75

In particolare, i terremoti più intensi registrati nel Comune di Fano sono:

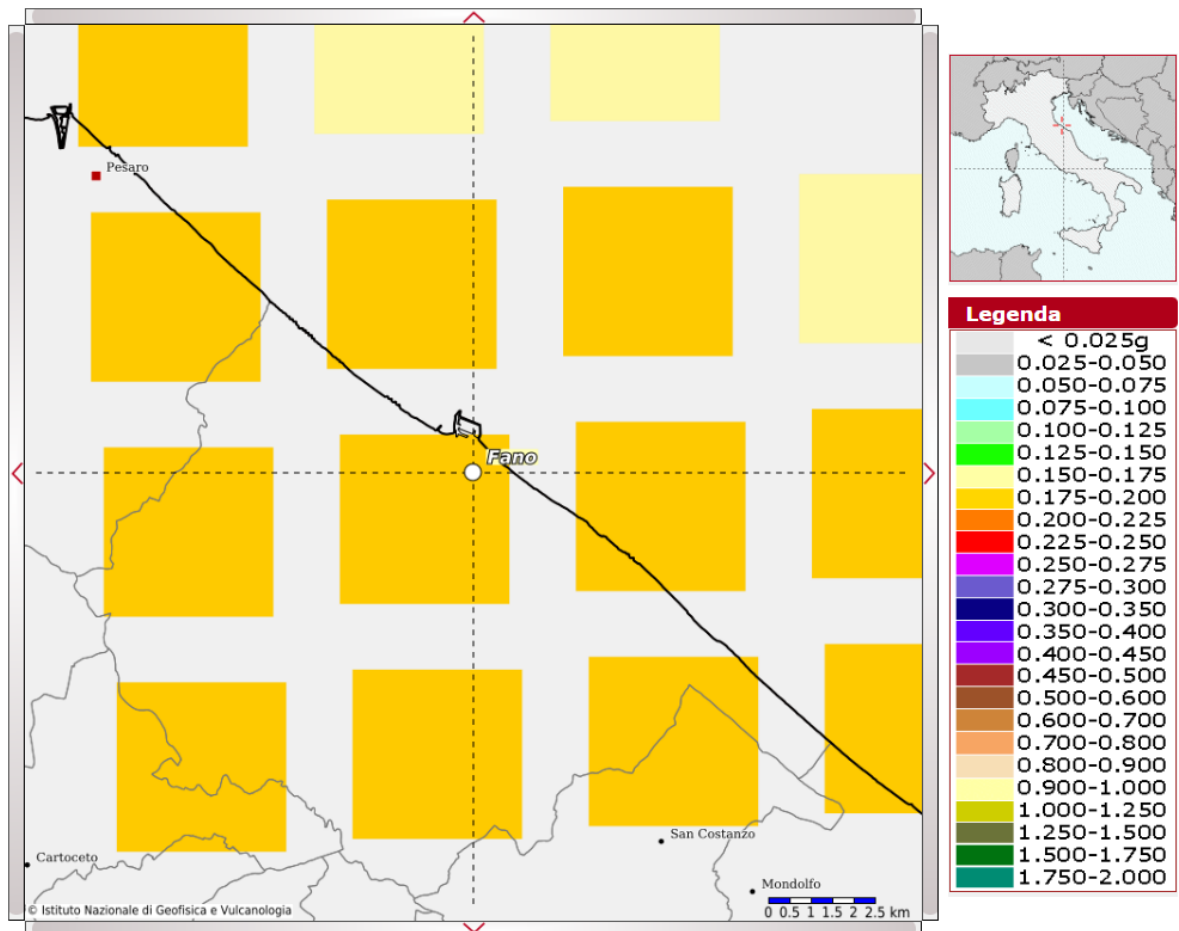
- evento del 8 settembre 1694 dell'Irpinia – Basilicata con Mw 6,73, risentito a Fano con intensità MCS di 10;
- evento del 3 giugno 1781 del Cagliese con Mw 6,51, risentito a Fano con intensità MCS di 10;
- evento del 13 gennaio 1915 della Marsica con Mw 7,08, risentito a Fano con intensità MCS di 11;
- evento del 24 agosto 2016 dei Monti della Laga, risentito a Fano con intensità MCS di 10.

Secondo la Mappa Interattiva di Pericolosità Sismica dell'INGV, il Comune di Fano presenta un'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido, in condizioni di campo libero e pianeggianti, variabile tra 0,175 g e 0,200 g (Figura 2.21).

Relazione tecnica - geologica

codice documento: 15969.PP.GEN.00.RG.002

pag 31/  
75  
rev: R01



**Figura 2.21** Carta di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli di Categoria C pianeggianti T1, con riferimento alle accelerazioni indicate per il sito oggetto del presente intervento

Il grafico di disaggregazione viene scelto in base al tempo di ritorno ( $Tr$ ) più vicino a quello che si ricava partendo dall'unico valore (50 anni) previsto dal sito INGV per la Vita di Riferimento ( $Vr$ ). Utilizzando la probabilità di eccedenza ( $PVr$ ) del 10% si ha:

$$Tr = \frac{Vr}{\ln(1 - PVr)}$$

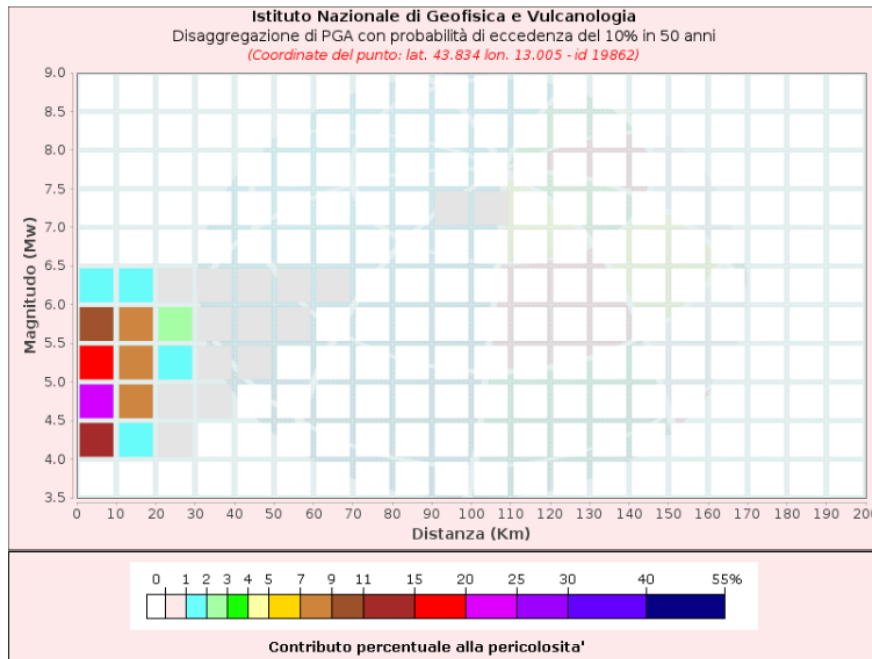
$$Tr = \frac{50}{\ln(1 - 0.10)} = 475 \text{ anni}$$

Dalla disaggregazione sismica (Figura 2.22), infine, emerge che per un tempo di ritorno di 475 anni e in condizioni di suolo rigido, subpianeggiante e con campo libero, il maggior contributo alla pericolosità sismica locale è dato da eventi di entità  $Mw$  compresa tra 4 e 6 per distanze comprese entro 0 – 30 km.

Relazione tecnica - geologica

codice documento: 15969.PP.GEN.00.RG.002

pag 32/  
75  
rev: R01



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni  
(Coordinate del punto: lat. 43.834 lon. 13.005 - id 19862)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	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	0.0000	11.3000	24.4000	17.4000	10.7000	1.4600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	1.9500	7.0100	8.8200	8.6500	1.6800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0107	0.4240	1.4300	2.3000	0.9480	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0005	0.1370	0.5970	0.4130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0019	0.1200	0.1670	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0099	0.0484	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0040	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.12	9.1	0.753

Figura 2.22 Disaggregazione sismica per il Comune di Fano, considerato un tempo di ritorno di 475 anni e condizioni di suolo rigido sub-pianeggiante e campo libero (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)





## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag **33/**  
**75**

### 3 CARATTERISTICHE DI SITO

#### 3.1 Assetto geologico e litostratigrafico di sito

La ricostruzione delle caratteristiche geologiche e litostratigrafiche della zona circostante il sito d'interesse è stata condotta soprattutto sulla base delle indagini geognostiche e geofisiche condotte per conto della “Regione Marche – Dipartimento Infrastrutture, Territorio e Protezione civile” da “CAM Perforazioni S.r.l.U.”, nel 2023, nell'ambito del sito oggetto del presente Progetto.

Le seguenti prove hanno avuto l'obiettivo di determinare le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni di fondazione del sito in oggetto.

- Indagini in sito condotte:
  - n. 2 sondaggi geognostici spinti fino alla profondità massima di 36 m con il prelievo di n. 14 campioni indisturbati e rimaneggiati e l'esecuzione di n. 14 prove SPT;
  - n. 7 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
  - n. 1 prova geofisica Down – Hole;
  - n. 2 prove geofisiche MASW;
  - n. 5 prove geofisiche HVSR;
- Indagini di laboratorio condotte:
  - n. 4 contenuto naturale d'acqua;
  - n. 4 indice dei vuoti;
  - n. 4 porosità;
  - n. 4 grado di saturazione;
  - n. 4 peso di volume naturale;
  - n. 4 peso di volume secco;
  - n. 4 peso di volume saturo;
  - n. 10 peso specifico dei granuli;
  - n. 6 analisi granulometrica;
  - n. 4 limiti di Atterberg;
  - n. 3 vane test;
  - n. 4 pocket penetrometer;
  - n. 4 resistenza alla compressione ad espansione laterale libera;
  - n. 4 prova di taglio diretto tipo CD;

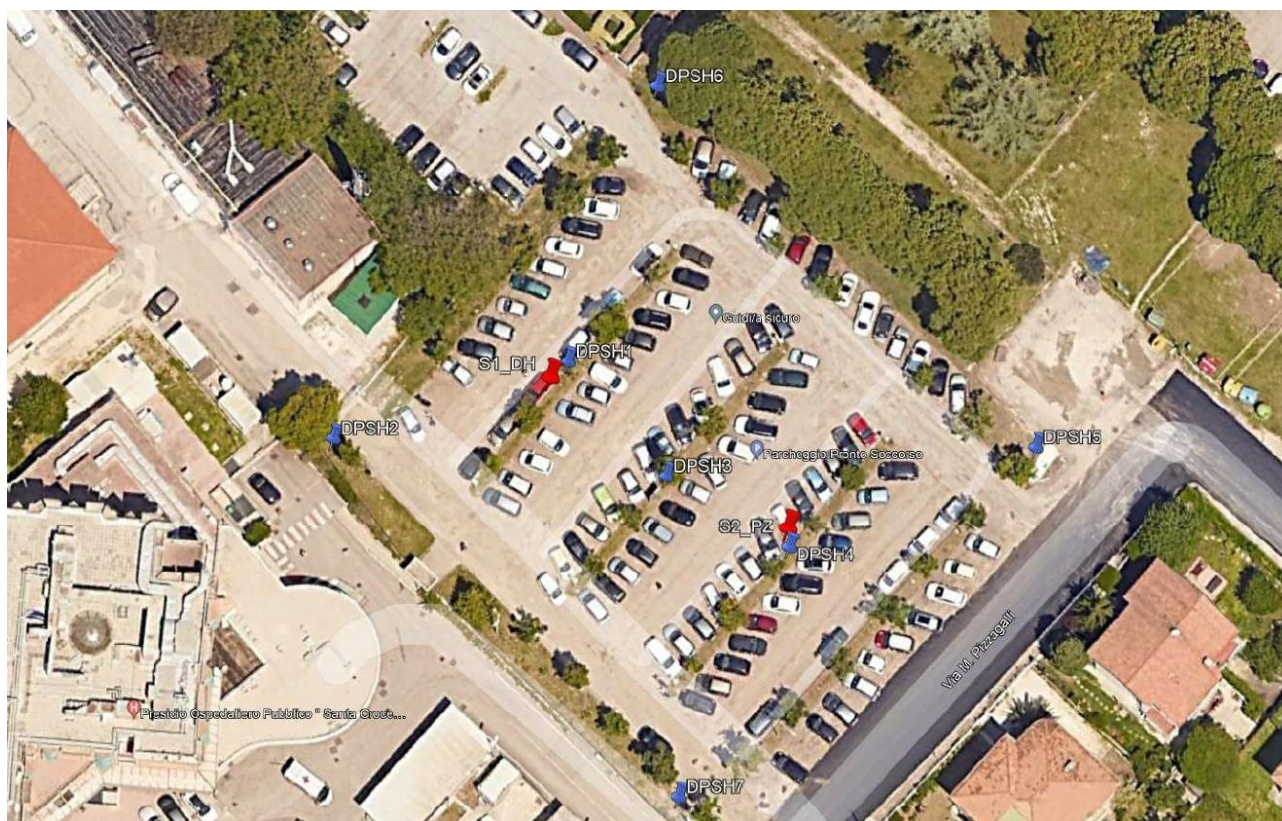
## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 34/  
75

- n. 4 prova di taglio diretto residuo;
- n. 4 modulo di compressibilità edometrica;
- n. 4 coefficiente di consolidazione.

