

# STADIO DELLA ROMA - TOR DI VALLE

---

A7 - Relazione geologica e geotecnica

25/05/2017

---



Disciplina	Geologica e Geotecnica
Stato del progetto	Adattamento Progetto Definitivo
Comparto	Generale
Descrizione	Relazione geologica e geotecnica
Numero Emissione	01
Numero Revisione	00
Data Emissione	25/05/2017
Motivazione della Emissione	Adattamento Progetto Definitivo Stadio della Roma/Tor di Valle

Progettista Incaricato: *Dott. Geol. Leonardo Nolasco*

Firma e timbro

**REGISTRO DELLE REVISIONI**

E	R	Data	Motivo Emissione	Redige	Verifica	Approva
01	00	25.05.2017	Adattamento Progetto Definitivo Stadio della Roma/Tor di Valle	LN	LN	LN

**CODIFICA ELABORATO**

DEF	G	GEN	00	GG	0000	1400	G	000,00	BRD	00
-----	---	-----	----	----	------	------	---	--------	-----	----

PROPONENTE

**Eurnova s.r.l.**

Sommario

1	
1.	<b>PREMESSA..... 5</b>
2.	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE ..... 9</b>
3.	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE E DI DETTAGLIO ..... 10</b>
3.1	Quadro geologico generale..... 10
3.2	Geologia di dettaglio dell'area in studio ..... 11
3.3	Stratigrafia di dettaglio dell'area di studio da indagini in sito..... 12
4.	<b>INQUADRAMENTO MORFOLOGICO GENERALE E DI DETTAGLIO..... 15</b>
4.1	Morfologia della Piana del Tevere e sua evoluzione..... 15
4.2	Morfologia di dettaglio della zona di studio ..... 16
5	<b>SISMICITA' ..... 17</b>
6	<b>IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA ..... 24</b>
6.1	Quadro generale..... 24
6.2	Quadro idrografico e idrogeologico di dettaglio ..... 24
6.3	Pianificazione ABT- PS5 Piano Stralcio per il tratto metropolitano del Tevere da Castel Giubileo alla foce 25
6.4	Piano di gestione del rischio di alluvioni distretto idrografico dell'appennino centrale 26
6.5	Piano Regionale di Tutela delle Acque ..... 26
7	<b>INQUADRAMENTO CLIMATICO ..... 28</b>
7.1	Quadro climatico dell'area in esame..... 28
8	<b>PROVE IN SITO E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI ..... 29</b>
8.1	<b>CAMPAGNA GEOGNOSTICA-GEOFISICA ESEGUITA IN FASE DI PREFATTIBILITA' LUGLIO 2014 29</b>
8.1.1	Sondaggi geognostici a carotaggio continuo ..... 29
8.1.2	Standard Penetration Test (SPT)..... 29
8.1.3	Prelievo di campioni indisturbati per prove di laboratorio geotecnico30
8.1.4	Messa in opera di un piezometro..... 30
8.1.5	Prove CPTU..... 30
8.1.6	Indagini sismiche MASW ..... 31
8.1.7	Analisi tromografica HVSR ..... 31
8.2	Verifica alla liquefazione dei terreni ..... 32
8.3	<b>CAMPAGNA GEOGNOSTICA-GEOFISICA ESEGUITA DALLA GEORES Srl APRILE 2015- APRILE 2016 37</b>
8.3.1	Sondaggi geognostici a carotaggio continuo ..... 37
8.3.2	Standard Penetration Test (SPT)..... 37
8.3.3	Prelievo di campioni indisturbati per prove di laboratorio geotecnico38
8.3.4	Prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc..... 38
8.3.5	Prove CPTU..... 38
8.3.6	Piezometri e monitoraggio della falda..... 38
8.3.7	Indagini sismiche, generalità ..... 39

8.3.8	Prove sismiche in foro tipo down-hole e cross hole.....	39
8.3.9	Masw .....	40
8.3.10	HVSR.....	40
<b>9</b>	<b>STUDIO DI MICROZONAZIONE DI LIVELLO II E RISPOSTA SISMICA LOCALE</b>	<b>42</b>
<b>10</b>	<b>ANALISI PRELIMINARE DEL RISCHIO SUBSIDENZA.....</b>	<b>43</b>
10.1	Generalità .....	43
10.2	La subsidenza nell'area di Tor di Valle .....	44
10.3	Osservazioni con tecniche InSAR.....	44
10.4	Monitoraggio strumentale della subsidenza eseguito da Geores Srl .....	47
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONI ED IDONEITA' TERRITORIALE .....</b>	<b>49</b>
<b>12</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>51</b>
<b>13</b>	<b>INQUADRAMENTO NORMATIVO .....</b>	<b>52</b>
14.1	Nazionale.....	52
14.2	Regionale.....	52

## 1. PREMESSA

In ordine al Progetto Stadio della Roma Tor di Valle oggetto del procedimento ai sensi del comma 304 della L.147/2013 nella sua revisione insediativa inerente lo stato della procedura, la presente elaborazione aggiorna lo studio geologico-geomorfologico, con i nuovi perimetri di intervento, sulla base degli elementi presenti agli atti, in riferimento alla pianificazione sovrordinata, concorre alla ricerca della conferma delle condizioni di salvaguardia e miglioramento della qualità ambientale, oltre alla compatibilità del programma con la pianificazione stessa, i prevedibili effetti della sua realizzazione e del suo esercizio sulle componenti ambientali, l'illustrazione in funzione della minimizzazione dell'impatto ambientale delle soluzioni adottate e la verifica delle misure di compensazione ambientale e degli eventuali interventi di riqualificazione e miglioramento ambientale e paesaggistico.

Lo studio geologico ha già ottenuto parere positivo (Prot. n°464884 del 12/08/2014 e 0046302 del 30 gennaio 2017), è necessaria la conferma del parere di cui alla D.G.R.L. del 18 maggio 1999, n. 2649 "Linee guida e documentazione per l'indagine geologica e vegetazionale – Estensione dell'applicabilità della legge 2 febbraio 1974, n. 64" ss.mm.ii e al DPR 380/01 art. 89 (ex art. 13 L. 64/74), a seguito della revisione insediativa nel Comune di Roma, località Tor di Valle, dove attualmente è situato il non più attivo ippodromo omonimo, a supporto dell'intervento di realizzazione del nuovo stadio della AS Roma "A.S. Roma Stadium".

Essendo stato approvato e validato lo studio di Microzonazione sismica di livello 1 per il Municipio ex. XII del Comune di Roma (Determinazione A045746 del 05/07/2013 ad oggetto: Studio di Livello 1 di Microzonazione Sismica dell'Unità Amministrativa Sismica del Municipio Roma XII. Validazione ai sensi della DGR Lazio n. 545 del 26 novembre 2010. Istanza 240 MS), è stato condotto sull'area uno studio di microzonazione sismica di livello II così come prescritto al punto 2 della determina "...di stabilire che, dalla data della presente determinazione, nelle "Zone Stabili ma Suscettibili di Amplificazione Sismica" indicate nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica di Livello 1 di Microzonazione Sismica, sia obbligatorio, preliminarmente alla redazione dello strumento urbanistico attuativo, lo studio di Livello 2 di Microzonazione Sismica secondo quanto prescritto dalla DGR Lazio n. 490/11 e la DGR Lazio n. 535/12 o eventualmente di Livello 3 nei casi previsti sempre dalle succitate DGR;".

Inoltre così come riportato al punto 7 della suddetta Determina: "...disporre che per ogni futuro strumento urbanistico attuativo all'atto della presentazione dell'istanza alla Regione Lazio dovrà essere prodotto anche lo stralcio della Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica dell'area pertinente" si riporta in Fig.8 lo stralcio della Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica dell'area pertinente.

Lo studio di MSII è stato realizzato in fase di prefattibilità come da D.G.R. n° 490 del 21/10/2011 "Approvazione degli Abachi Regionali per gli studi di Livello 2 di Microzonazione Sismica ai sensi della DGR Lazio n. 545 del 26 novembre 2010 e procedure di applicazione nell'ambito del rilascio del parere ai sensi dell'art. 89 del DPR del 6 giugno 2001 n. 380".

Le indagini in sito sono state realizzate in accordo con la DGR n° 535/2012 "Modifiche alla DGR Lazio n. 545 del 26 novembre 2010 e alla DGR Lazio n. 490 del 21 ottobre 2011". Lo studio ha dimostrato la non possibilità dell'applicabilità degli Abachi Regionali per la determinazione di FH pertanto nell'area è stato condotto uno studio di RSL.

Inoltre l'opera "stadio" rientra nel punto h delle strutture civili in classe d'uso III "Costruzioni rilevanti il cui uso preveda affollamenti significativi con riferimento a un eventuale collasso della struttura" e per queste opere alla DGR n.489 del 17/10/2012 si dispone obbligatoriamente al punto 3 lo Studio di Risposta Sismica Locale.

Lo studio di RSL è stato realizzato dalla Geores Srl per gli stati limite di esercizio, di operatività SLO e di danno SLD e per gli stati limite ultimi, di salvaguardia della vita SLV e di collasso SLC.

L'obiettivo del presente lavoro è dunque quello di caratterizzare la zona dal punto di vista geologico e geomorfologico per stabilire la conformità geomorfologica con le previsioni del piano di intervento e quello di valutare la pericolosità sismica locale ai fini della pianificazione urbanistica.

L'incarico è stato condotto partendo da un accurato rilevamento geologico-geomorfologico esteso anche nei dintorni dell'area in esame, oltre ad una raccolta dei dati bibliografici relativi alle condizioni geologiche ed idrogeologiche d'insieme e di dettaglio.

Per redigere la presente relazione sono stati inoltre utilizzati i risultati di due campagne d'indagine di cui una eseguita dallo scrivente nel mese di luglio 2014, l'altra eseguita in diverse fasi dalla Geores Srl tra aprile 2015 e aprile.