In Figura 3.1 e Figura 3.2 vengono riportate le ubicazioni delle prove geognostiche e geofisiche eseguite durante la campagna di indagini 2023.

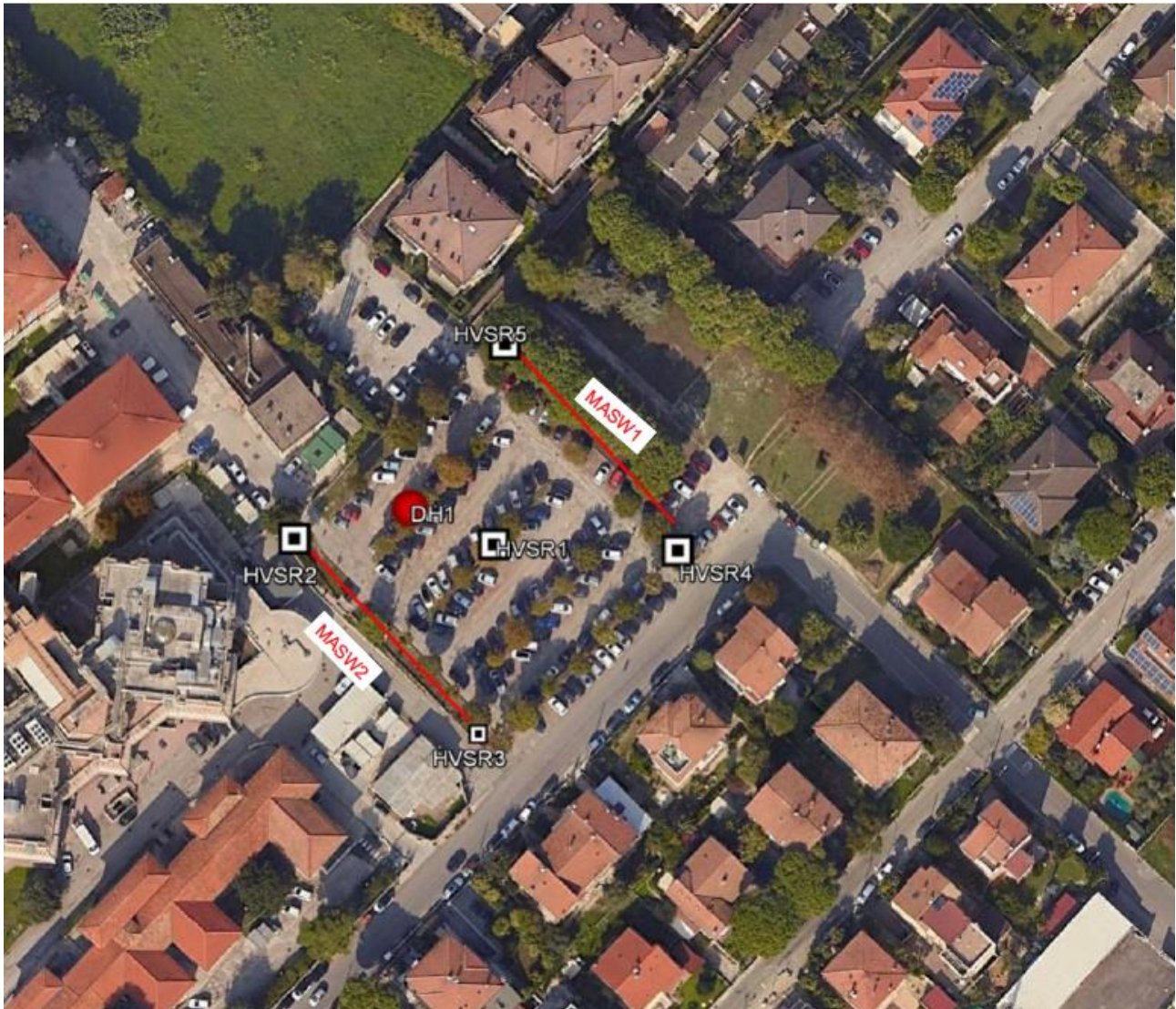


**Figura 3.1 Ubicazione dei sondaggi e delle prove penetrometriche dinamiche DPSH eseguiti durante la campagna di indagini 2023**

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 35/  
rev: **R01** 75



**Figura 3.2 Ubicazione delle indagini geofisiche eseguite durante la campagna di indagini 2023**



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag **36/**  
75


Relativamente alla **campagna di indagini del 2023**, il sondaggio a carotaggio continuo S1 ha attraversato (Figura 3.3; Figura 3.4; Figura 3.5; Figura 3.6; Figura 3.7):

- terreno di riporto costituito da ghiaia e sabbia con frammenti litici lateritici rossastri;
- limo sabbioso, di colore nocciola – ocraceo;
- limo argilloso debolmente sabbioso, di colore nocciola – ocraceo, mediamente consistente;
- argilla limosa, di colore grigiastro con variegature brune, molto consistente. Presenti concrezioni rossastre e puntature nerastre.
- ghiaie in matrice sabbiosa debolmente limosa, di colore avana, molto addensate. Clasti fino a 5 cm di diametro prevalentemente sub – arrotondati poligenici;
- limo argilloso, di colore nocciola, consistente;
- limo sabbioso, di colore ocraceo con screziature rossastre, tenero;
- sabbia debolmente limosa, di colore ocraceo;
- ghiaie come sopra. Tra 17,30 e 17,70 m aumenta la frazione limosa. Clasti con diametri prevalenti tra 2 e 3 m;
- argilla limosa, di colore grigio/azzurro fino a 24,60 m poi di colore nocciola/grigiastro con spalmature rossastre, molto consistente. Presenti frequenti concrezioni carbonatiche millimetriche biancastre;
- ghiaie come sopra. Clasti con diametri prevalenti tra 1 e 2 cm.

Relazione tecnica - geologica

codice documento: 15969.PP.GEN.00.RG.002

pag 37/75 rev: R01

	Committente	Regione Marche	Commessa	07/2023	SONDAGGIO S1 ml 30.00	SONDA CMV 800
	Cantiere	Ospedale di Fano	Carotiere	101 mm		
	Località	Fano (PU)	Rivestimento	127 mm	Il geologo Daniele Luchetta	
	Data Inizio	27/02/2023	Data Fine	02/03/2023		

Scala 1:100	Profondita'	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Utensili di Perforazione	Rivestimento [127mm]	Campioni Ambientali	Campioni Indisturbati	Campioni Rimanegeologici [CS]	Pocket Test	Vane Test	SPT	Falda	Tubo per Dove Isola (PVC)
1	0.70	0.70		Terreno di riporto costituito da ghiaia e sabbia con frammenti lateritici rossastri										
2	1.50	0.80		Limo sabbioso, di colore nocciola/ocra-ceo										
3		2.80		Limo argilloso debolmente sabbioso, di colore nocciola/ocra-ceo, mediamente consistente			2.0 AMB2			0.6 0.8				
4							3.0 SH1							
5	4.30	0.50		Argilla limosa, di colore grigiastro con variegature brune, molto consistente. Presenti concrezioni rossastre e puntature nerastre						0.8 2.5	0.5			
6														
7				Ghiaie in matrice sabbiosa debolmente limosa, di colore avana, molto addensate. Clasti fino a 5 cm di diametro, prev. sub-arrotondati, poligenici	Semplice 101 mm	127 mm						6.00 R10 cm PC	6.10	
8														
9														
10		10.70										9.00 R12 cm PC	9.12	
11														
12									11.50 CR1					
13												12.00 R13 cm PC	12.13	
14														
15													12.20	

Figura 3.3 Stratigrafia del terreno relativa al sondaggio S1



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag **38/**  
75  
rev: **R01**

	Committente	Regione Marche	Commessa	07/2023	SONDAGGIO	SONDA
	Cantiere	Ospedale di Fano	Carotiere	101 mm	S1	CMV 600
	Località	Fano (PU)	Rivestimento	127 mm	ml	30.00
	Data Inizio	27/02/2023	Data Fine	02/03/2023	Il geologo Daniele Luchetta	

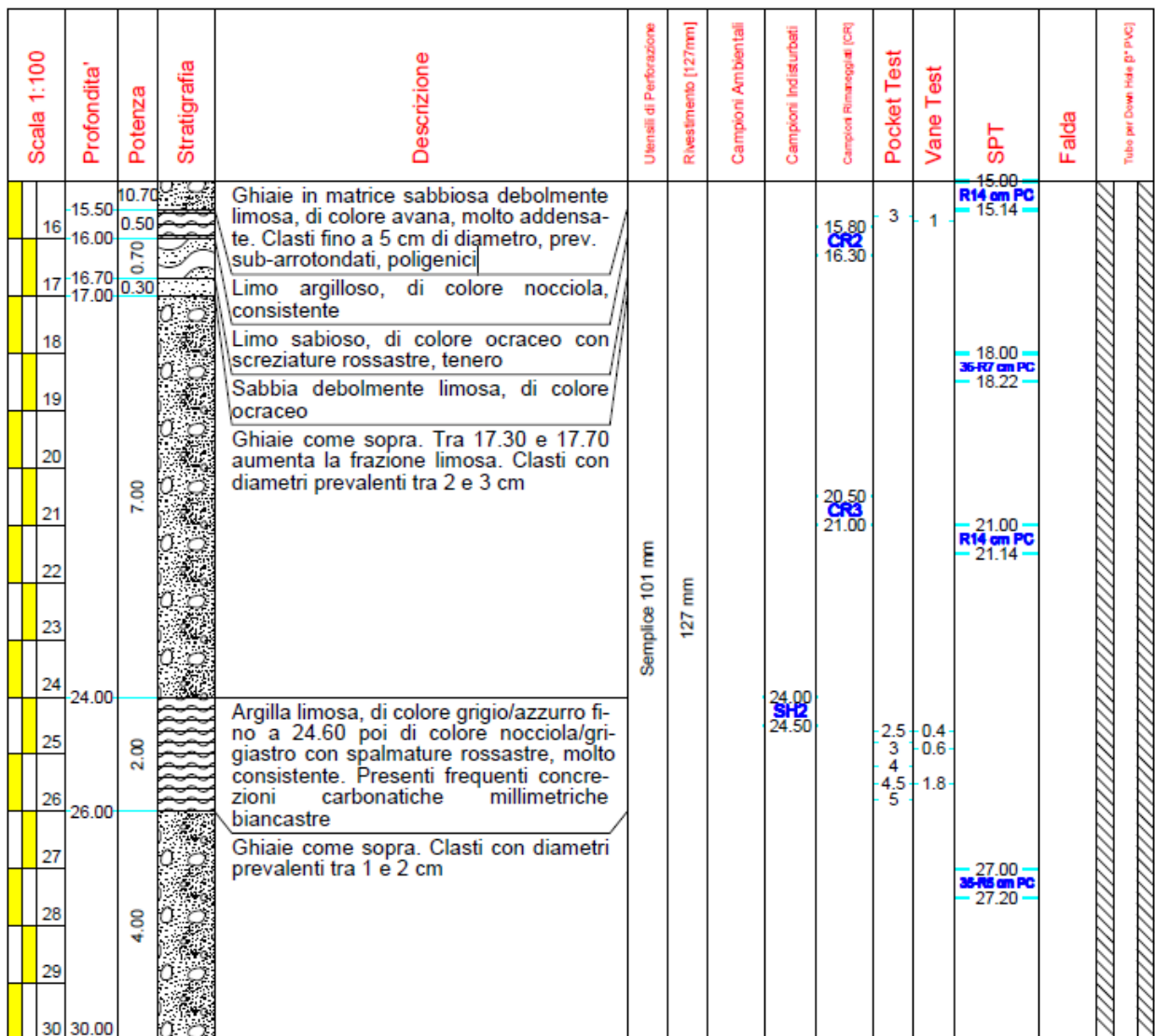


Figura 3.4 Stratigrafia del terreno relativa al sondaggio S1

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 39/  
75

Foto cassa 1 (0,00-5,00 m da p.c.)



Foto cassa 2 (5,00-10,00 m da p.c.)



Figura 3.5 Cassette catalogatrici relative al sondaggio S1 (profondità da 0 a 10 m dal p.c.)

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag **40/75**



Figura 3.6 Cassette catalogatrici relative al sondaggio S1 (profondità da 10 a 20 m dal p.c.)



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 41/  
rev: **R01** 75



Figura 3.7 Cassette catalogatrici relative al sondaggio S1 (profondità da 20 a 30 m dal p.c.)