La campagna geognostica-geofisica condotta nel mese di Luglio 2014 dallo scrivente (Cfr. allegato) è stata articolata in:

- N° 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 30 m da p.c con prove Spt in foro di sondaggio;
- N° 2 prelievi di campioni indisturbati per prove di laboratorio;
- N° 4 prove CPTU;
- N° 2 indagini sismiche masw;
- N° 2 misure tromometriche HVSR;
- N° 1 installazione di un piezometro a tubo aperto nel sondaggio S1.
- La campagna geognostica-geofisica eseguita dalla Geores Srl tra aprile 2015 e aprile 2016 (Cfr. allegato) è stata articolata in:
  - n. 28 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti a profondità massima di 70 m dal p.c. (aprile-maggio 2015);
  - n. 23 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti a profondità massima di 120 m dal p.c. (luglio-settembre 2015);
  - n. 4 sondaggi a distruzione di nucleo spinti a profondità massima di 120 metri dal p.c. (luglio-settembre 2015);
  - n. 10 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti a profondità massima di 85 m dal p.c. (novembre-dicembre 2015);
  - n. 13 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti a profondità massima di 30 m dal p.c. (aprile 2016);
  - n. 1 sondaggio a distruzione di nucleo spinti a profondità massima di 85 metri dal p.c. (novembre-dicembre 2015);
  - n.1 sondaggio archeologico a carotaggio continuo a profondità di 15 metri dal p.c. (aprile 2016);
  - n. 212 Standard Penetration Test (aprile-maggio 2015);
  - n. 132 Standard Penetration Test (luglio-settembre 2015);
  - n. 89 Standard Penetration Test (nov-dic 2015-apr 2016);
  - prelievo di n 85 campioni indisturbati e rimaneggiati (apr-mag 2015);
  - prelievo di n 205 campioni indisturbati e rimaneggiati (lug-sett 2015);
  - prelievo di n.132 campioni indisturbati e rimaneggiati (novembre-dicembre 2015-aprile 2016);
  - n. 22 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc (aprile-sett. 2015);
  - n. 4 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc (novembre 2015);
  - n. 20 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc (aprile 2016);
  - n. 13 prove penetrometriche statiche CPTU (aprile-settembre 2015);
  - n. 6 prove penetrometriche statiche CPTU (nov.-dic. 2015);
  - n. 7 prove penetrometriche SCPTU (lug.-sett. 2015);
  - n. 4 prove penetrometriche SCPTU (novembre-dicembre 2015);
  - n. 10 prove dilatometriche sismiche SDMT (luglio-settembre 2015);
  - n. 3 prove dilatometriche sismiche SDMT (nov-dic 2015);
  - n. 4 sondaggi attrezzati con piezometri Norton (apr-mag 2015);
  - n. 4 sondaggi attrezzati con piezometri di tipo Norton (apr 2016);
  - n. 3 sondaggi attrezzati con celle di Casagrande (lug-sett 2015);
  - n. 4 sondaggi attrezzati con celle di Casagrande (nov-dice 2015);

- n. 3 sondaggi con trasduttori elettrici di pressione (lug-sett 2015);
- n. 4 prove sismiche in foro di tipo Cross-Hole (lug-sett 2015);
- n. 1 prova sismica in foro di tipo Cross-Hole nov-dic 2015;
- n. 7 prove sismiche in foro di tipo Down-Hole (apr-sett 2015);
- n. 3 prove sismiche in foro di tipo Down-Hole (aprile 2016);
- n. 34 sezioni sismiche con sistema MASW (aprile-settembre 2015);
- n. 4 sezioni sismiche con sistema MASW (nov-dic 2015);
- n. 14 misure di frequenza fondamentale HVSr (apr-sett 2015);
- n. 3 misure di frequenza fondamentale HVSr (nov-dic 2015);
- Studi di risposta sismica locale (aprile-settembre 2015-aprile 2016);
- n. 4 sondaggi attrezzati con assestimetri ad anelli magnetici (luglio-settembre 2015);
- n. 15 micropali per monitoraggio topografico della subsidenza (luglio-settembre 2015).

Per gli aspetti sismici specifici, in seguito alla riclassificazione sismica della Regione Lazio di cui alla D.G.R.L. n 387 del 2009 pubblicata su BURL n. 24 del 27 Giugno 2009, il territorio dell'ex Municipio XII di Roma in cui rientra l'area di studio è stato incluso nella Zona di sismicità 2B caratterizzata da un valore dell'accelerazione di picco su terreno rigido con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresa con  $0.15 < ag < 0.20$ .

Elenco delle Figure:

- Fig. 1 Carta Corografica scala 1:25.000
- Fig. 2 Carta Corografica scala 1:10.000
- Fig. 3 Carta Corografica da CTRN scala 1:10.000
- Fig. 4 Foto aerea scala 1:10.000
- Fig. 5 Carta geologica scala 1:10.000
- Fig. 6 Stralcio P.A.I. inventario dei fenomeni franosi scala 1:10.000
- Fig. 7 Carta geomorfologica scala 1:10.000
- Fig. 8 Stralcio Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica "MOPS" (MS1)
- Fig. 9 Carta Idrogeologica scala 1:10.000
- Fig. 10 Stralcio PAI PS5 Tavola P5cf – Assetto idraulico-fasce fluviali e zone a rischio scala 1:10.000
- Fig. 11 Stralcio PAI PS5 Tavola di piano P8Ca assetto idraulico fasce fluviali e zone a rischio del reticolo secondario scala 1:10.000
- Fig. 12 Stralcio PAI PS5 Tavola P1bi-Bacini idrogeologici ed aree a regime idraulico alterato scala 1:10.000
- Fig. 13 Stralcio PGRAAC-mappa della pericolosità scala 1:10.000
- Fig. 14 Stralcio PGRAAC-mappa del rischio scala 1:10.000
- Fig. 15 Stralcio Tavola 3 PRТА- Carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi scala 1:10.000
- Fig. 16 Stralcio Tavola 5 PRТА- Carta della tutela scala 1:10.000
- Fig. 17 Stralcio Tavola 7 PRТА- Carta obiettivi di qualità scala 1:10.000
- Fig. 18 Carta dell'idoneità territoriale scala 1:10.000

Allegato:

- Relazione indagini in sito luglio 2014 e certificazione Min. Infrastrutture e trasporti categoria A e C;
- Indagini eseguite dalla Geores Srl nelle campagne eseguite tra aprile 2015 e aprile 2016.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

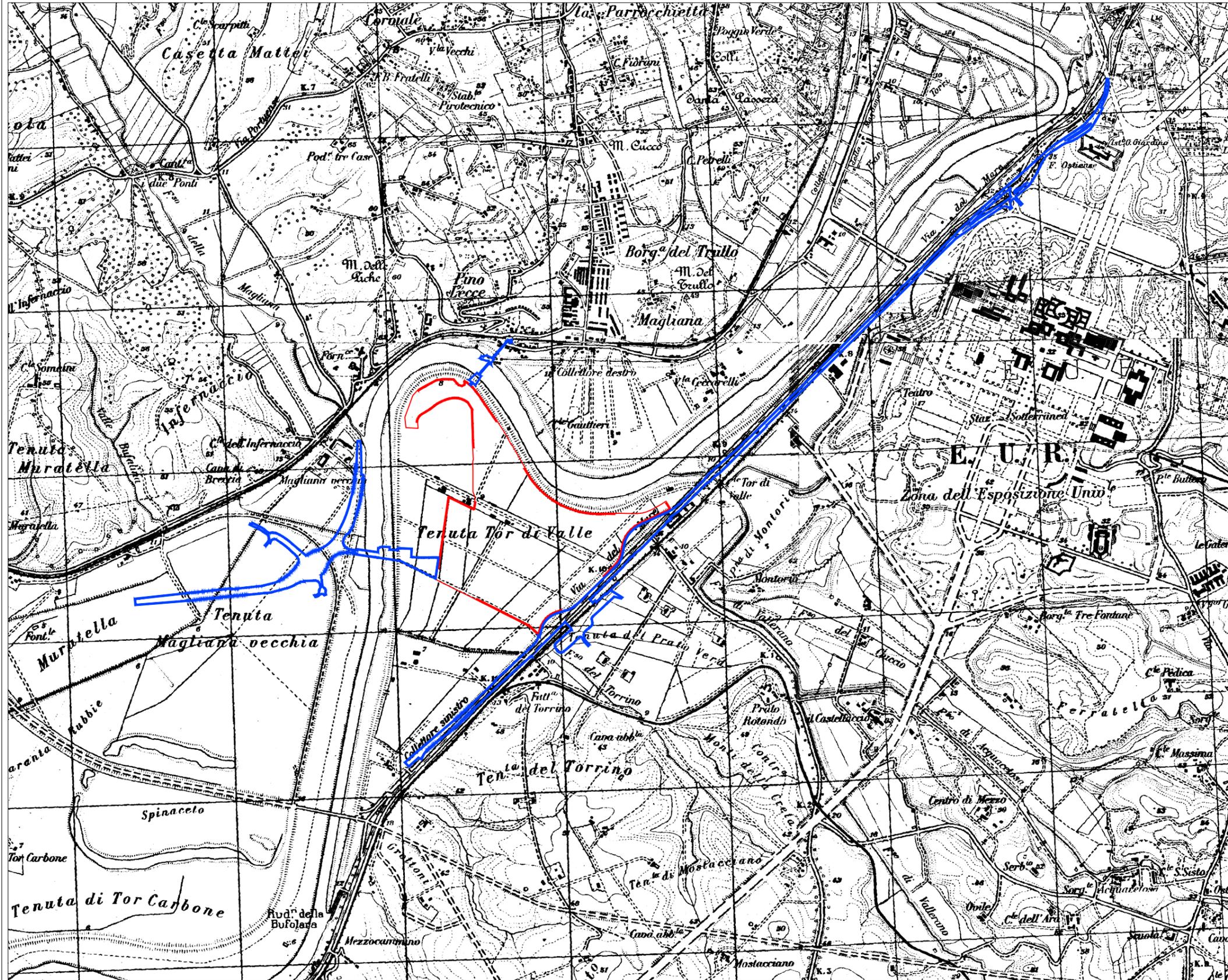
L'area del progetto "A.S. Roma Stadium" è ubicata nella zona SW della città di Roma Municipio IX (ex XII) e si identifica in un'area dall'estensione totale di 110 ha con superficie territoriale di 55 ha, occupata attualmente dall'ex ippodromo Tor di Valle e servizi annessi.

La zona è delimitata grosso modo ad ovest da Via dell'Ippica a nord-est dall'argine del Fiume Tevere a sud-est da altra proprietà privata e a sud dalla Via del Mare.

Nella cartografia ufficiale il sito risulta inserito:

- nel Foglio 149 II NE "Acilia" scala 1:25.000 della Carta d'Italia (Fig.1);
- nella sezione n. 374140 "Eur" della C.T.R. scala 1:10.000 (Fig.2);
- nelle CTRN 374143 "Torrino" e 374144 "Trullo" scala 1:5.000 (Fig.3).