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 42/  
75

Relativamente alla **campagna di indagini del 2023**, il sondaggio a carotaggio continuo S2 ha attraversato (Figura 3.8; Figura 3.9; Figura 3.10; Figura 3.11; Figura 3.12; Figura 3.13):

- terreno di riporto costituito da ghiaie e sabbia, di colore bruno, con frammenti lateritici rossastri;
- limo argilloso debolmente sabbioso, di colore nocciola/ocraceo, mediamente consistente. Da 1,0 a 1,5 metri di limo argilloso – sabbioso;
- argilla limosa debolmente sabbiosa, di colore grigiastro con variegature brune, molto consistente. Presenti concrezioni rossastre e puntature nerastre;
- ghiaie in matrice sabbiosa debolmente limosa, di colore avana, molto addensate. Clasti fino a 5 cm di diametro, con elevato grado di arrotondamento, poligenici;
- argilla limosa, limosa di colore grigiastro;
- ghiaie come sopra;
- argilla limosa, di colore nocciola/grigiastro con spalmature rossastre, molto consistente. Presenti frequenti concrezioni carbonatiche millimetriche e centimetriche biancastre;
- ghiaie come sopra;
- ghiaie in matrice sabbioso – limosa, di colore ocraceo, molto addensate;
- ghiaie in matrice sabbiosa debolmente limosa, di colore avana, molto addensate;
- argilla limosa, debolmente sabbiosa al tetto, di colore nocciola/grigiastro fino a 35,7 m poi grigio – azzurro, molto consistente.



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 43/  
75  
rev: **R01**

	Committente	Regione Marche	Commessa	07/2023	SONDAGGIO <b>S2</b> ml 36.00	SONDA CMV 600
	Cantiere	Ospedale di Fano	Carotiere	101 mm		
	Località	Fano (PU)	Rivestimento	127 mm	Il geologo Daniele Luchetta	
	Data Inizio	02/03/2023	Data Fine	04/03/2023		

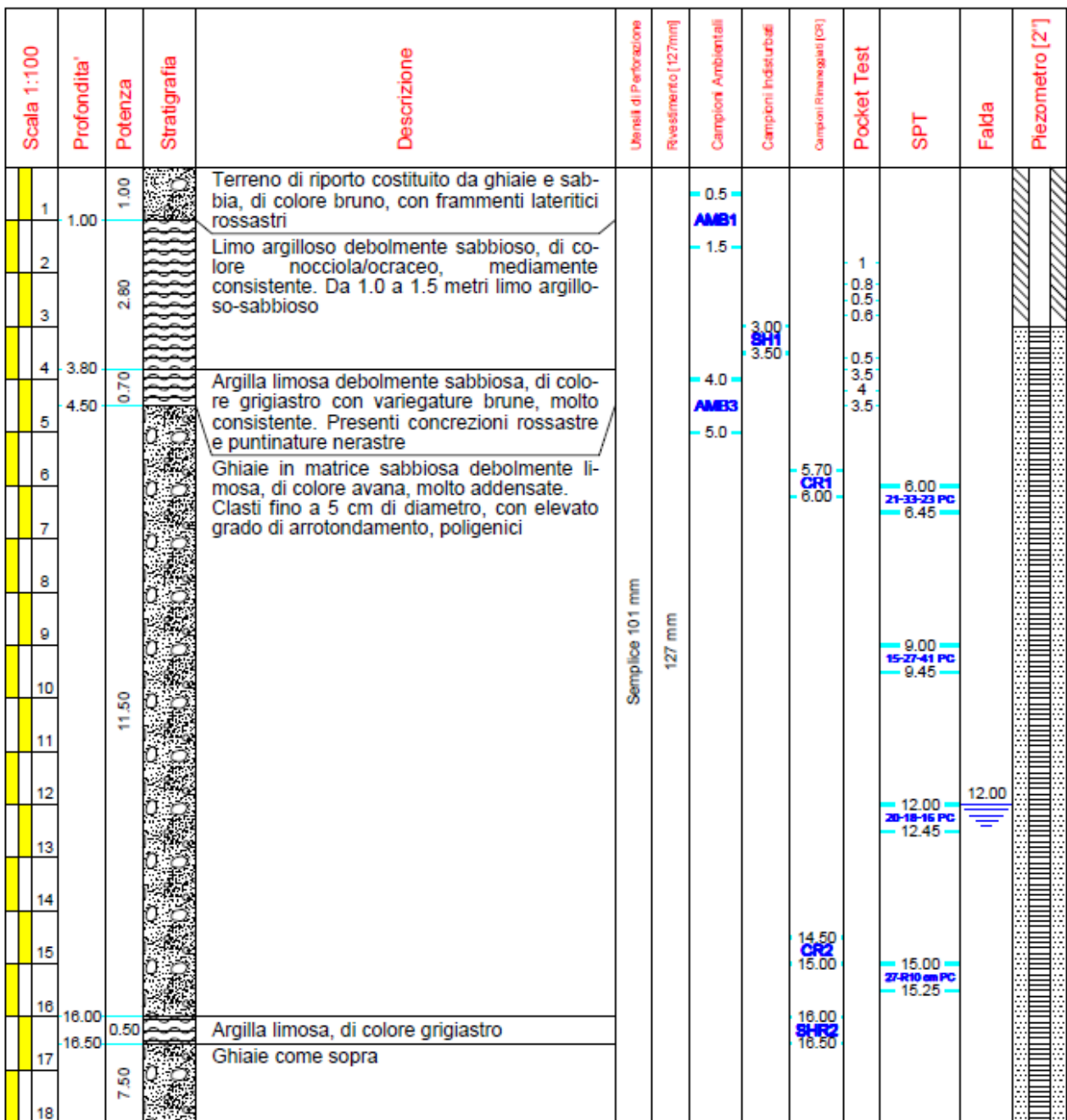


Figura 3.8 Stratigrafia del terreno relativa al sondaggio S2



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 44/  
75  
rev: **R01**

	Committente	Regione Marche	Commessa	07/2023	SONDAGGIO <b>S2</b> ml 36.00	SONDA CMV 600
	Cantiere	Ospedale di Fano	Carotiere	101 mm		
	Località	Fano (PU)	Rivestimento	127 mm	Il geologo Daniele Luchetta	
	Data Inizio	02/03/2023	Data Fine	04/03/2023		

Scala 1:100	Profondità'	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Utensili di Perforazione	Rivestimento [127mm]	Campioni Ambientali	Campioni Indisturbati	Campioni Rimanevoli (CR)	Pocket Test	SPT	Falda	Piezometro [2"]						
19		7.50		Ghiaie come sopra	Semplice 101 mm	127 mm					18.00								
20				20-42-38 PC															
21				18.45															
22				21.00															
23				28-38-36 PC															
24	24.00	3.00		Argilla limosa, di colore nocciola/grigiastro con spalmature rossastre, molto consistente. Presenti frequenti concrezioni carbonatiche millimetriche e centimetriche biancastre						24.00									
25				24.50															
26				26.50															
27	27.00	2.00		Ghiaie come sopra						27.00									
28				27.14															
29	29.00	3.50		Ghiaie in matrice sabbioso-limosa, di colore ocreo, molto addensate						29.50									
30				30.00															
31																			
32		1.90		Ghiaie in matrice sabbiosa debolmente limosa, di colore avana, molto addensate													32.50		
33																			
34	34.40	1.60		Argilla limosa, debolmente sabbiosa al tetto, di colore nocciola/grigiastro fino a 35.7 m poi grigio-azzurro, molto consistente							34.40								
35																			
36	36.00																		

Figura 3.9 Stratigrafia del terreno relativa al sondaggio S2

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 45/  
75



Figura 3.10 Cassette catalogatrici relative al sondaggio S2 (profondità da 0 a 10 m dal p.c.)

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 46/  
rev: **R01** 75

Foto cassa 3 (10,00-15,00 m da p.c.)



Foto cassa 4 (15,00-20,00 m da p.c.)



Figura 3.11 Cassette catalogatrici relative al sondaggio S2 (profondità da 10 a 20 m dal p.c.)

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 47/  
75

Foto cassa 5 (20,00-25,00 m da p.c.)



Foto cassa 6 (25,00-30,00 m da p.c.)



Figura 3.12 Cassette catalogatrici relative al sondaggio S2 (profondità da 20 a 30 m dal p.c.)

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 48/  
rev: **R01** 75



Figura 3.13 Cassette catalogatrici relative al sondaggio S2 (profondità da 30 a 36 m dal p.c.)

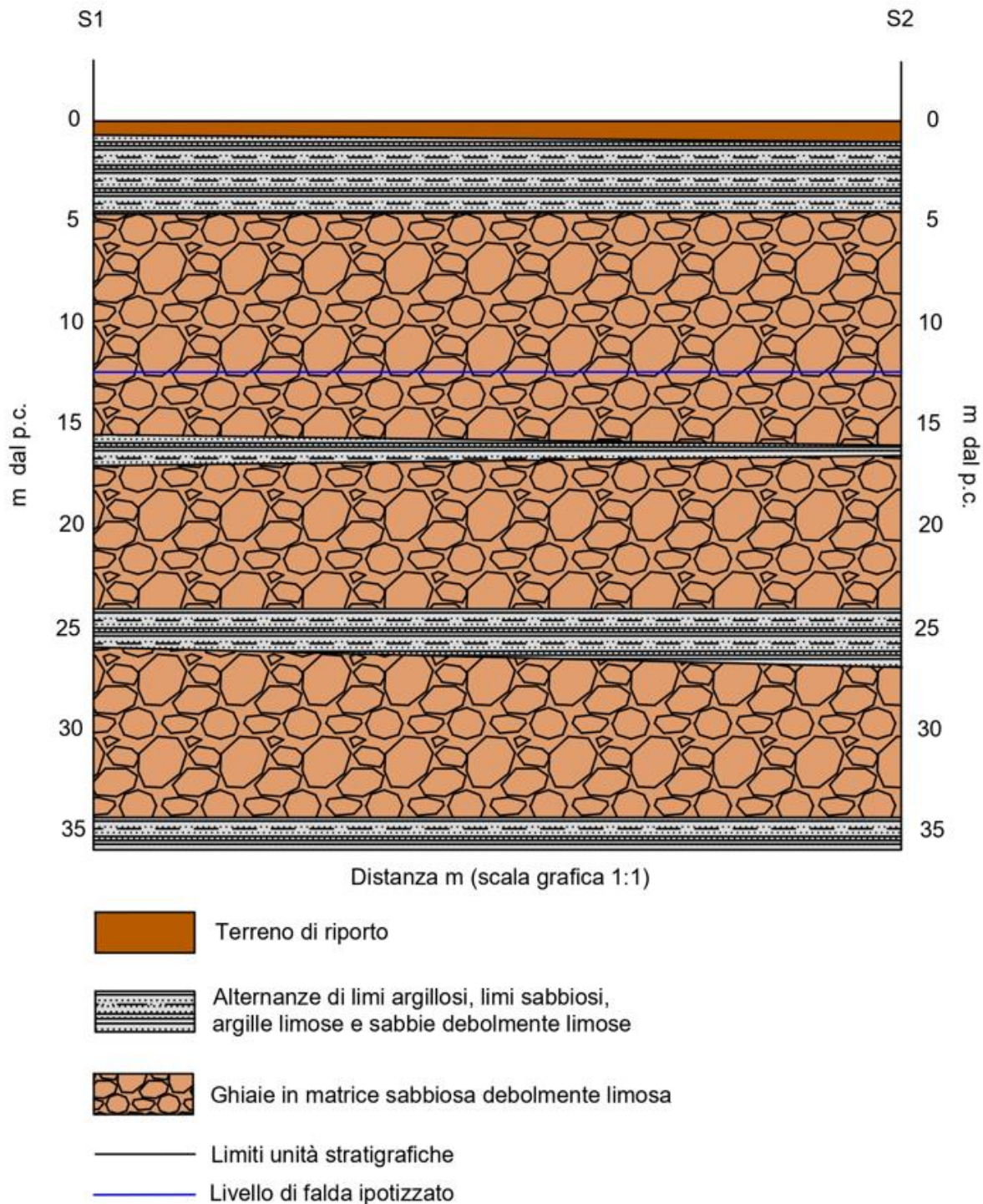


## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 49/  
rev: **R01** 75

Dalla correlazione delle stratigrafie relative ai sondaggi S1 ed S2 è stato possibile ricavare la seguente sezione stratigrafica dell'area d'interesse (Figura 3.14):



**Figura 3.14 Sezione stratigrafica dell'area d'interesse**



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 50/  
rev: **R01** 75

Il terreno sottostante l'area d'interesse è quindi costituito dalle seguenti litologie:

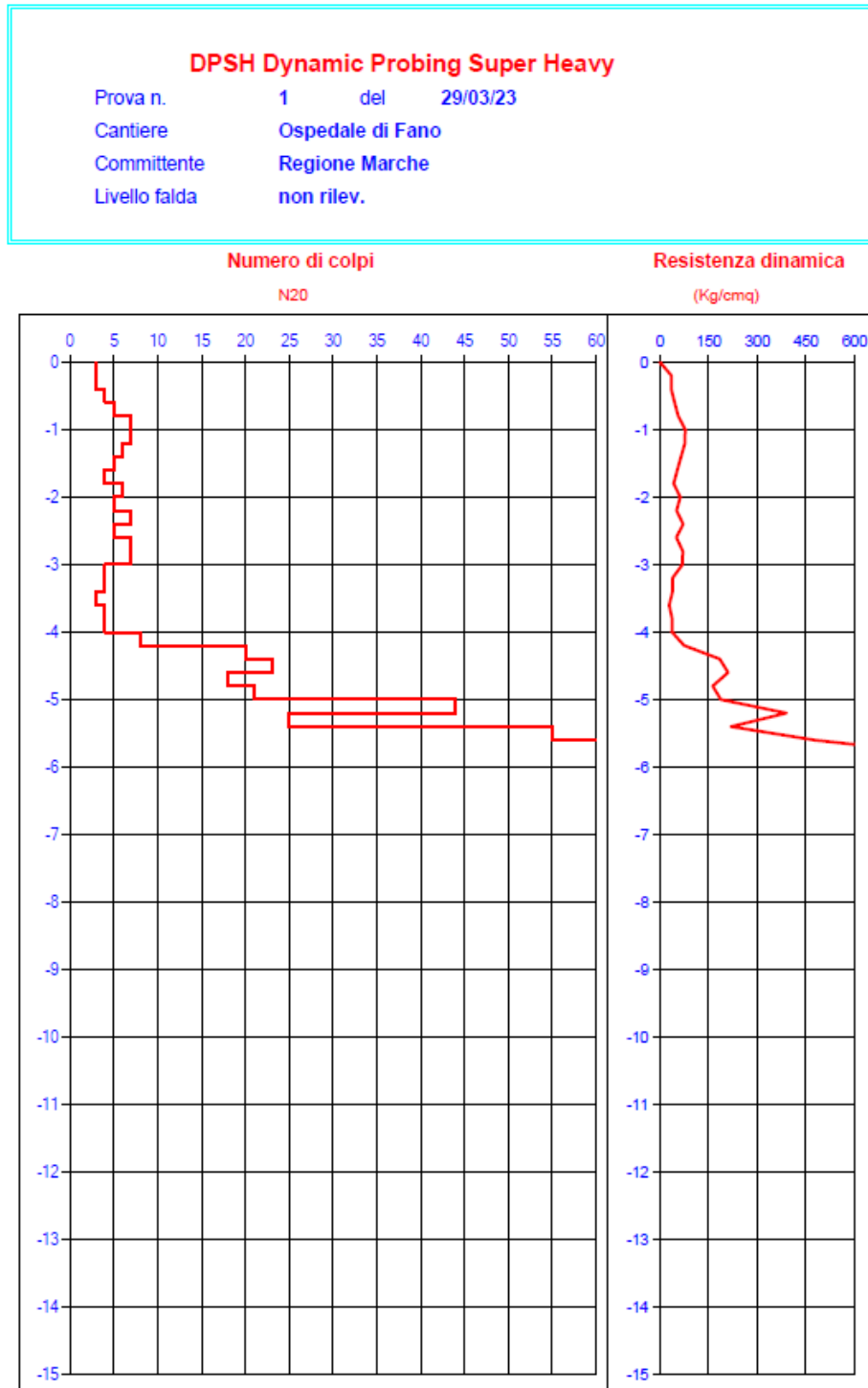
- terreno di riporto compreso tra 0 e 1 m dal p.c.;
- alternanze di limi argillosi, limi sabbiosi, argille limose e sabbie debolmente limose comprese tra 0,70 e 4,80 m dal p.c., tra 15,50 e 17 m dal p.c., tra 24 e 27 m dal p.c. e tra 34,40 e 36 m dal p.c.;
- ghiaie in matrice sabbiosa debolmente limosa comprese tra 4,50 e 16 m dal p.c., tra 16,50 e 24 m dal p.c. e tra 26 e 34,40 m dal p.c..

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 51/  
75  
rev: **R01**

La prova penetrometrica dinamica DPSH1 (Figura 3.15) ha raggiunto una profondità di 5,8 m dal p.c..



**Figura 3.15 Restituzione della prova penetrometrica dinamica DPSH1**



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag **52/75**

La prova penetrometrica dinamica DPSH2 (Figura 3.16) ha raggiunto una profondità di 16,4 m dal p.c..

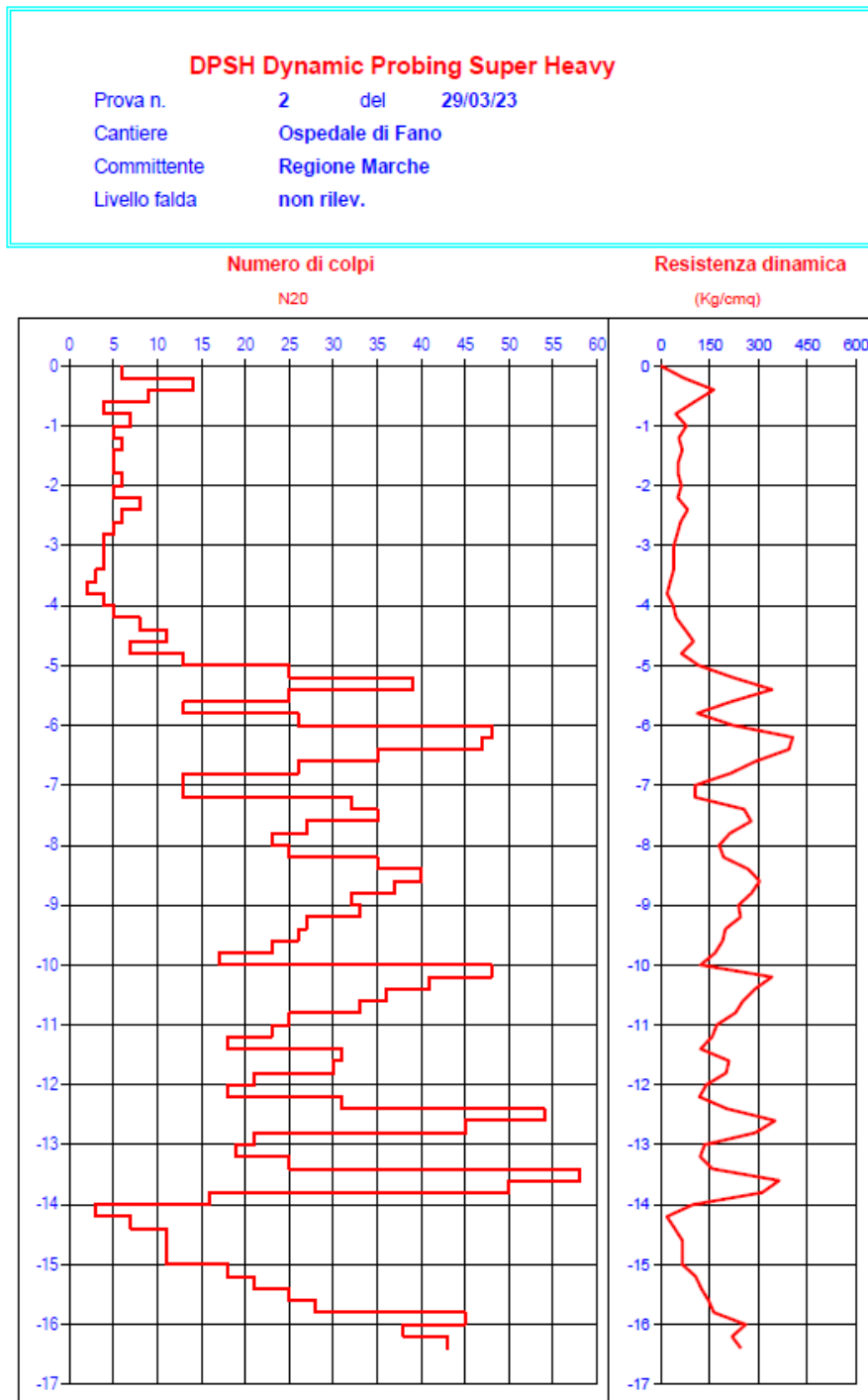


Figura 3.16 Restituzione della prova penetrometrica dinamica DPSH2



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag **53/**  
rev: **R01** 75

La prova penetrometrica dinamica DPSH3 (Figura 3.17) ha raggiunto una profondità di 16,4 m dal p.c..