# CARTA COROGRAFICA

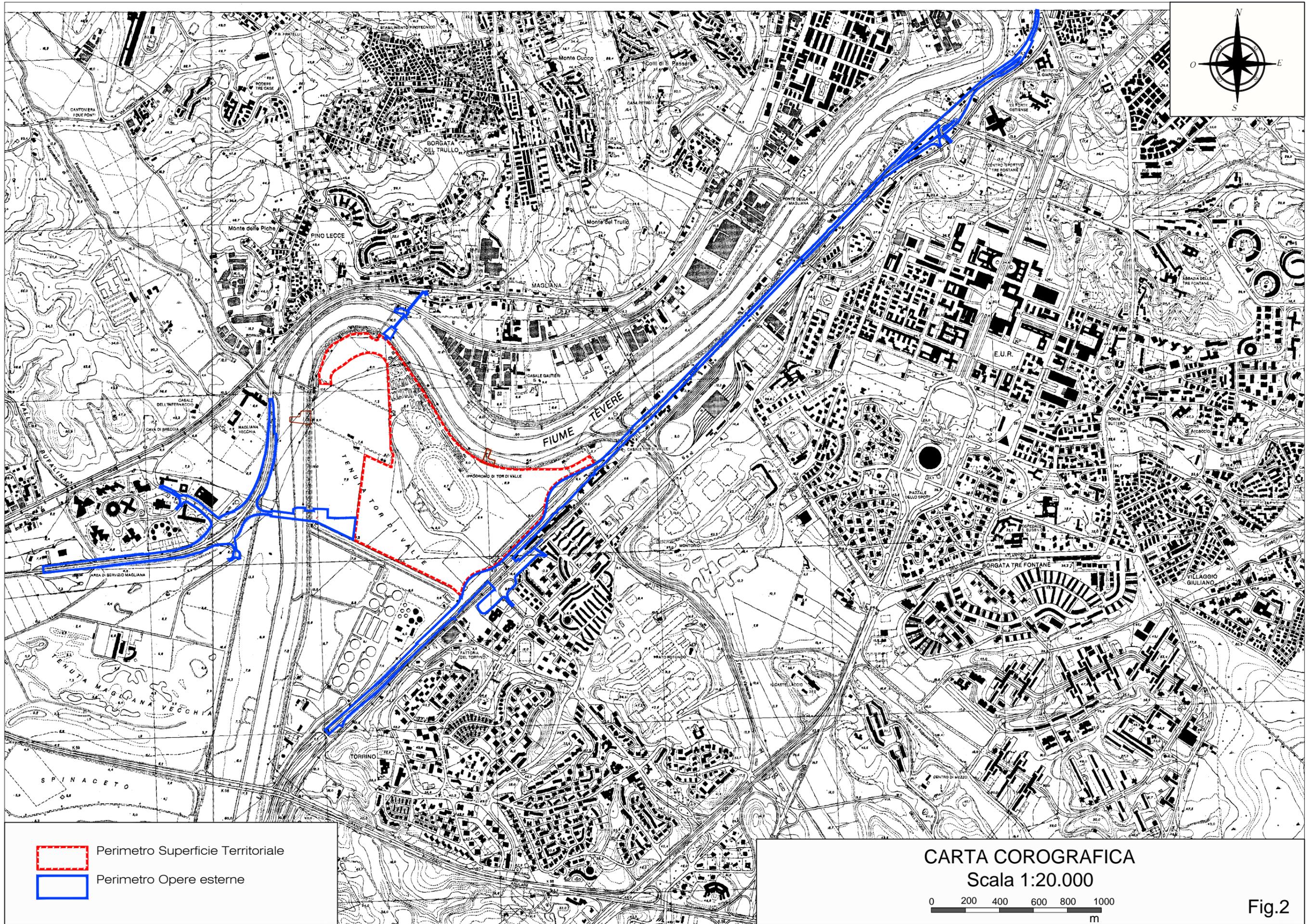


-  Perimetro Superficie Territoriale
-  Perimetro Opere esterne

Stralcio igm n° 149 II NE "Acilia"

Scala 1:25.000

Fig.1

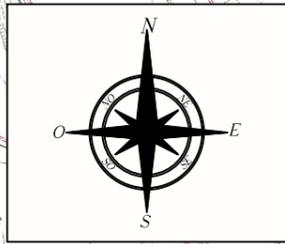
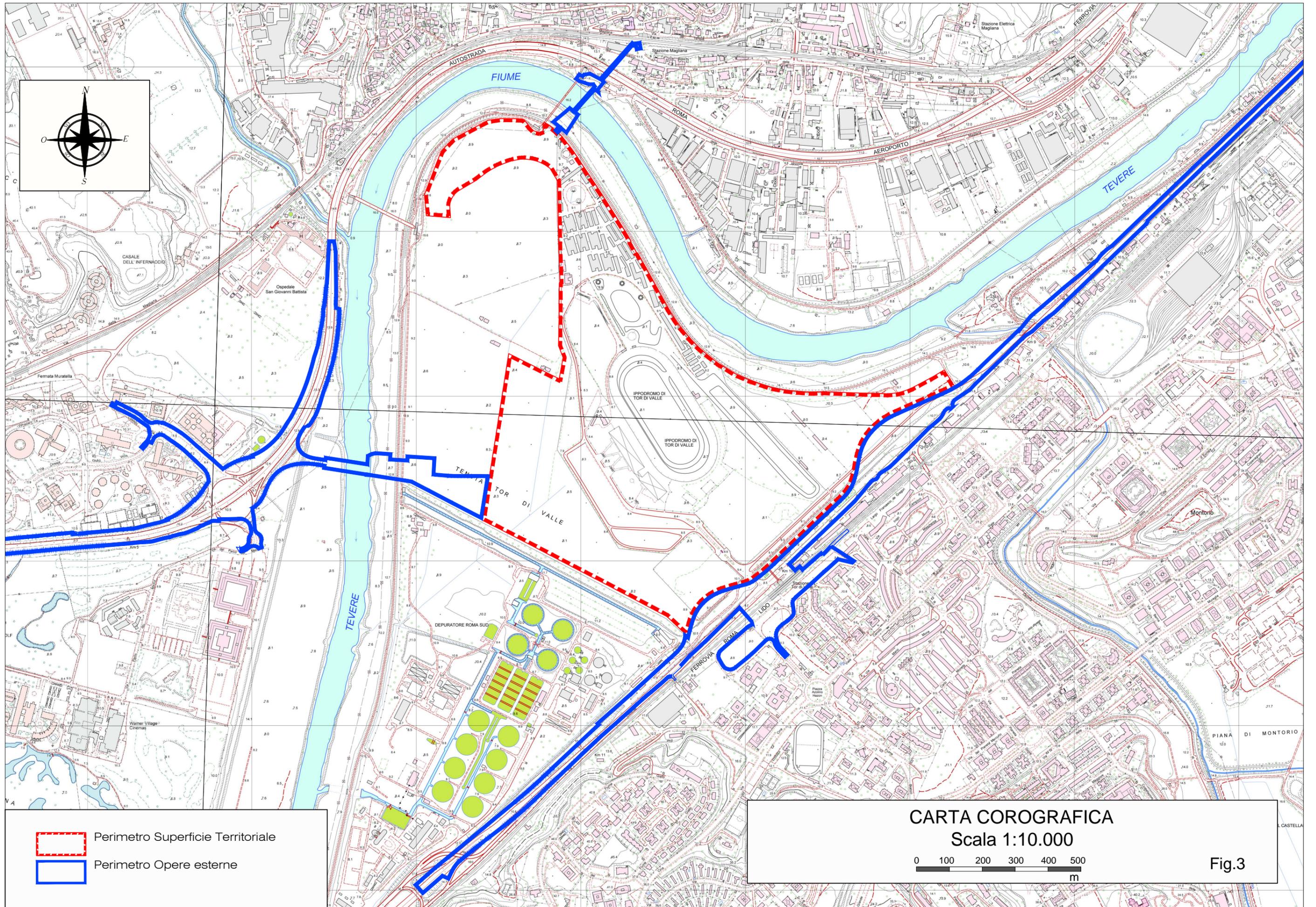


-  Perimetro Superficie Territoriale
-  Perimetro Opere esterne

CARTA COROGRAFICA  
Scala 1:20.000



Fig.2

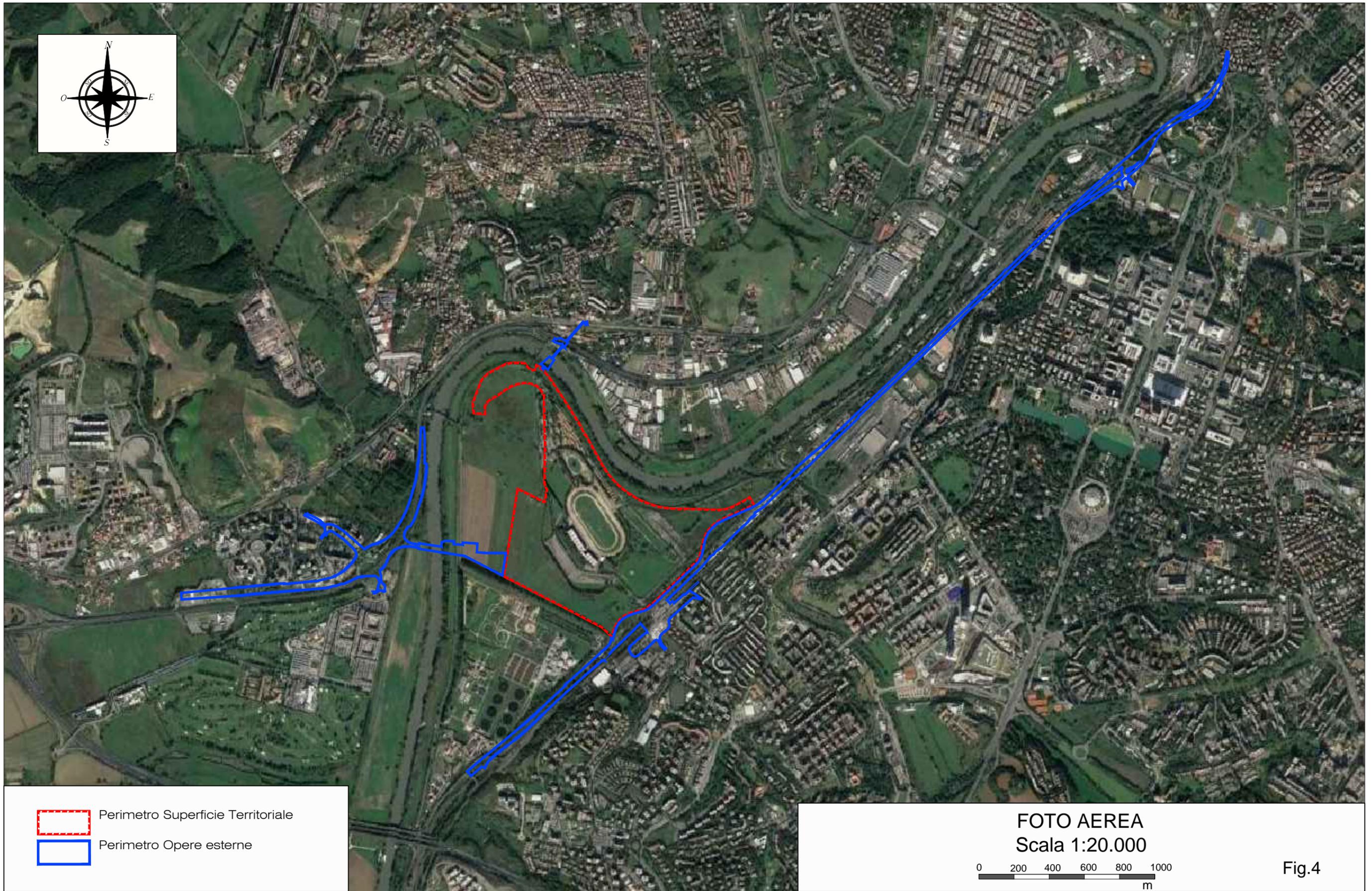


- Perimetro Superficie Territoriale
- Perimetro Opere esterne

**CARTA COROGRAFICA**  
**Scala 1:10.000**



**Fig.3**



-  Perimetro Superficie Territoriale
-  Perimetro Opere esterne

FOTO AEREA  
Scala 1:20.000  
0 200 400 600 800 1000  
m

Fig.4

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE E DI DETTAGLIO

Il territorio del Comune di Roma si estende su un'area vastissima che va dal complesso Sabatino a Nord, ai primi contrafforti dell'Appennino a Est, al margine dei Colli Albani a Sud, fino al litorale a Ovest.