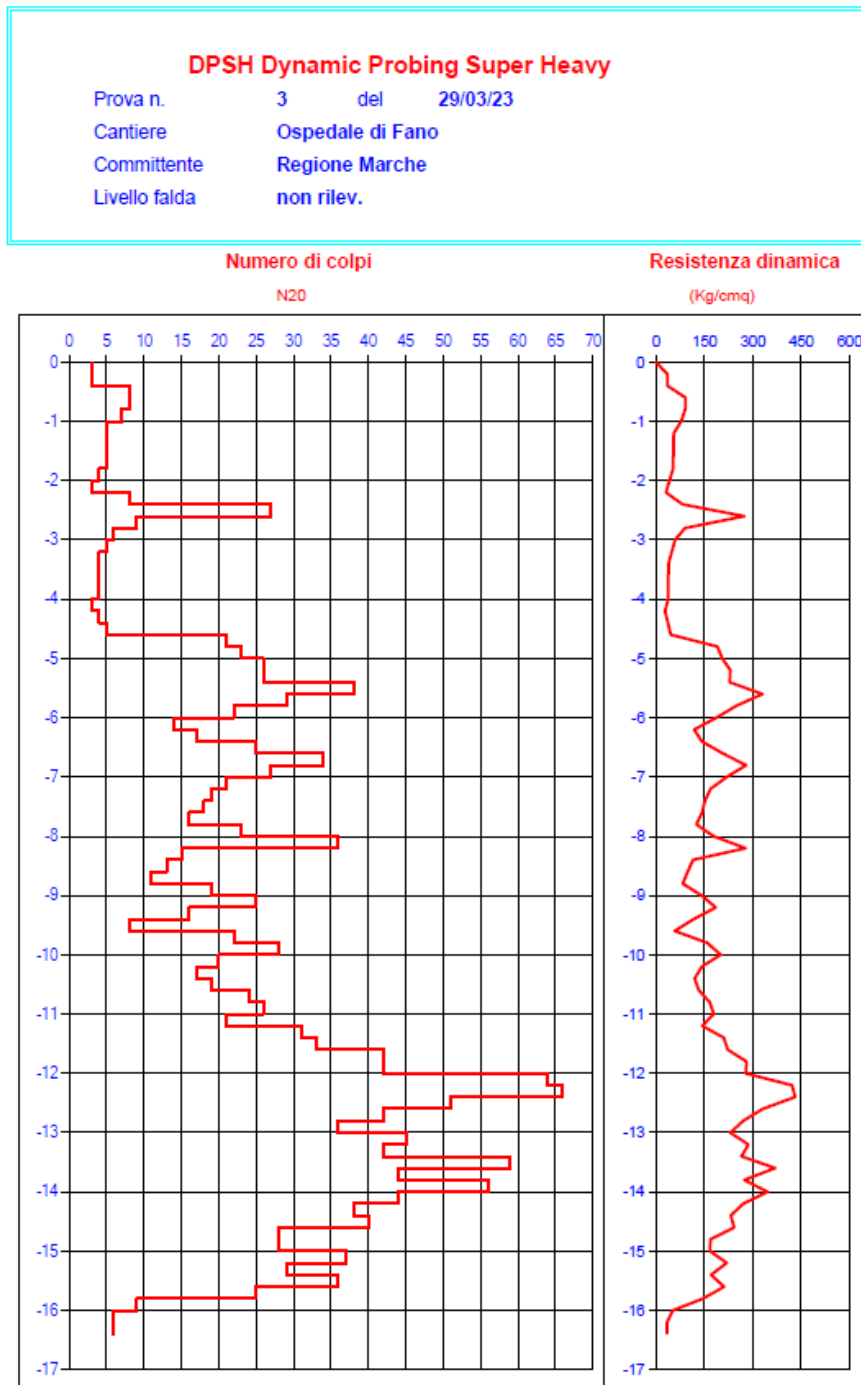


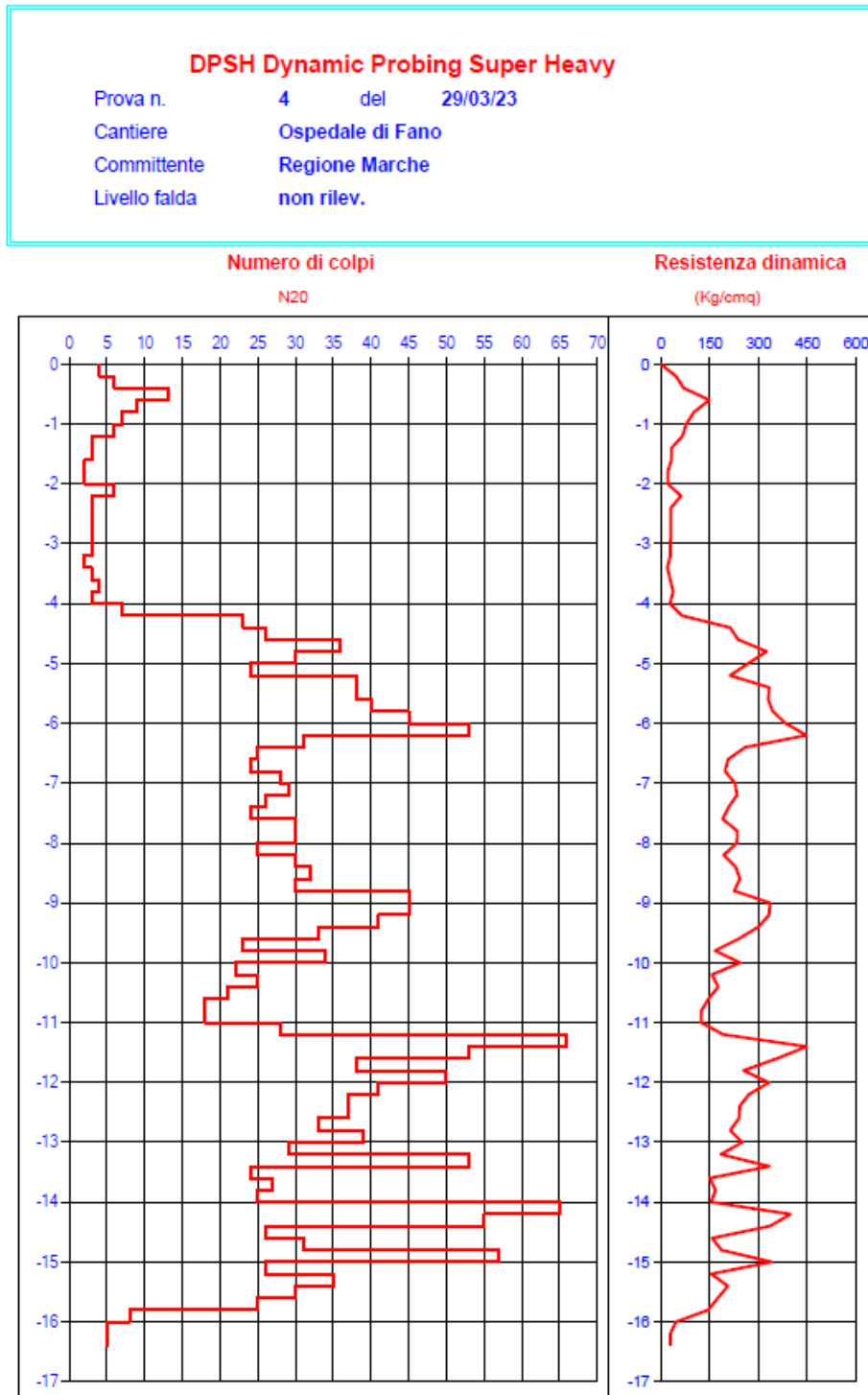
Figura 3.17 Restituzione della prova penetrometrica dinamica DPSH3

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag **54/**  
rev: **R01** 75

La prova penetrometrica dinamica DPSH4 (Figura 3.18) ha raggiunto una profondità di 16,4 m dal p.c..



**Figura 3.18 Restituzione della prova penetrometrica dinamica DPSH4**

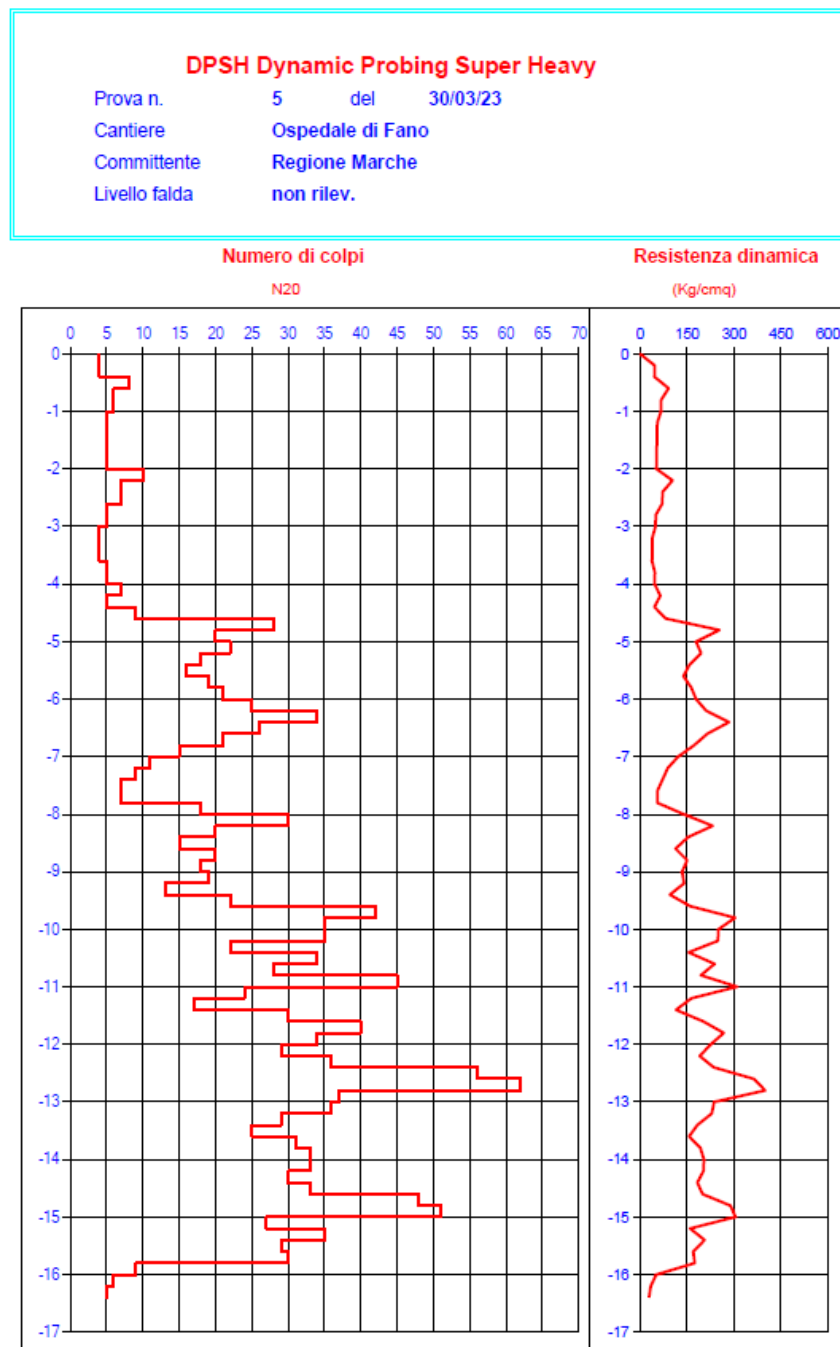


## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 55/  
rev: **R01** 75

La prova penetrometrica dinamica DPSH5 (Figura 3.19) ha raggiunto una profondità di 16,4 m dal p.c..



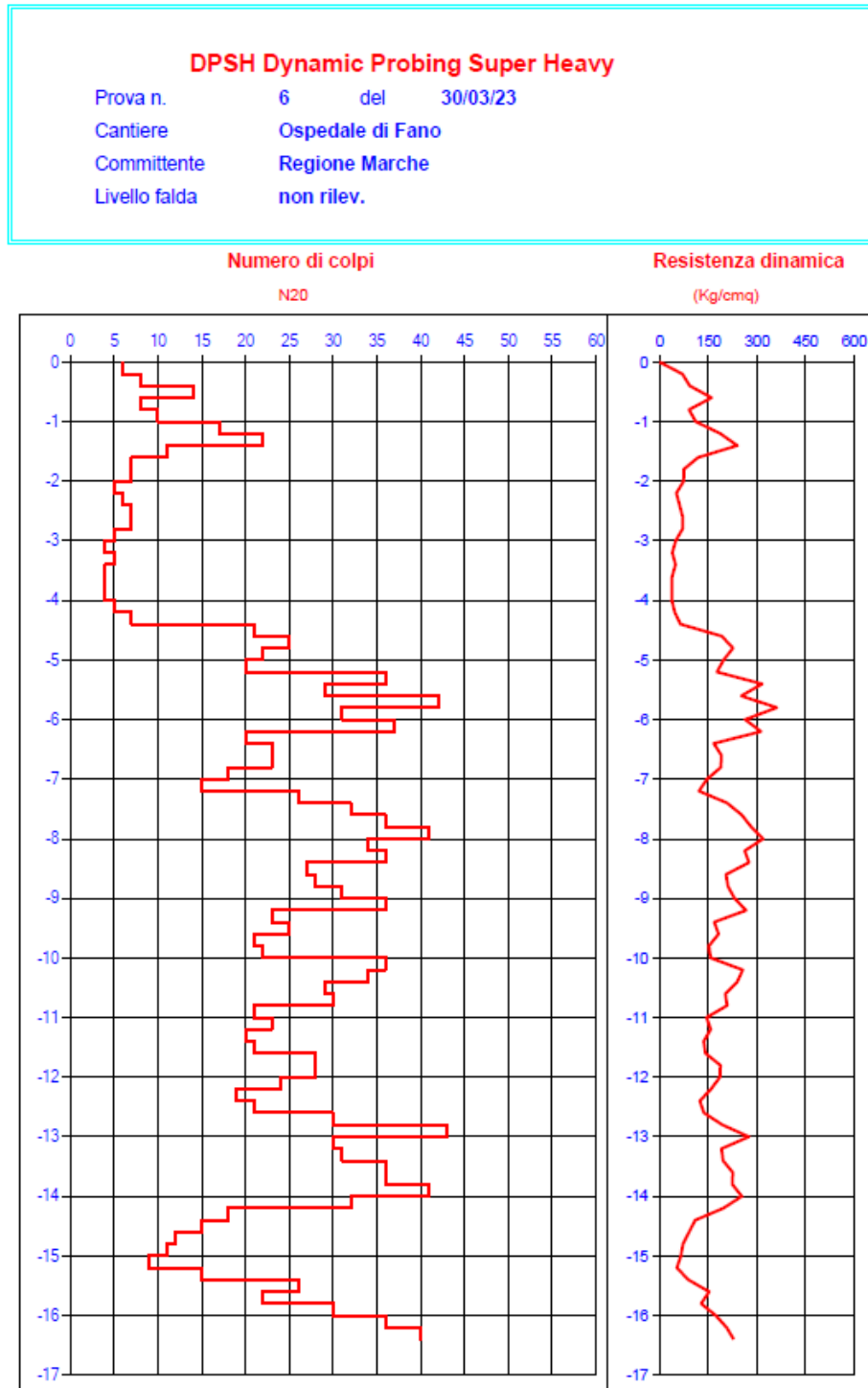
**Figura 3.19 Restituzione della prova penetrometrica dinamica DPSH5**

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag **56/**  
rev: **R01** 75

La prova penetrometrica dinamica DPSH6 (Figura 3.20) ha raggiunto una profondità di 16,4 m dal p.c..