Nel corso della sua bimillenaria storia la città si è espansa, quasi senza continuità, dagli originari Sette Colli fino a ben oltre l'attuale tracciato del Grande Raccordo Anulare e il suo territorio è stato stravolto e modificato nel tempo.

La zona in esame si inserisce in sponda sinistra del Fiume Tevere, all'interno di un suo meandro, e quindi in un contesto geologico particolare caratterizzato dalla piana alluvionale del Fiume.

#### 3.1 Quadro geologico generale

L'area su cui sorge la città di Roma dal centro storico fino alla periferia è caratterizzata da una complessa storia geologica, legata all'evoluzione geodinamica dell'area mediterranea tuttora in corso, che ha determinato un assetto del territorio molto articolato.

Da un punto di vista geologico-strutturale l'area romana è legata all'evoluzione del margine tirrenico che a partire dal Pliocene viene interessato da un progressivo processo di rifting, che porta ad un notevole assottigliamento crostale. A causa di tale processo l'intera area viene sommersa da un mare piuttosto profondo, dal quale emergevano alti strutturali rappresentati dalle isole del Monte Soratte e dei Monti Cornicolani, in cui si accumulava nel tempo una potente serie di terreni prevalentemente argilloso-marnosi dello spessore di diverse centinaia di metri.

Durante il Pleistocene inferiore, si assiste ad un mutamento delle condizioni paleogeografiche del bacino di sedimentazione dovute sia a movimenti tettonici sia dal ripetersi di periodi glaciali e interglaciali che provocarono oscillazioni del livello marino. Tali mutamenti portarono ad una diversificazione dei prodotti di sedimentazione che da depositi prevalentemente argillosi marini passarono progressivamente verso l'alto a sedimenti limosi e sabbiosi di origine continentale.

Tali terreni costituiscono oggi le unità più antiche che affiorano sul territorio comunale formando una serie ritmica di depositi argilloso-marnosi, argilloso-sabbiosi e sabbiosi conosciute in letteratura con diversi nomi: *Argille Vaticane*, *Argille Azzurre*, *Unità di Monte Vaticano*, *sabbie dell'Astiano*.

Dopo una fase glaciale (emersione - avanzamento della linea di costa - periodo erosivo), databile a circa 750.000 anni fa, con l'interglaciale (immersione - arretramento della linea di costa - periodo deposizionale) si instaura su gran parte del territorio un ambiente di tipo continentale con deposito di sedimenti argillosi, sabbiosi e ghiaiosi, che ricoprono i sottostanti orizzonti marini del Plio-Pleistocene.

A tale sequenza sedimentaria continentale di colmamento viene dato il nome di Unità del Paleotevere 1 e 2 o Formazione di Ponte Galeria (In questa unità sono state inserite anche altre formazioni conosciute in letteratura con i termini Unità di Santa Cecilia, Monte Ciocci e fosso della Crescenza).

A questo periodo seguono altre glaciazioni e periodi interglaciali, con variazioni del livello del mare e colmamenti delle zone precedentemente incise.

Al termine di uno dei cicli glaciali (erosione e poi deposito), si ha la formazione di due distinti distretti vulcanici, i Colli Albani a sud-est e i Sabatini a nord-ovest, della città di Roma, che manifestano la loro attività quasi contemporaneamente.

I materiali dei due apparati ricoprono migliaia di km<sup>2</sup> di territorio, con spessori variabili da pochi metri nelle zone distali, a diverse centinaia di metri nelle aree prossimali ai centri eruttivi.

L'attività vulcanica ha dato luogo a vari tipi di depositi: piroclastiti di ricaduta, colate piroclastiche, colate di tipo idromagmatico e colate laviche.

A sud e ad est di Roma si hanno prevalentemente i prodotti vulcanici legati all'attività dei Colli Albani, mentre a nord e a ovest quelli dei numerosi centri eruttivi dei Sabatini (Baccano, Bracciano, Sacrofano, Trevignano e molti altri centri minori).

La sequenza dei terreni vulcanici non è continua e le eruzioni si susseguono con intervalli, che durano anche più di 100.000 anni, durante i quali si hanno episodi di sedimentazione di terreni continentali alluvionali a colmamento delle valli. Si depositarono così formazioni contenenti vulcaniti rimaneggiate, paleosuoli e sedimenti lacustri tra le quali assume importanza per l'area romana l'Unità di San Paolo.

Alla messa in posto di questi terreni fa seguito un nuovo periodo erosivo cui segue una fase deposizionale di sedimenti argillosi e sabbiosi, l'Unità Aurelia.

Dopo un lungo periodo di stasi, l'attività vulcanica riprende con l'emissione di materiale vulcanico frammisto a brandelli di materiali lapidei delle serie sedimentarie presenti in profondità. Si tratta degli ultimi prodotti degli apparati vulcanici sia dell'area Sabatina che Albana.

Un sollevamento generale dell'area precede l'ultimo glaciale che tanta importanza ha rivestito nella geologia romana.

L'ultimo glaciale è il responsabile dell'assetto morfologico del territorio così come noi lo osserviamo attualmente infatti durante questo periodo si assiste ad un abbassamento del livello del mare che ha provocato una forte erosione e modellamento del territorio con la formazione di profonde valli in corrispondenza dei principali corsi d'acqua.

La successiva risalita del livello del mare ha portato al riempimento delle valli, dei principali corsi d'acqua (Tevere, Aniene, Galeria, Magliana ecc..) precedentemente scavate dai fiumi, con l'accumulo di enormi spessori (fino a 70-80 m) di materiale alluvionale.

## **3.2 Geologia di dettaglio dell'area in studio**

L'area oggetto di studio si identifica con l'attuale area occupata dall'ippodromo di Tor di Valle ed è delimitata grosso modo ad ovest da Via dell'Ippica a NE dall'argine del Fiume Tevere a SE da altra proprietà privata e a S dalla Via del Mare.

Dal punto di vista stratigrafico nell'area più vasta anche esterna a quella in studio si riscontrano diversi complessi geologici mostrati nella Carta Geologica in Fig. 5, tratta da Funciello e Giordano 2008, che dall'alto verso il basso sono costituiti dai seguenti termini:

- Depositi antropici

Depositi eterogenei dovuti all'ammassamento e allo spostamento dei materiali per rilevati stradali, ferroviari, terrapieni, colmate. Spessore fino a 30 m. OLOCENE;

- Depositi alluvionali in evoluzione

Depositi alluvionali all'interno delle arginature artificiali del Fiume Tevere e del Fiume Aniene. Spessore fino a 10 m. OLOCENE;

- Depositi alluvionali

Nella piana alluvionale del Fiume Tevere e del Fiume Aniene. Spessore fino a 60 m. OLOCENE;

- Formazione di Vitinia

Sabbie fluviali ad elementi vulcanici, ghiaie calcaree e silicee a matrice sabbiosa ad elementi vulcanici, limi con abbondanti resti di vertebrati e concrezioni travertinose. Spessore fino a 20 m. PLEISTOCENE MEDIO p.p.;

- Formazione di Fosso del Torrino

Ghiaie, sabbie e limi poligenici in facies fluviale e fluvio-lacustre a riempimento di canali, con elementi vulcanici derivanti prevalentemente dall'erosione delle delle Pozzolane Rosse, delle Pozzolane Nere e del Tufo Rosso a Scorie Nere Sabatino; silt calcarei a luoghi fortemente cementati e argille in alternanze irregolari che passano lateralmente a depositi di travertini fitoclastici e livelli cementati. "Formazione di S. Cosimato" Auctt. p.p.; "Unità di S. Paolo" Auctt. p.p. Spessore fino a 20 m. PLEISTOCENE MEDIO p.p.;

- Pozzolane rosse

Unità piroclastica massiva e caotica, semicoerente, da rosso a viola vinaccia a grigio scuro, a matrice scoriacea povera della frazione cineritica, con scorie di dimensioni fino a 24 cm, litici lavici, sedimentari termometamorfosati e olocristallini di dimensioni fino a 20 cm e abbondanti cristalli di leucite, clinopirosseno e biotite, Composizione da tefritica a tefritico-foiditica (6). Spessore fino a 15 m in affioramento e 35 m da dati di sondaggio. Nella parte alta del deposito sono frequenti le strutture da degassamento ("gas pipes"). La geometria del deposito è tabulare. L'unità è riferibile ad una eruzione ignimbratica di grande volume del litosoma Vulcano Laziale. "Pozzolane inferiori"; "Pozzolane di S. Paolo" Auctt. L'età radiometrica è stimata a 457±4 ka (3). PLEISTOCENE MEDIO p.p.;

- Tufi stratificati Varicolori di Sacrofano

Successione di depositi piroclastici lapillosi e cineritici in strati contenenti scorie e litici lavici di dimensioni centimetriche da ricaduta, intercalati a livelli vulcanoclastici rimaneggiati, orizzonti pedogenizzati e depositi limno-palustri. Nella parte intermedia della

successione i livelli primari sono costituiti da pomici di ricaduta bianco-giallastre a sanidino e clinopirosseno in tre banchi con areali di affioramento differenziati (Granturchi Auctt.). La provenienza prevalente dei depositi di questa successione è dai vulcani Sabatini.

Spessori fino a 14 m. L'età radiometrica di uno dei livelli di pomici da ricaduta è stimata  $488 \pm 2$  ka (3). PLEISTOCENE MEDIO p.p.:

- Formazione di Valle Giulia

La formazione è costituita alla base da livelli di ghiaie minute poligeniche a stratificazione incrociata, passanti a sabbie e limi sabbiosi a concrezioni carbonatiche con stratificazione suborizzontale. Verso l'alto sono presenti travertini fitoclastici in banchi ("tartaro"), inglobanti lenti di sabbie e ghiaie vulcanoclastiche (Valle Giulia – Collina Parioli). In zona Vigna Clara – Flaminia, sono presenti livelli ricchi in fluorite. Ambiente fluviale e fluvio-palustre. Spessore fino a 30 m. PLEISTOCENE MEDIO p.p.;

- Formazione Di Ponte Galeria

La formazione di ponte galeria è suddivisa in 3 sub-litofacies che sono:

*Litofacies sabbiosa*

Sabbie e sabbie limose, silicee, locali stone lines composti da ciottoli silicei, con frequenti patine di ossidazione, rubefatte o grigiastre. Ambiente eolico e di piana braided. Spessori compresi tra 10 m nella zona di Casalotti e 4-5 m nell'area compresa tra La Giustiniana e Palmarola. ("Sabbie salmonate" Auctt. p.p).

- Litofacies argilloso-sabbiosa

Alternanze irregolari di argille grigie e limi sabbiosi, più sabbiose verso il tetto, con abbondanti resti di *Cerastoderma Lamarkii*, *Ostrea edulis* e *Venerupis senescens*. Ambiente da lagunare a litorale. Spessore 5 m ("Argille a *Venerupis senescens*" Auctt.).

- Litofacies conglomeratico-sabbiosa

Ghiaie a stratificazione incrociata a basso angolo in matrice sabbiosoquarzosa, costituite da ciottoli eterometrici, arrotondati e/o appiattiti, calcarei (80%) e silicei, con intercalate lenti sabbiose. Ambiente fluvio-deltizio. Spessore massimo 35 m, zona Valle della Breccia ("Sabbie e ghiaie a laminazione incrociata" Auctt.) PLEISTOCENE MEDIO p.p.

Nell'area di indagine, oggetto della proposta d'intervento, per tutta la sua estensione affiorano esclusivamente i *Depositi Alluvionali della piana del Fiume Tevere* dell'Olocene (Fig. 5).

Si tratta di depositi molto eterogenei di natura siltoso-sabbiosa e siltoso-argillosa, prevalentemente costituiti da depositi fini siltoso-argillosi alternati a livelli sabbiosi e a livelli di torbe a diversa profondità. Alla base sono frequenti livelli ghiaiosi e sabbiosi, che possono ospitare una falda in pressione. Da letteratura lo spessore di questi depositi può arrivare fino a 60-70 m.

### 3.3 Stratigrafia di dettaglio dell'area di studio da indagini in sito

I dati precedentemente riportati sono stati confermati in pieno dalle indagini effettuate in sito sia nella campagna geognostica geofisica condotta dallo scrivente nel 2014 per gli studi di prefattibilità sia nelle campagne geognostiche-geofisiche condotte dalla Geores Srl tra i mesi di aprile 2015 e aprile 2016.

I numerosi sondaggi geognostici hanno permesso di ricostruire il modello geologico del sottosuolo, in particolare sono state individuate numerose eteropie laterali evidenziate nei sondaggi preliminari che hanno portato alla suddivisione macroscopica del volume di sottosuolo indagato in due principali macro ambiti geomorfologici in relazione ai processi fluviali, definiti come macro ambiti fluviale e spondale.

Le indagini integrative hanno permesso di ampliare ed affinare il modello individuando ulteriori ambiti e sotto ambiti geomorfologici.

Il terreno di riporto antropico presenta nell'area indagata uno spessore generalmente esiguo, inferiore al metro, con spessori al massimo di una decina di metri, limitatamente al settore meridionale posto tra Via Ostiense e l'impianto di depurazione Acea e al settore posto a Nord, presso l'altro impianto Acea e la Stazione Magliana.

I depositi colluviali e alluvionali recenti, sottostanti il terreno di riporto, costituiscono uno strato di spessore generalmente omogeneo in tutta l'area, con spessore pari ai 6-8 metri. Questi depositi sono costituiti da limi argillosi e sabbiosi mediamente consistenti, con tracce di ossidazioni e di torba e con scarsi inclusi antropici rimaneggiati.

Nell'area di Tor di Valle, il complesso sottostante i depositi colluviali e alluvionali recenti è rappresentato dalle argille limose torbose, esso presenta spessori molto variabili in tutta l'area indagata, delineando la suddivisione in macro ambiti geomorfologici e paleomorfolologici "fluviale e spondale".

In successione stratigrafica, è presente con continuità nell'intera area di Tor di Valle, il deposito di base del complesso alluvionale del Fiume Tevere, caratterizzato da ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa, intercettabile a profondità medie intorno ai 55-60 metri dal p.c. (quote medie -50/-55 m s.l.m.).

Lo spessore delle ghiaie si presenta variabile, da un minimo di 3-5 metri fino ad un massimo di circa 10-12 metri con spessore medio pari a 7-8 metri.

Il substrato geologico locale è costituito dalle argille limose a tratti sabbiose plio-pleistoceniche, intercettabili a profondità medie intorno ai 65-70 metri dal p.c. (quote -57/-63 m s.l.m.) e presenta una debole immersione verso SO, condizionando tra l'altro la direzione di flusso della circolazione idrica principale.

Come anticipato nel corso delle campagne geognostiche e geofisiche condotte tra i mesi di aprile 2015 e aprile 2016 sono stati individuati i seguenti ambiti geomorfologici, questi ambiti sono rilevabili esclusivamente in profondità:

"A" – Ambito geomorfologico fluviale, suddiviso in Sotto ambito geomorfologico fluviale interno "A1" e "A2".

"B" – Ambito geomorfologico spondale, suddiviso in Sotto ambito geomorfologico spondale "B1" e "B2".

"C" – Ambito geomorfologico nell'area della Stazione Magliana,

Fosso di Vallerano – Settore di Valle (Località Tor di Valle) e Settore di Monte (Località Il Castellaccio).

Per ciascun ambito geomorfologico è stata descritta la stratigrafia di dettaglio rilevata, ai fini della presente relazione vengono indicate per semplicità le stratigrafie dell'ambito geomorfologico fluviale e spondale.

Ambito geomorfologico fluviale "A"

- Terreno di riporto antropico – Unità Litotecnica A: Il terreno di riporto antropico presenta nell'area uno spessore esiguo, generalmente entro un paio di metri ed è costituito da una matrice da sabbiosa fine limosa a limo-sabbiosa, di colore da marrone a marrone-rossastro, da poco a mediamente addensata, con scarsi inclusi eterogenei.
- Deposito colluviale – Unità Litotecnica B: Il deposito di origine colluviale è costituito da una matrice limo-argillo-sabbiosa, di colore da avana a marrone chiaro, mediamente a consistente, con tracce di ossidazioni e con scarsi inclusi antropici rimaneggiati subcentimetrici.
- Argilla limo-sabbiosa – Unità Litotecnica C: Il deposito sottostante è costituito da argilla limo-sabbiosa, di colore marrone chiaro-nocciola, da poco a mediamente consistente, con livelli sabbioso-limosi e scarse tracce di materia organica.
- Argilla limosa torbosa – Unità Litotecnica D: Il complesso sottostante è caratterizzato da argilla limosa torbosa, a tratti sabbiosa, di colore grigio, nell'insieme poco consistente, con livelli maggiormente consistenti e con orizzonti e lenti di torba di spessore plurimetrico, contenenti talvolta sacche di gas, e con sottili livelli sabbioso-argillosi.
- Sabbia limoso-argillosa – Unità litotecnica E: Il complesso è caratterizzato da sabbia medio-fine limosa a tratti debolmente argillosa, di colore grigio, da poco a mediamente addensata, con abbondanti orizzonti argilloso-sabbiosi pluricentimetrici e livelli maggiormente consistenti.
- Ghiaia sabbiosa – Unità litotecnica F: Il deposito è costituito da ghiaia eterogenea ed eterometrica in matrice sabbiosa, di colore da grigio chiaro a beige, a tratti cementata, con ciottoli da centimetrici a pluricentimetrici.
- Argilla limosa – Unità litotecnica G: La formazione basale della successione stratigrafica, di origine marina, è caratterizzata da argilla limoso-sabbiosa, di colore grigio, consistente, con resti di gusci di bivalvi.

Ambito geomorfologico spondale "B"

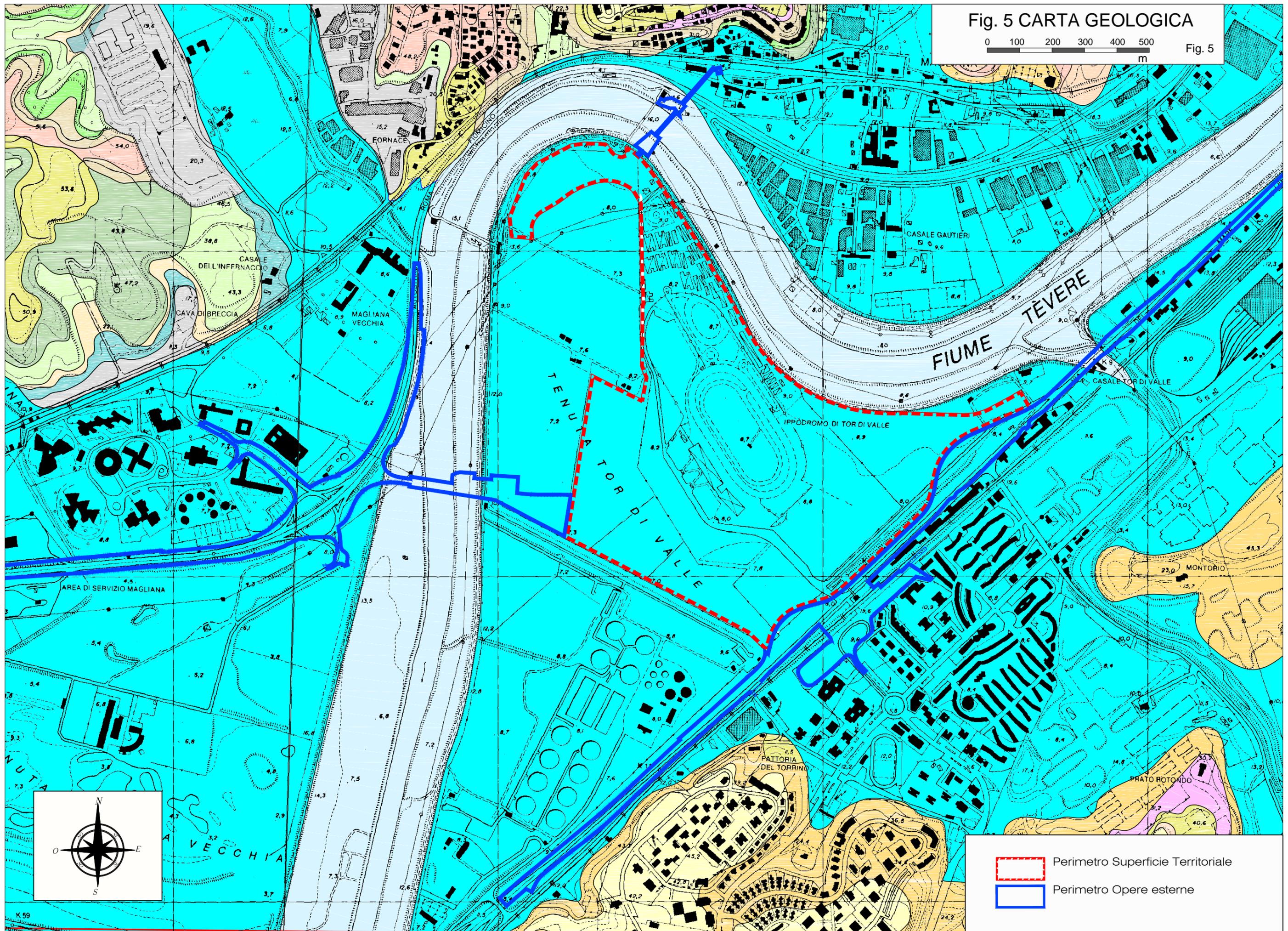
- Terreno di riporto antropico – Unità Litotecnica A: Il terreno di riporto antropico presenta nell'area uno spessore generalmente esiguo, entro un paio di metri, ed è costituito da una matrice da sabbiosa fine limosa a limo-sabbiosa debolmente argillosa, di colore da marrone a marrone-grigiastro da poco a mediamente addensata, con scarsi inclusi eterogenei.
- Deposito colluviale – Unità Litotecnica B: Il deposito di origine colluviale è costituito da una matrice da limo-sabbiosa a sabbio-argillosa, di colore da nocciola-avana, da poco a mediamente consistente, con tracce di materia organica e di ossidazioni e con scarsi inclusi antropici rimaneggiati subcentimetrici.
- Argilla limo-sabbiosa - Unità Litotecnica C Il deposito sottostante è costituito da argilla limosa e limo argilloso a tratti sabbioso, di colore marrone chiaro-nocciola, mediamente consistente, con ossidazioni, materia organica e livelli sabbiosi.