**Figura 3.20 Restituzione della prova penetrometrica dinamica DPSH6**

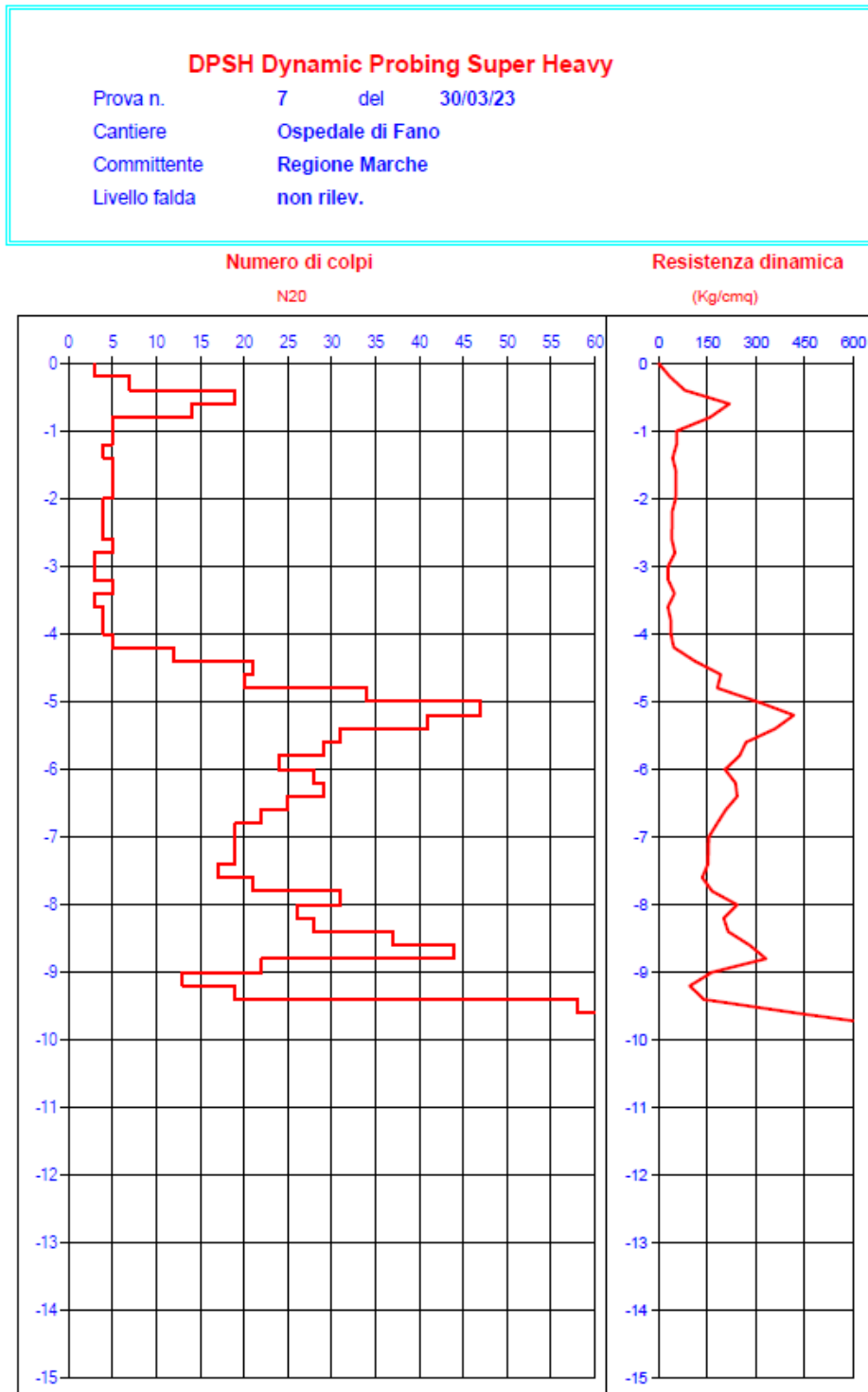


## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag **57/75**

La prova penetrometrica dinamica DPSH7 (Figura 3.21) ha raggiunto una profondità di 9,8 m dal p.c..



**Figura 3.21** Restituzione della prova penetrometrica dinamica DPSH7



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag **58/**  
rev: **R01** 75

L'analisi delle prove geofisiche MASW e HVSR (Figura 3.23; Figura 3.24; Figura 3.25), realizzate nel contesto dell'area d'interesse, mostra un progressivo aumento della velocità delle onde di taglio S all'aumentare della profondità d'indagine. La prova Down – hole (Figura 3.22) mostra, invece, un progressivo aumento della velocità delle onde S all'aumentare della profondità d'indagine fino alla profondità di 18,5 m quando la velocità delle onde S diminuisce per aumentare nuovamente dalla profondità di 26 m. La prova Down – Hole mostra, inoltre, un progressivo aumento della velocità delle onde P all'aumentare della profondità d'indagine fino alla profondità di 24 m quando la velocità delle onde P diminuisce per aumentare nuovamente dalla profondità di 26 m. Le prove MASW, HVSR e Down – hole hanno permesso di ricostruire il modello delle velocità delle onde S e P fino ad una profondità di circa 30 metri.

Le velocità delle onde S varia da circa 188 m/s a 620 m/s, mentre, la velocità delle onde P varia da circa 600 m/s a circa 2300 m/s nell'ambito dei 30 m di sottosuolo investigato.

Relazione tecnica - geologica

codice documento: 15969.PP.GEN.00.RG.002

pag 59/  
rev: R01 75

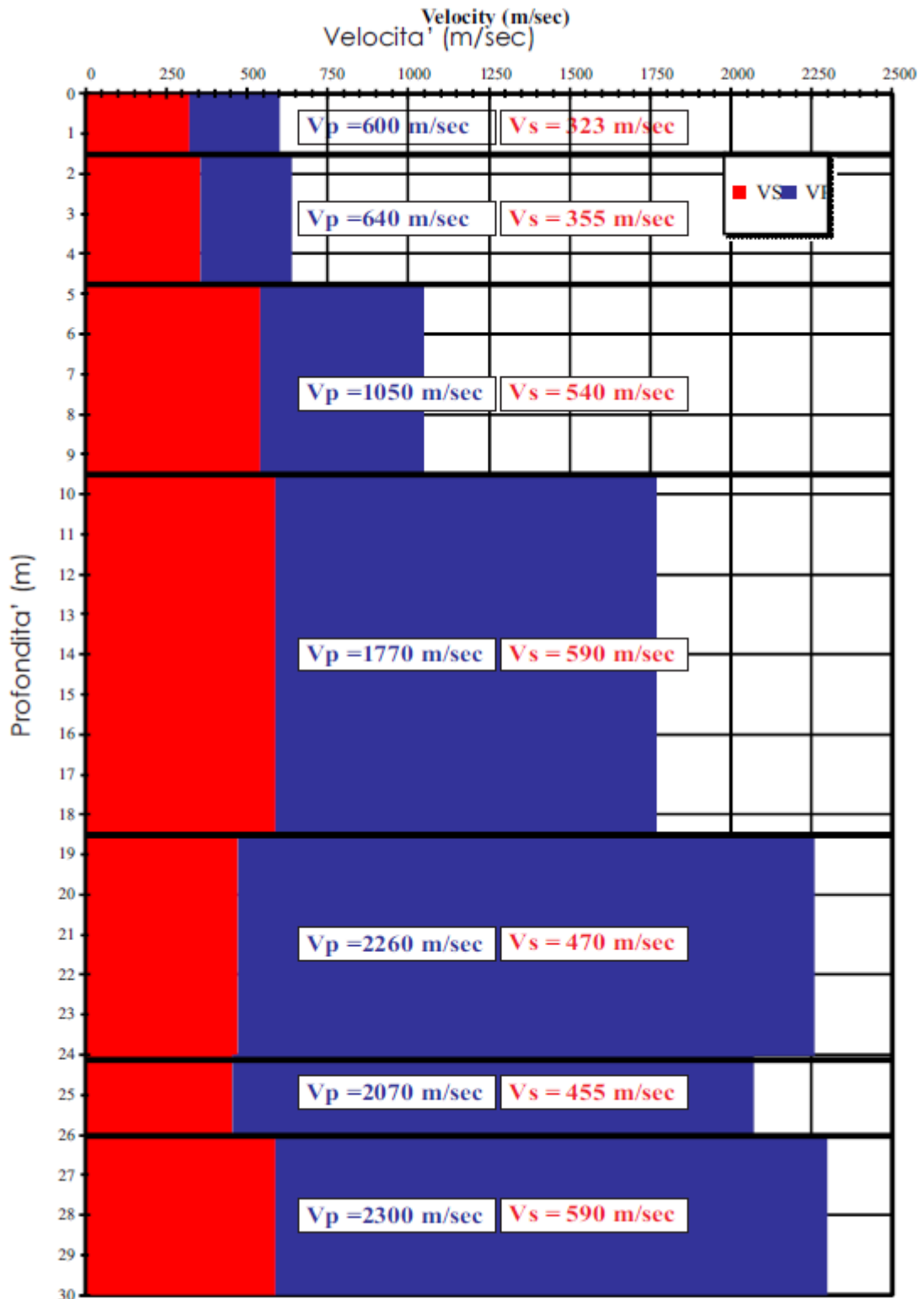
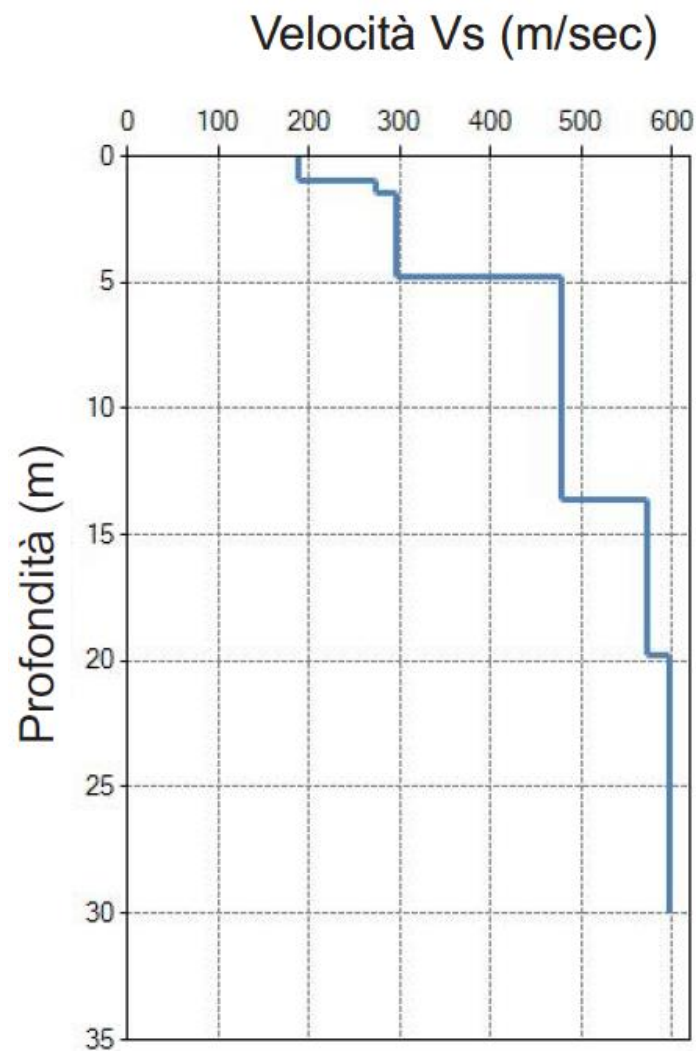


Figura 3.22 Profilo di velocità delle onde P ed S ottenuto dall'elaborazione della prova geofisica Down – hole realizzata all'interno del sondaggio S1 nel contesto della campagna di indagini del 2023

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag **60/75**

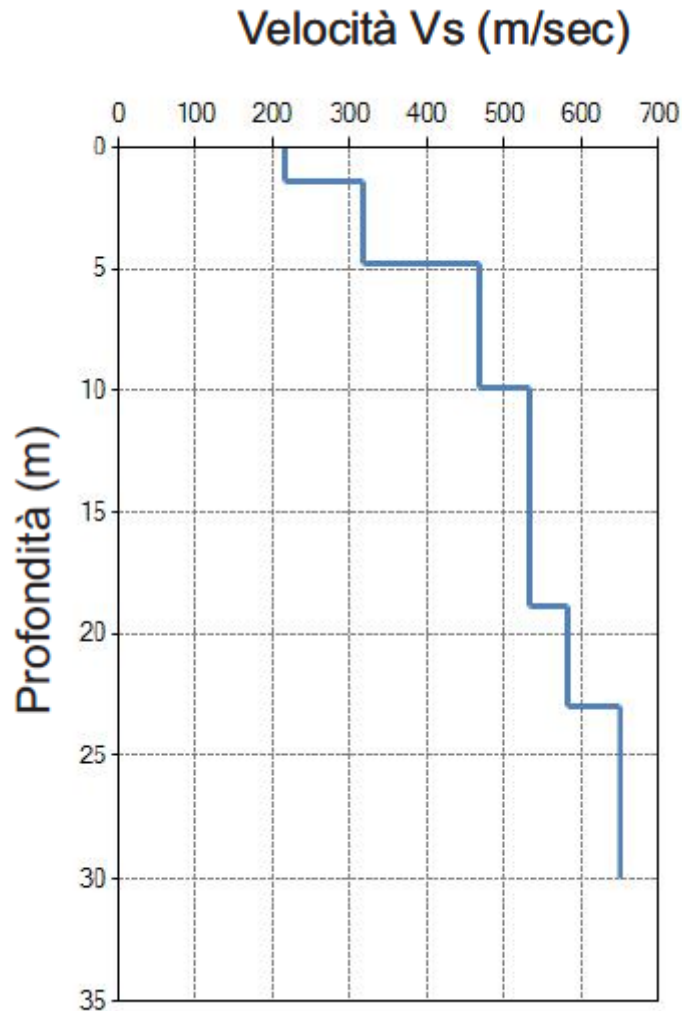


**Figura 3.23** Profilo di velocità delle onde secondarie ottenuto dall'elaborazione della prova geofisica MASW1 realizzata nel contesto della campagna di indagini del 2023

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 61/  
75



**Figura 3.24 Profilo di velocità delle onde secondarie ottenuto dall'elaborazione della prova geofisica MASW2 realizzata nel contesto della campagna di indagini del 2023**



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag **62/**  
**75**

Prova N.	Picco in Frequenza (Hz)
HVSR1	78 47.6 18 1.31
HVSR2	40.47 1.33
HVSR3	53.3 15.34 1.37
HVSR4	78.3 50.02 18.5 1.40
HVSR5	67.6 28.9 1.35

Figura 3.25 Risultati delle prove HVSR eseguite durante la campagna di indagini 2023



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag **63/**  
rev: **R01** 75

### **3.2 Definizione e caratterizzazione del Volume Geologico Significativo**

Stante l'assetto geologico riportato nella precedente sezione, il Volume Geologico Significativo (VGS) di sottosuolo che interagisce con la struttura è costituito dai depositi alluvionali terrazzati appartenenti al Sintema di Matelica.