- Argilla limosa torbosa – Unità Litotecnica D: Il complesso sottostante è caratterizzato da argilla limosa torbosa, a tratti sabbiosa, di colore grigio, nell'insieme poco consistente, con livelli maggiormente consistenti e con orizzonti e lenti di torba di spessore plurimetrico, contenenti talvolta sacche di gas, e con sottili livelli sabbioso-argillosi.
- Sabbia limoso-argillosa – Unità litotecnica E: Il complesso è caratterizzato da sabbia medio-fine limosa a tratti debolmente argillosa, di colore grigio, da poco a mediamente addensata, con abbondanti orizzonti argilloso-sabbiosi pluricentrici e livelli maggiormente consistenti.
- Ghiaia sabbiosa – Unità litotecnica F: Il deposito è costituito da ghiaia eterogenea ed eterometrica in matrice sabbiosa, di colore da grigio chiaro a beige, a tratti cementata, con ciottoli da centimetrici a pluricentrici.
- Argilla limosa – Unità litotecnica G: La formazione basale della successione stratigrafica, di origine marina, è caratterizzata da argilla limoso-sabbiosa, di colore grigio, consistente, con resti di gusci di bivalvi.

Fig. 5 CARTA GEOLOGICA

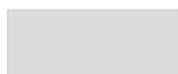


Fig. 5

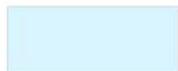


-  Perimetro Superficie Territoriale
-  Perimetro Opere esterne

# LEGENDA CARTA GEOLOGICA



## **Deposito antropico**



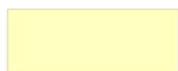
## **Deposito alluvionale in evoluzione**

Depositi alluvionali all'interno delle arginature artificiali del Fiume Tevere e del Fiume Aniene. Si tratta di alternanze di sabbie, silt, argille e livelli ricchi di materia organica. Spessore fino a 10 m. OLOCENE



## **Deposito alluvionale**

Depositi siltoso-sabbiosi e siltoso-argillosi delle piane alluvionali. Nella piana alluvionale del Fiume Tevere e del Fiume Aniene è litologicamente nota da dati di sondaggio ed è prevalentemente costituita da depositi fini siltoso-argillosi alternati a livelli sabbiosi e a livelli di torbe a diversa profondità. Alla base sono frequenti livelli ghiaiosi e sabbiosi, che possono ospitare una falda in pressione. Spessore fino a 60 m. OLOCENE



## **FORMAZIONE DI VITINIA**

Sabbie fluviali ad elementi vulcanici, ghiaie calcaree e silicee a matrice sabbiosa ad elementi vulcanici, limi con abbondanti resti di vertebrati e concrezioni travertinose. Spessore fino a 20 m. PLEISTOCENE MEDIO p.p.



## **POZZOLANELLE**

Deposito piroclastico massivo  
PLEISTOCENE MEDIO p.p.



## **FORMAZIONE DI FOSSO DEL TORRINO**

Ghiaie, sabbie e limi poligenici  
PLEISTOCENE MEDIO p.p.



## **POZZOLANE ROSSE**

Unità piroclastica massiva e caotica, semicoerente  
PLEISTOCENE MEDIO p.p.



## **TUFI STRATIFICATI VARICOLORI DI SACROFANO**

Successione di depositi piroclastici lapillosi e cineritici in strati contenenti scorie e litici lavici  
PLEISTOCENE MEDIO p.p.



## **FORMAZIONE DI VALLE GIULIA**

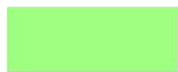
Livelli di ghiaie minute passanti a sabbie e limi sabbiosi a concrezioni carbonatiche con stratificazione suborizzontale.  
PLEISTOCENE MEDIO p.p.

## **FORMAZIONE DI PONTE GALERIA**



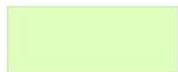
### ***Litofacies sabbiosa***

Sabbie e sabbie limose, silicee



### ***Litofacies argilloso-sabbiosa***

Alternanze irregolari di argille grigie e limi sabbiosi, più sabbiose verso il tetto



### ***Litofacies conglomeratico-sabbiosa***

Ghiaie con intercalatre lenti sabbiose  
PLEISTOCENE MEDIO p.p.

## 4. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO GENERALE E DI DETTAGLIO

### 4.1 Morfologia della Piana del Tevere e sua evoluzione

L'area di studio è ubicata nella piana alluvionale del Tevere in riva sinistra, all'interno di un meandro. L'assetto morfologico attuale della piana è il risultato di una storia che inizia circa 120.000 anni fa (glaciazione Wurm) quando il livello medio dei mari si abbassò di molte decine di metri rispetto al livello attuale. Tale glaciazione culminò con un picco freddo, circa 18.000 anni fa, in cui si stima che il livello del mare fosse di almeno 120 m al di sotto di quello attuale. Questo abbassamento determinò la forte incisione della Valle del Tevere, che scorreva molte decine di metri al di sotto dell'attuale livello del fiume.

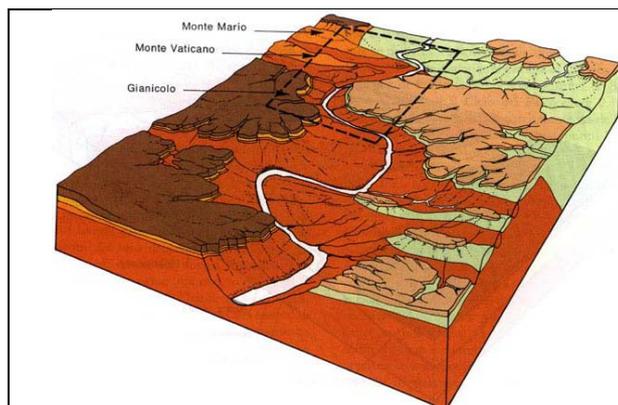


Immagine 4.1.1 – Erosione del Tevere durante l'ultima glaciazione

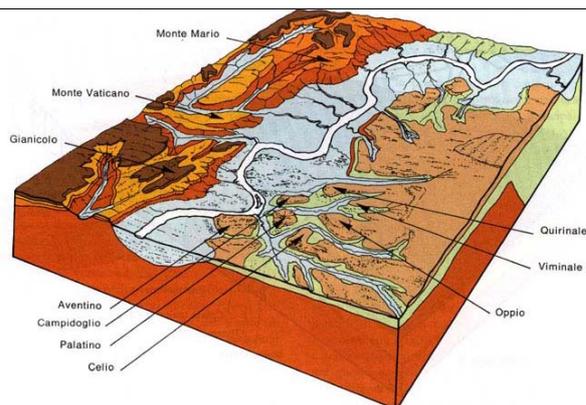


Immagine 4.1.2 – morfologia creata dall'erosione del Tevere e dei suoi affluenti

Nell'area di Roma il Tevere incise il compatto substrato delle argille plioceniche fino ad una profondità di circa 50 m al di sotto dell'attuale livello del mare. In seguito a questa sensibile diminuzione di quota del corso del Tevere, gli affluenti in riva destra e sinistra incisero anch'essi profonde e strette valli (da Faccenna e alli 1995).

Dopo il picco freddo wurmiano di 18.000 anni fa, a causa del repentino aumento della temperatura, il livello del mare iniziò a risalire molto velocemente. La risalita del livello del mare indusse il progressivo innalzamento di quota del corso del Tevere e il suo colmamento da parte di

depositi alluvionali olocenici (Belluomini et al., 1986; Bellotti et al., 1989; Alessio et al., 1994; Boudillon et al., 1994; Antonioli e Ferranti, 1996; Corazza et al., 1999).

Successivamente il livello dei mari ha subito notevoli variazioni, oscillando di molte decine di metri rispetto al livello attuale. Queste continue oscillazioni hanno fatto variare di continuo la linea di costa nell'area laziale, e dato luogo a periodi in cui il Tevere creava profonde incisioni per erosione a causa dell'abbassamento delle acque marine, e periodi in cui questa valle incisa veniva rialluvionata e colmata di sedimenti, pertanto il suo alveo ha subito numerose variazioni nello spazio e nel tempo creando meandri che nel tempo sono stati abbandonati e ricreandone nuovi.

## 4.2 Morfologia di dettaglio della zona di studio

L'area destinata al progetto "A.S. Roma Stadium" confina a nord-est con l'alveo del Fiume Tevere che è delimitato da un argine la cui altezza è circa +3 - +4 m dal livello di base del p.c. dell'Ippodromo di Tor di Valle ed è ubicata all'interno di un meandro.

La larghezza e il raggio di curvature del meandro è proporzionale alla larghezza media del letto del fiume nell'area. L'area di studio si ubica sulla sponda di sedimentazione del meandro dove la velocità della corrente è minore.

Le quote dell'intera zona variano da circa 8 m slm a SE a 9.7 m slm a NNW con dei valori di circa 8 m slm nella parte centrale. Pertanto l'area in generale subpianeggiante, mostra una leggera pendenza spostandosi da NNW verso SSE.

Dall'analisi delle cartografie reperibili in letteratura e da sopralluoghi effettuati è possibile affermare che non esistono nell'area forme morfologiche particolari e non si evidenziano segnali di dissesto gravitativo in atto inoltre non sono stati rilevati indicatori che ne lascino presagire un futuro innesco anche in virtù della scarsa energia di rilievo per la stessa morfologia subpianeggiante.