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 64/  
rev: **R01** 75

## 4 CRITICITÀ GEOLOGICHE CON RIFERIMENTO ALLA STRUTTURA

### 4.1 Faglie attive e capaci

Per quanto riguarda il tema delle faglie attive e capaci (faglie che si sono rotte almeno una volta negli ultimi 40'000 anni, raggiungendo la superficie e producendo una rottura del terreno), si è fatto riferimento a quanto riportato nei cataloghi ITHACA e DISS 3.3.0..

Il catalogo ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults; *Michetti et al., 2000*; Figura 4.1) segnala la presenza di una faglia attiva e capace (Faglia 43900 Fano) a 200 m dal sito d'interesse.



**Figura 4.1 Immagine tratta dal Database ITHACA (*Michetti et al., 2000*; <http://sqi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/>) che mostra le faglie attive e capaci censite nella regione che include il sito d'interesse, indicato dal simbolo giallo**





## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag **65/**  
**75**

### GENERAL IDENTIFICATION

Fault Code	43900
Fault Name	Fano
Region Name	Marche
Tectonic Environment	ND
System Name	Fiume Metauro
Synopsis	
Rank	ND

### GEOMETRY AND KINEMATICS

Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	50
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	SE
Fault Length (km)	8.0
Mapping Scale	1:50000
Fault Depth (m)	
Kinematics	Normal

### ACTIVITY

Surface Evidence	ND
Last Activity	Pleistocene generic

**Figura 4.2** Descrizione dettagliata della faglia attiva e capace 43900 "Fano"

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag **66/75**

### 4.2 Rischio geologico – idraulico

L'area d'interesse si colloca nella zona costiera all'interno dell'abitato di Fano.

Come confermato anche dalla consultazione del portale IdroGEO (<https://idrogeo.isprambiente.it/app/>), che raccoglie la Mosaicatura nazionale ISPRA (Elaborazione v. 3.0 – Dicembre 2017) delle aree a pericolosità da frana e alluvioni dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), redatti dalle Autorità di Bacino Distrettuali (Figura 4.3) il sito d'interesse non è interessato da frane o da aree caratterizzate da pericolosità idraulica.



**Figura 4.3** Stralcio della Mosaicatura Nazionale ISPRA (Elaborazione v. 3.0 – dicembre 2017) delle aree a pericolosità da frana e alluvioni dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), redatti dalle Autorità di Bacino Distrettuali, dal Portale IdroGEO. Il simbolo rosso indica la struttura in esame



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag **67/**  
75

### 4.3 Pericolosità legata alla liquefazione

Il termine liquefazione denota una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo granulare durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

La verifica degli effetti della liquefazione in fase progettuale posso essere omesse come definito all'interno del testo NTC 2018 quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in Figura 4.4 (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 4.4 (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 68/  
75

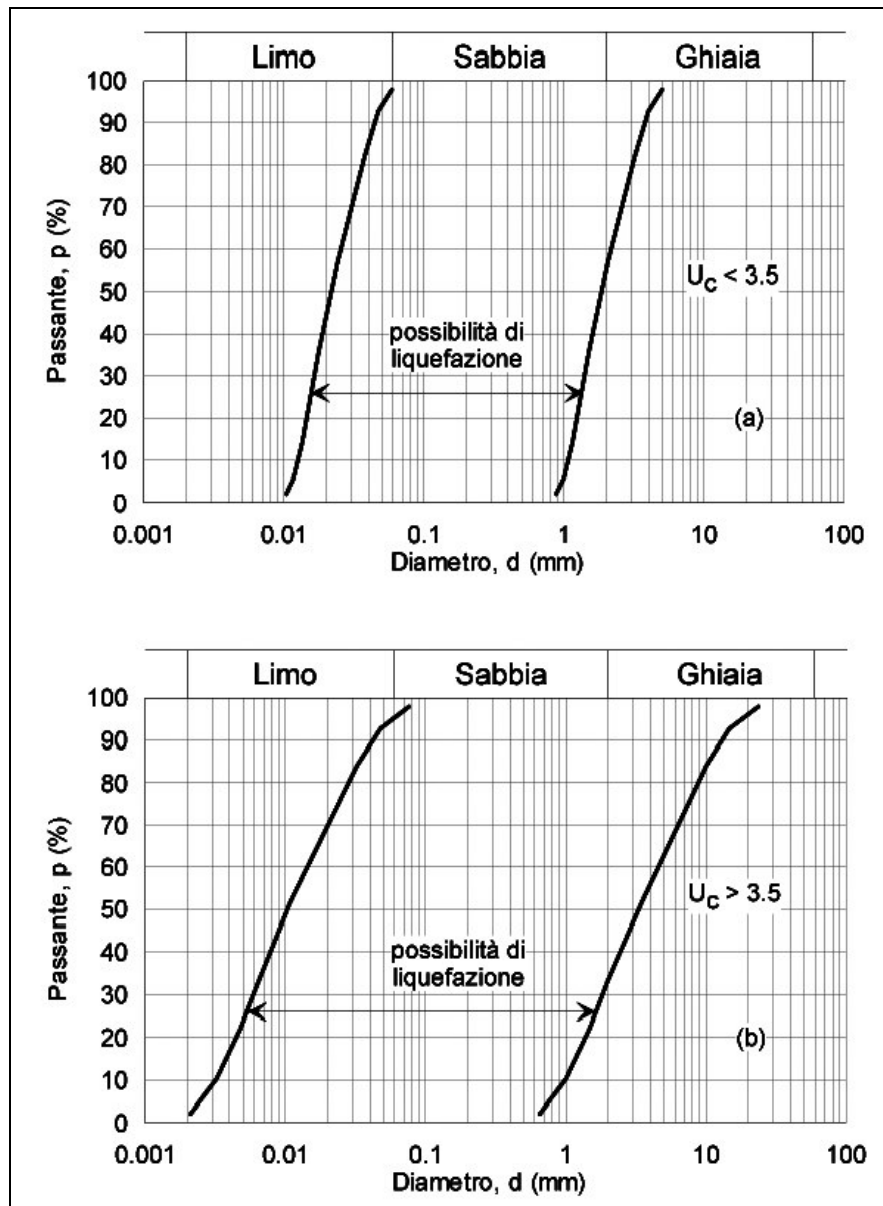


Figura 4.4 Fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione (NTC del 2018)

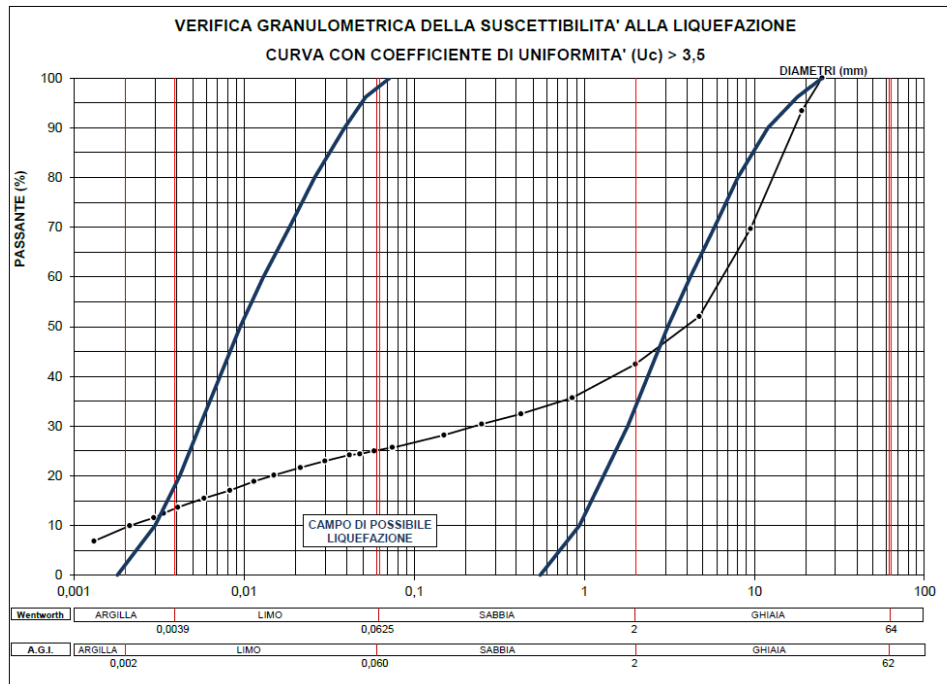
Le distribuzioni granulometriche dei campioni di terreno prelevati nel contesto dei sondaggi S1 e S2, eseguiti durante la campagna di indagini 2023, permettono di escludere il fenomeno della liquefazione per il sito d'interesse. Le code delle curve granulometriche, relative alla parte fine e grossolana del campione, fuoriescono, infatti, dal campo di liquefazione (Figura 4.5; Figura 4.6; Figura 4.7; Figura 4.8)



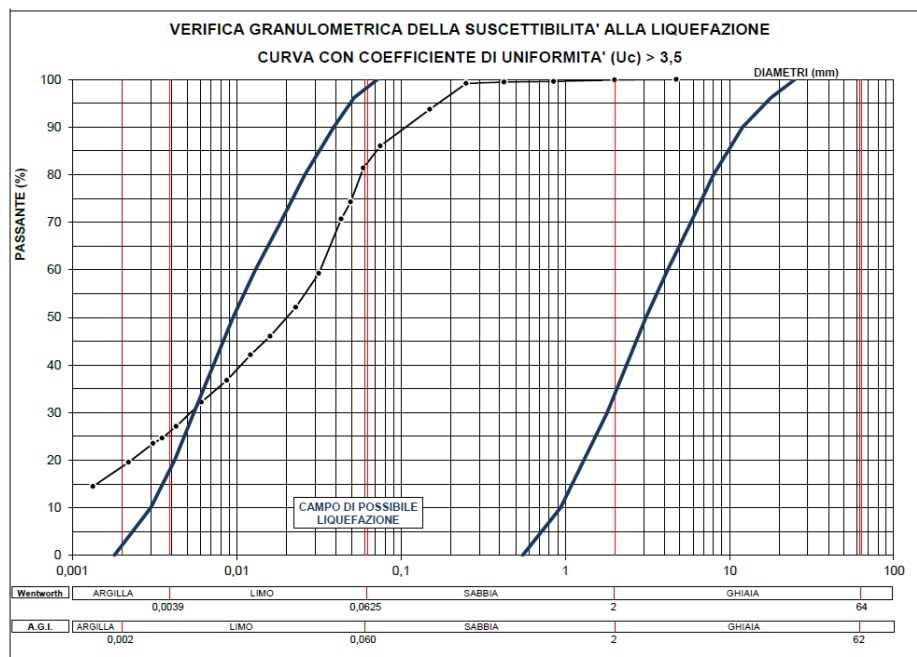
## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 69/  
rev: **R01** 75



**Figura 4.5** Curva granulometrica del campione CR1 (11,50-12,00 m dal p.c.) estratto nel contesto del sondaggio S1 durante la campagna di indagini 2023, confrontata con i fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione (NTC del 2018)



**Figura 4.6** Curva granulometrica del campione CR2 (15,80-16,30 m dal p.c.), estratto nel contesto del sondaggio S1 durante la campagna di indagini 2023, confrontata con i fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione (NTC del 2018)

Relazione tecnica - geologica

codice documento: 15969.PP.GEN.00.RG.002

pag 70/  
75  
rev: R01

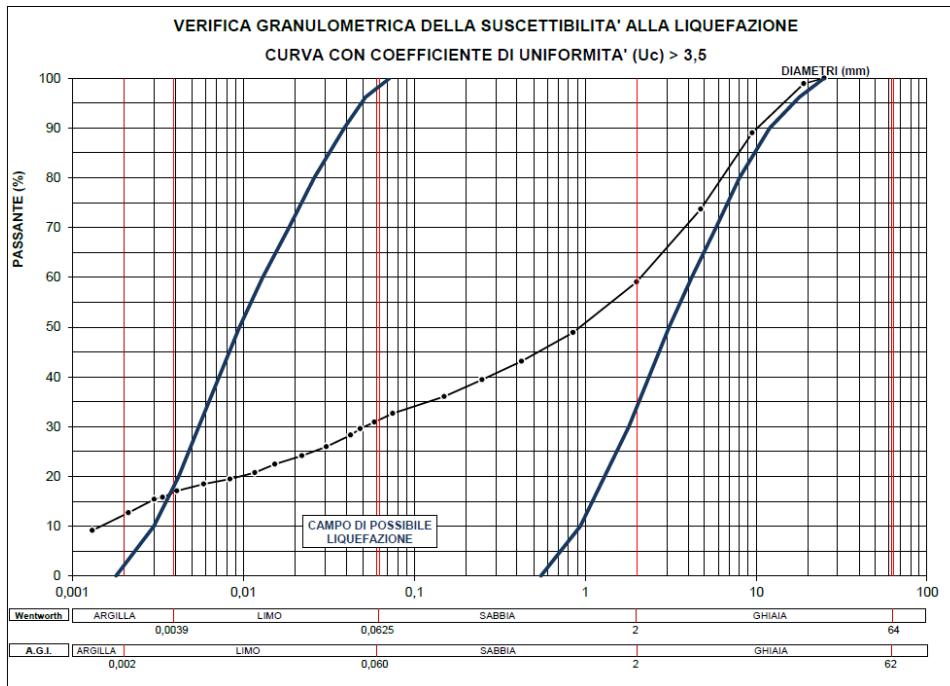


Figura 4.7 Curva granulometrica del campione CR3 (20,50-21,00 m dal p.c.) estratto nel contesto del sondaggio S1 durante la campagna di indagini 2023, confrontata con i fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione (NTC del 2018)

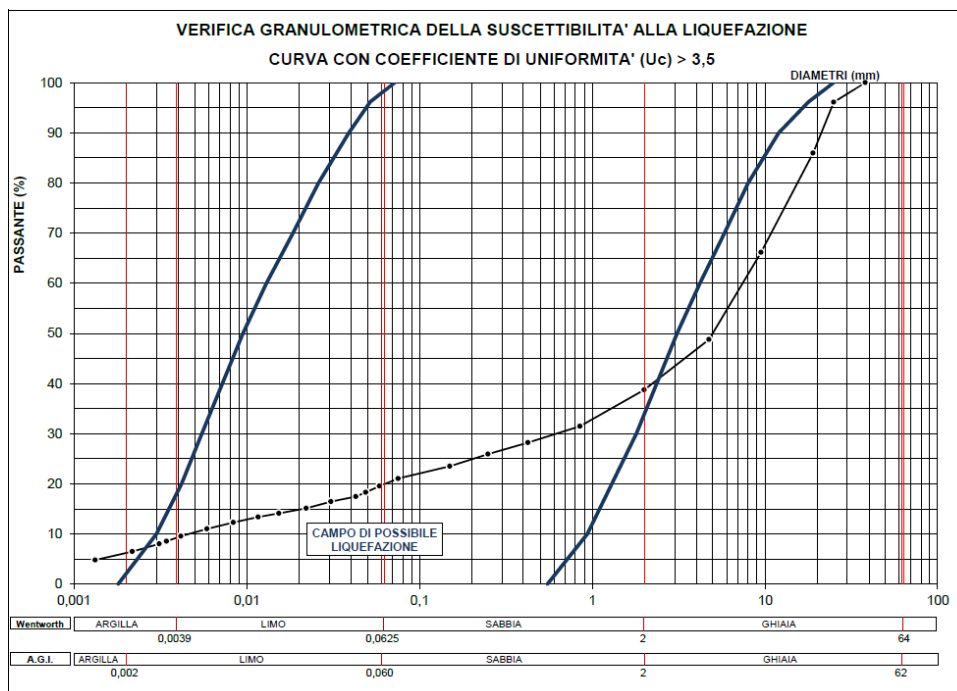


Figura 4.8 Curva granulometrica del campione CR1 (5,70-6,00 m dal p.c.) estratto nel contesto del sondaggio S2 durante la campagna di indagini 2023, confrontata con i fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione (NTC del 2018)



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 71/  
rev: **R01** 75

Per confermare ulteriormente l'assenza di rischio di liquefazione per i terreni soggiacenti l'opera è stata eseguita una verifica a liquefazione tramite il metodo di *Kayen et al., 2013*.

### 4.3.1 Verifica di liquefazione

Il metodo di *Kayen et al., 2013* utilizza la velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), per una stima quantitativa della resistenza del suolo alla liquefazione.

Per svolgere la verifica a liquefazione dell'intero spessore indagato è stato utilizzato un foglio di calcolo Excel implementato con il sopradescritto metodo di Kayen. All'interno del software sono stati inseriti diversi parametri inerenti sia l'azione sismica di riferimento, sia le caratteristiche del deposito, i quali hanno permesso il calcolo del potenziale di liquefazione e del fattore di sicurezza. Di seguito viene riportata una tabella dove vengono riassunti i due parametri in funzione della profondità (Tabella 4.1).

Infine, i dati sono stati plottati all'interno di un grafico che rapporta  $V_s1$  e CSR dove sono ben distinguibili i due campi: Liquefaction Zone e No Liquefaction Zone (Figura 4.9).



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 72/  
75

**Tabella 4.1 Tabella riassuntiva dei fattori di sicurezza e del potenziale di liquefazione per le diverse profondità indagate**

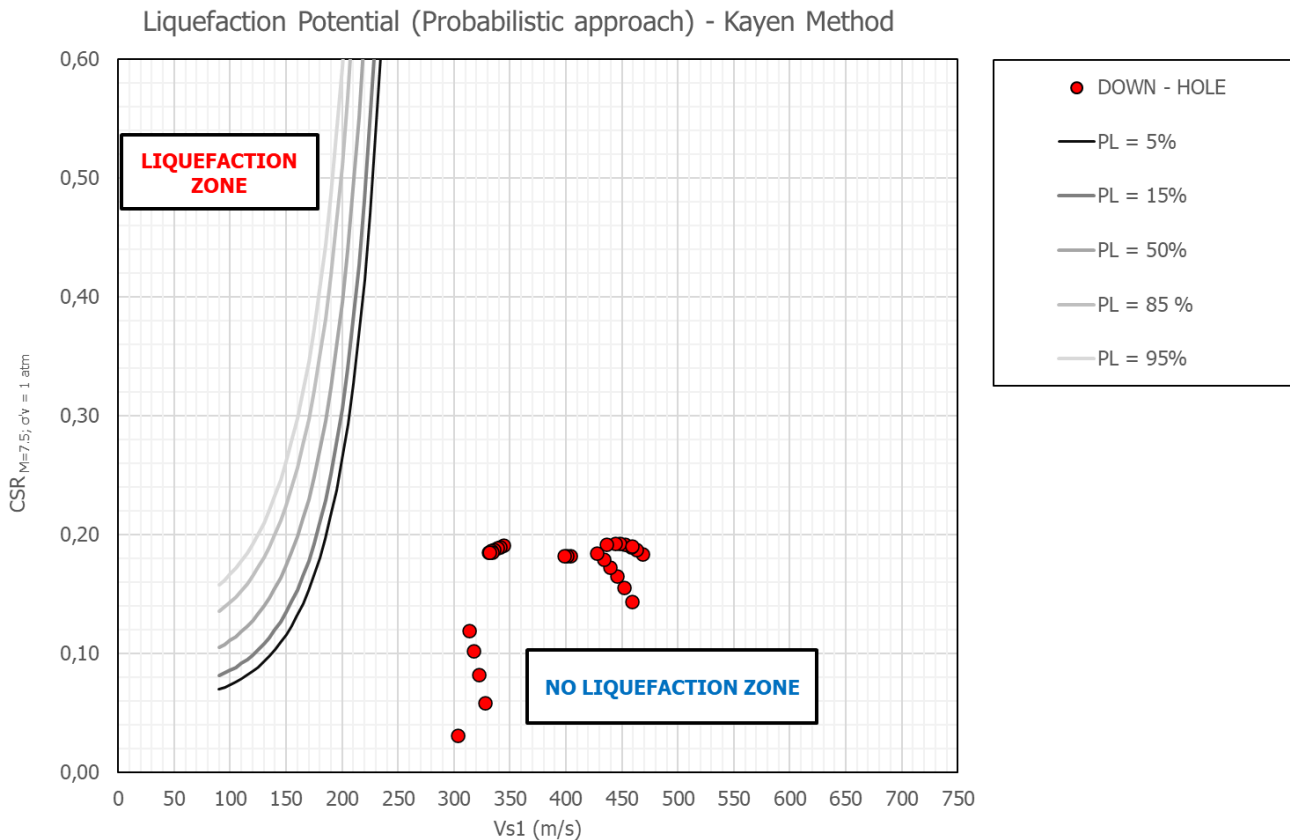
<b>Tabella riassuntiva della verifica a liquefazione</b>		
<b>m dal p.c.</b>	<b>PL%</b>	<b>FS=CRR*/CSR*</b>
1	0	193
2	0	329
3	0	182
4	0	116
5	0	81
6	0	1431499
7	0	703267
8	0	373998
9	0	212449
10	0	127595
11	0	2746901
12	0	1609911
13	0	986161
14	0	627955
15	0	413767
16	0	281018
17	0	1104523
18	0	140118
19	0	243
20	0	209
21	0	181
22	0	158
23	0	139
24	0	123
25	0	144
26	0	129
27	0	72851
28	0	11741
29	0	9704
30	0	8073



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

pag 73/  
rev: **R01** 75



**Figura 4.9 Grafico tratto da metodo di Kayen et al., 2013 che mostra le profondità indagate in funzione del potenziale di liquefazione**

Il grafico tratto dal metodo di *Kayen et al., 2013* di Figura 4.9, mostra come tutti i valori corrispondenti alle diverse profondità dal p.c. siano compresi all'interno della zona di non liquefazione.

A valle della verifica a liquefazione è, quindi, possibile escludere il fenomeno per l'intero intervallo di terreno oggetto di studio.



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 74/  
75

## 5 CONCLUSIONI

L'opera oggetto del presente studio è ubicata nell'area costiera all'interno del Comune di Fano (PU).

Dal punto di vista geologico, dagli studi condotti nel sito si evince che i terreni che caratterizzano il sito appartengono ai depositi alluvionali terrazzati facenti parte del Sintema di Matelica.

Il **Volume Geologico Significativo** si compone di n. 1 unità geologica.

Dal punto di vista delle **criticità geologiche di sito**, l'area non è interessata da fenomeni franosi e non rientra in aree esposte a pericolosità alluvionale. Inoltre, in corrispondenza del sito d'interesse, non è documentata la presenza di faglie attive e capaci nei cataloghi ITHACA e DISS. Il catalogo ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults; *Michetti et al., 2000*) segnala esclusivamente la presenza di una faglia attiva e capace (Faglia 43900 Fano) a 200 m dal sito d'interesse. In seguito all'analisi delle distribuzioni granulometriche dei campioni prelevati nel contesto dei sondaggi S1 ed S2, eseguiti durante la campagna di indagini 2023, e all'ulteriore verifica alla liquefazione tramite il metodo di *Kayen et al., 2013* è, inoltre, possibile escludere l'insorgere di un fenomeno di liquefazione negli strati superficiali.



## Relazione tecnica - geologica

codice documento: **15969.PP.GEN.00.RG.002**

rev: **R01** pag 75/  
75

## 6 BIBLIOGRAFIA

- Centamore, E., Cantalamessa, G., Micarelli, A., potetti, M., berti, D., bigi, S. (1991). Stratigrafia e analisi di facies dei depositi del Miocene e del Pliocene inferiore nell'Avanfossa Marchigiano – Abruzzese e delle zone limitrofe. Studi Geol. Camerti, Crop 11, vol. spec., 1991: 125 – 131, Camerino.
- Comune di Fano (2009). Tavola A3.2, Carta idrogeologica a scala 1:10'000, PGR Comune Fano.
- Comune di Fano (2009). Tavola A2.2, Carta geomorfologica a scala 1:10'000, PGR Comune Fano.
- DISS Working Group (2021). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0. <https://diss.ingv.it/diss330/dissmap.html#>
- Michetti, A. M., Serva, L., & Vittori, E. (2000). ITHACA. Italy Hazard from Capable Faults: a database of active faults of the Italian onshore territory. CD-ROM e note esplicative, pubblicata da APAT, Roma.
- Regione Marche. Carta geologica regionale, edizione CTR, a scala 1:10'000. Sezione 269130, Fano.
- Rovida, A., Locati, M., Camassi, R., Lolli, B., Gasperini, P., Antonucci, A. (2022). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.4>
- Servizio Geologico d'Italia (2011). Foglio 269 “Fano” della Carta Geologica d'Italia. Scala 1:50'000.