L'unico elemento morfologico di rilievo è rappresentato dagli argini artificiali del Tevere che non presentano in nessun punto indicatori morfologici di instabilità anche in virtù delle modeste pendenze.

Dati questi evidenziati anche dalla carta del PAI dell'ABT in Fig. 6–Inventario dei fenomeni franosi (approvato con DPCM del 10 novembre 2006 e pubblicato sulla GU 33 del 9 febbraio 2007) che non segnala nessun elemento di rilievo.

Inoltre essendo l'area attualmente occupata in piccola parte da vecchie strutture dell'ippodromo (tribune e stalle) in alcune zone sono stati eseguiti interventi di scavo e ricolma, confermati dalla coltre di terreno di riporto individuato nel corso dei sondaggi geognostici.

Ai fini della presente relazione è stata elaborata la carta geomorfologica di Fig. 7, in essa sono indicati una serie di elementi geomorfologici caratteristici della morfologia fluviale e alluvionale di seguito elencati.

Superficie suborizzontale di piana alluvionale: Si tratta dell'area dov'è avvenuta la sedimentazione di depositi alluvionali recenti e attuali del Fiume Tevere; in quest'area la morfologia è pianeggiante ed è caratterizzata da localizzati dislivelli blandi e poco significativi. Tutta l'area oggetto del presente studio rientra in questa classificazione geomorfologica.

Orlo di scarpata morfologica: Corrisponde agli orli delle scarpate morfologiche localizzate nei settori dove si individuano i rilievi morfologici presenti sia in destra che in sinistra del Tevere. Nell'area oggetto del presente studio non vi sono scarpate morfologiche.

Argine artificiale del Fiume Tevere: Corrisponde all'argine del Tevere, attualmente occupato in parte dalla pista ciclabile, esso ha una quota massima compresa tra circa 12 e 14 metri slm, delimita il settore nord, nord-orientale e nord-occidentale dell'area in esame.

Golena del Tevere, superficie compresa tra l'argine e l'alveo del Tevere: Si tratta della superficie morfologica pianeggiante compresa tra l'argine artificiale del Tevere e l'alveo fluviale, esso ha una quota compresa tra circa 6 e 9 metri slm.

Alveo del Fiume Tevere: è rappresentato dal letto abituale del Fiume Tevere.

Idrografia di superficie secondaria, affluenti del Tevere: Si tratta dell'idrografia di superficie costituita dai corsi d'acqua affluenti del Tevere tra cui principalmente il Fosso di Vallerano in sinistra idrografica e il Fosso della Magliana in destra idrografica.

STRALCIO PAI  
INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI  
Scala 1:20.000

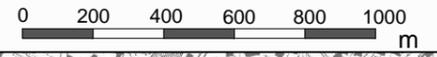
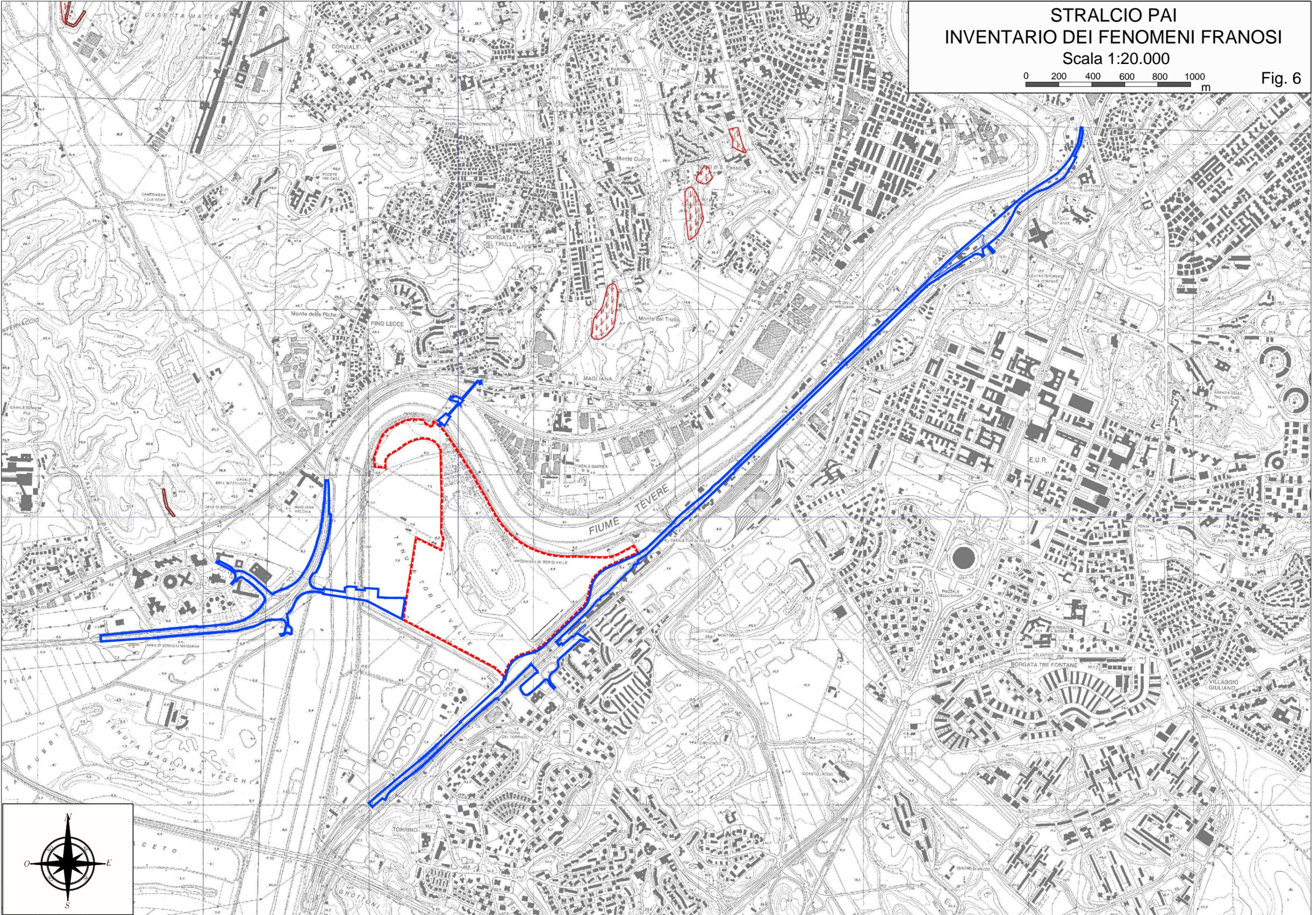


Fig. 6



# STRALCIO PAI INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI LEGENDA

## Legenda

### Inventario dei fenomeni franosi

fenomeno attivo	fenomeno quiescente	fenomeno inattivo*	fenomeno presunto		fenomeno attivo	fenomeno quiescente	fenomeno inattivo*	fenomeno presunto	
				frana per crollo o ribaltamento					area a calanchi o in erosione
				frana per scivolamento					frana presunta
				frana per colamento					orlo di scarpata di frana
				frana complessa					frana non cartografabile
				area con franosità diffusa					
				area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV)					
				area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso					
				falda e/o cono di detrito					
				debris flow (colata di detrito)					

### Situazioni di rischio da frana

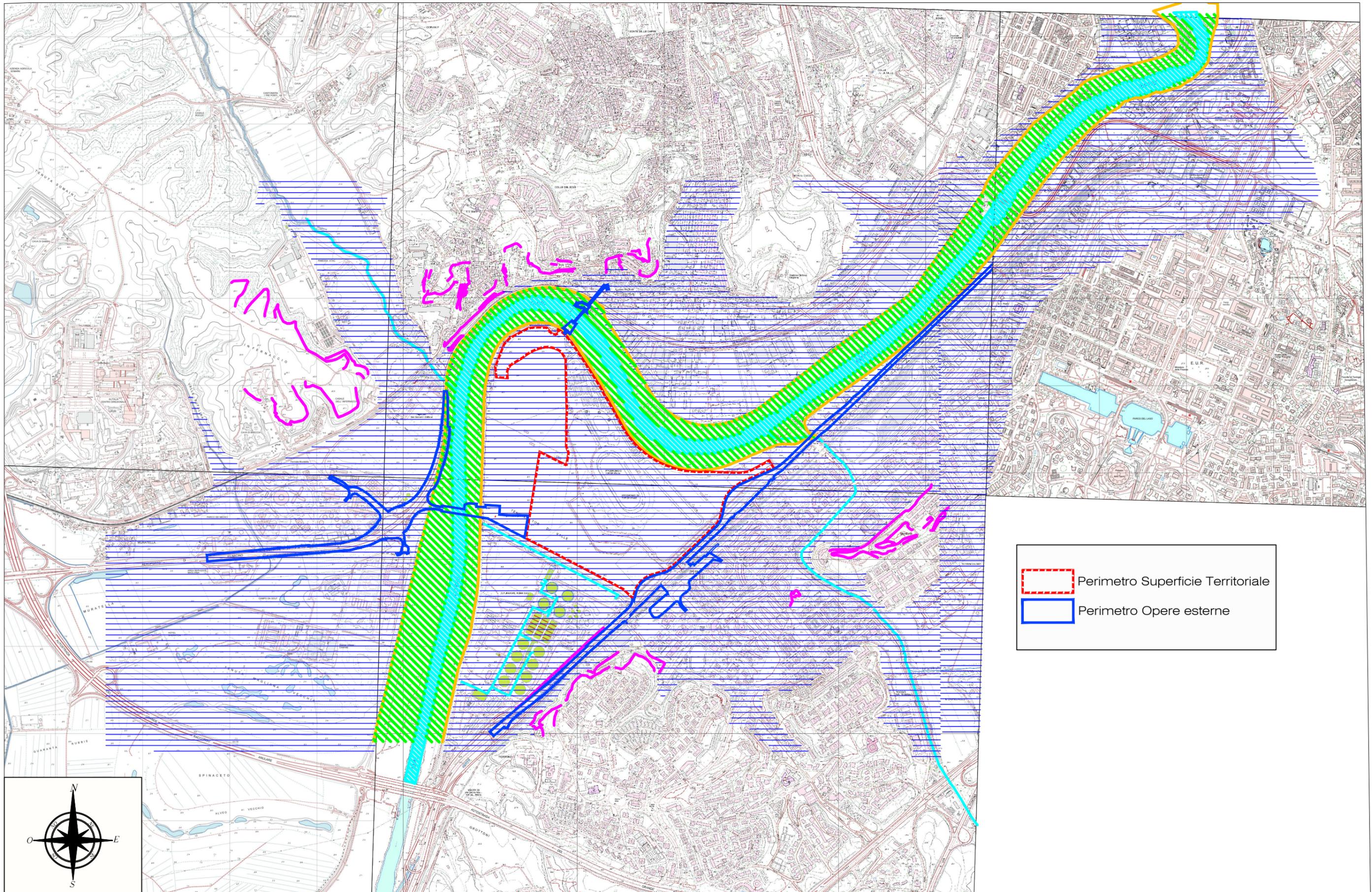
	R4 - 'molto elevato'
	R3 - 'elevato'

	Perimetro Superficie Territoriale
	Perimetro Opere esterne

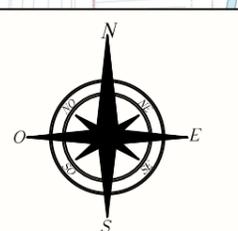
CARTA GEOMORFOLOGICA  
Scala 1:20.000

0 200 400 600 800 1000 m

Fig.7



-  Perimetro Superficie Territoriale
-  Perimetro Opere esterne



## 5 SISMICITA'

Il territorio italiano è complessivamente caratterizzato da una notevole pericolosità sismica: il catalogo CPTI04 (GRUPPO DI LAVORO, 2004) che raccoglie dati epicentrali relativi ai terremoti osservati in Italia tra il II sec. a.C. e il 2002, riporta 247 eventi di intensità macrosismica maggiore o uguale al VIII MCS (MCS, 1930) e si tratta di un dato certamente sottostimato, a seguito della probabile incompletezza del catalogo almeno nel primo millennio. Gli eventi più forti, e quindi più distruttivi, si sono verificati nell'Appennino centro-meridionale, talvolta coinvolgendo porzioni di territorio molto estese, come ad esempio i terremoti del 1349 e del 1703 o, quello della Marsica del 1915.

Guardando la mappa di sismicità degli ultimi 31 anni (1981-2011) in si nota che i terremoti recenti sono localizzati in aree distribuite principalmente lungo la fascia al di sotto degli Appennini, dell'arco Calabro e delle Alpi. Ma abbiamo avuto terremoti importanti anche nell'Appennino centro-settentrionale e nel Gargano.

Dal 1900 ad oggi si sono verificati 30 terremoti molto forti ( $M_w > 5.8$ ), alcuni dei quali sono stati catastrofici.

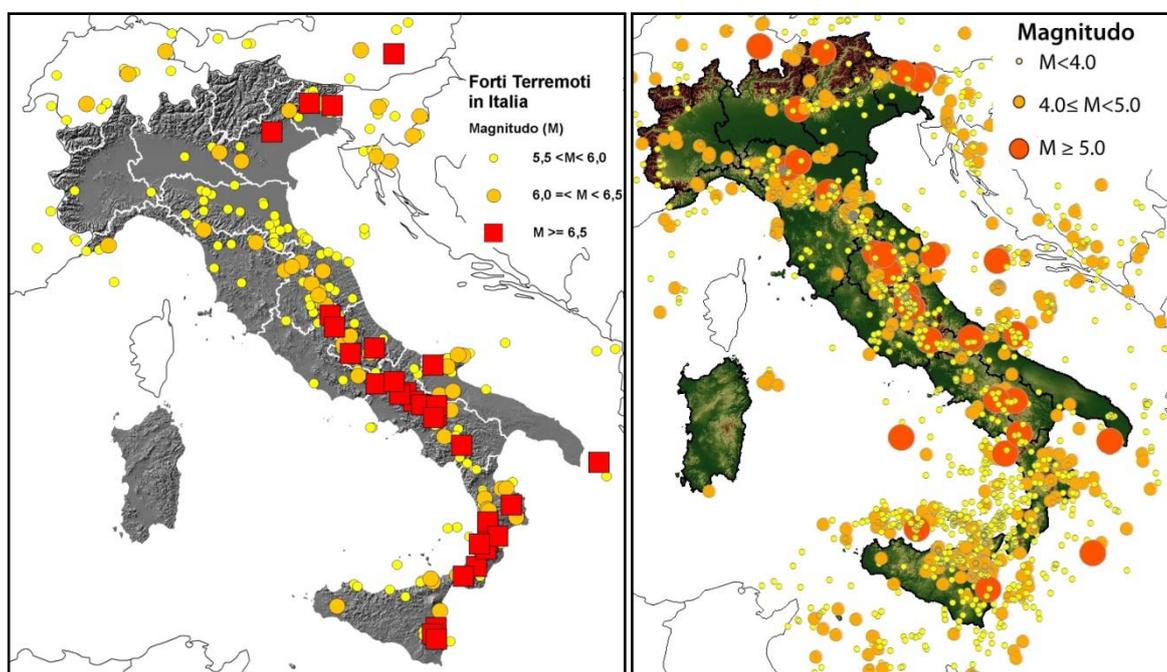


Immagine 5.1 – sismicità dal 1800 al 2004  
Immagine 5.2 – sismicità dal 1981 al 2011

Nella sottostante tabella si riportano in ordine cronologico. Il più forte tra questi è il terremoto che nel 1908 distrusse Messina e Reggio Calabria.

Data	Area	Intensità	Magnitudo $M_w$
08.09.1905	Calabria	X – XI	7.1
23.10.1907	Calabria	IX	5.9
28.12.1908	Stretto di Messina (Calabria, Sicilia)	XI	7.2
07.06.1910	Irpinia (Basilicata)	IX	5.9
27.10.1914	Garfagnana (Toscana)	VII	5.8
13.01.1915	Avezzano (Abruzzo)	XI	7.0
17.05.1916	Mar Adriatico settentrionale	VIII	5.9
16.08.1916	Mar Adriatico settentrionale	VIII	5.9
26.04.1917	Monterchi – Citerna (Toscana – Umbria)	IX – X	5.8
10.11.1918	Appennino forlivese (Emilia Romagna)	VIII	5.8
29.06.1919	Mugello (Toscana)	IX	6.2
07.09.1920	Garfagnana (Toscana)	X	6.5
07.03.1928	Capo Vaticano (Calabria)	VIII	5.9
23.07.1930	Irpinia (Campania)	X	6.7
30.10.1930	Senigallia (Marche)	VIII – IX	5.9
18.10.1936	Bosco Cansiglio (Veneto)	IX	5.9
03.10.1943	Ascolano (Marche)	IX	5.8
21.08.1962	Irpinia (Campania)	IX	6.2
15.01.1968	Valle del Belice (Sicilia)	X	6.1
06.05.1976	Friuli	IX – X	6.4
15.09.1976	Friuli	VIII – IX	5.9
15.04.1978	Golfo di Patti (Sicilia)	VIII	6.1
19.09.1979	Valnerina (Umbria)	VIII – IX	5.9
23.11.1980	Irpinia (Campania, Basilicata)	X	6.9
07.05.1984	Lazio – Abruzzo	VIII	5.9
05.05.1990	Potentino (Basilicata)	VII – VIII	5.8
26.09.1997	Umbria – Marche	IX	6.0
31.10.2002	Molise	VIII – IX	5.8
06.04.2009	Abruzzo	IX – X	6.3
20.05.2012	Pianura Padana Emiliana (Emilia Romagna)	VIII*	5.9
29.05.2012			5.7

\* cumulo degli effetti della sequenza.

Tabella 5.1 –forti terremoti dal 1900 ad oggi

Per gli aspetti sismici specifici, in seguito alla riclassificazione sismica della Regione Lazio di cui alla D.G.R.L. n 387 del 2009 pubblicata su BURL n. 24 del 27 Giugno 2009, il territorio dell'ex Municipio XII di Roma in cui rientra l'area di studio è stato incluso nella *Zona di sismicità 2B* caratterizzata da un valore dell'accelerazione di picco su terreno rigido con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresa con  $0.15 < ag < 0.20$ .

La sismicità storica del Comune di Roma è riassunta nella seguente tabella 2 e nel sottostante grafico tratti dal database macrosismico DBMI11 (INGV):

Storia sismica di Roma [41.895, 12.482]

Numero di eventi: 127

Effetti In occasione del terremoto del:

I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
7		Roma	1	7	5.14 ±0.34
F		Cassino	3	7	5.14 ±0.34
4		CAMERINO	17	9	6.31 ±0.33
F		Reatino	5	9-10	6.20 ±0.34
NC		Castelli dell'Aquilano	13	8	5.57 ±0.34
4		NORCIA	13	10	6.38 ±0.41
7-8		Aquilano	17	9	5.88 ±0.31
5		MOLISE	199	11	7.22 ±0.13
5		Aquilano	10	10	6.41 ±0.34
5		MONTEROTONDO	6	6-7	4.91 ±0.87

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
F		Valnerina	20	9	5.99 ±0.32
NF		AMATRICE	39	9-10	5.93 ±0.40
F		Sorano-Marsica	44	9-10	6.29 ±0.20
F		Sannio	216	11	6.98 ±0.12
3-4		BAGNOREGIO	50	8-9	5.67 ±0.25
7		Appennino umbro-reatino	199	11	6.74 ±0.11
5		Appennino umbro-reatino	22		
7		Aquilano	71	10	6.72 ±0.17
5		Maiella	99	10-11	6.83 ±0.16
4		Alta Valnerina	16	8	5.53 ±0.31
2-3		S.LORENZO IN CAMPO	32	7	5.19 ±0.42
6		Valnerina	115	9	5.92 ±0.16
4-5		Foggiano	50	9	6.53 ±0.25
4		Irpinia	183	10-11	6.64 ±0.11
3		FABRIANESE	145	9	6.21 ±0.13
3		Basso Ionio	77	9	7.13 ±0.19
3		NOCERA UMBRA	64	9	5.94 ±0.26
F		Appennino umbro-marchigiano	68	10	6.25 ±0.22
3		Aquilano	6	9	5.99 ±0.34
4-5		SPOLETINO	10	7-8	5.44 ±0.60
2-3		Appennino romagnolo	45	9	5.87 ±0.21
3		CALABRIA	9		
F		Umbria meridionale	33	8-9	5.66 ±0.25
F		L'AQUILA	7	6	4.94 ±0.36
3		Appennino umbro	54	8	5.49 ±0.27
3		Appennino marchigiano	71	9	6.13 ±0.17
4		Molise	223	10	6.62 ±0.11
F		CASSINO	5		
5-6		Colli Albani	35	8	5.54 ±0.38
6-7		ROMA	1	6-7	4.93 ±0.34
F		Valnerina	24	8	5.45 ±0.30
3		Colli Albani	25	7	4.79 ±0.40
F		Valle del Topino	102	10	6.33 ±0.14
NF		Toscana settentrionale	122	9	5.91 ±0.13
NF		Basilicata	340	11	7.03 ±0.08
3-4		NORCIA	20	8-9	5.53 ±0.32
4-5		Marche meridionali	196	8	5.95 ±0.10

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
NF		Bellunese	199	9-10	6.32 ±0.11
4		Monti della Meta	62	7-8	5.35 ±0.20
4		Monti della Meta	43	7-8	5.52 ±0.24
2		Romagna sud-orientale	144		5.93 ±0.16
2-3		S.MARCO IN LAMIS	97	8	5.98 ±0.16
5-6		PALESTRINA	29	7	4.94 ±0.34
4		Lazio meridionale	54	7	5.23 ±0.22
3-4		Valle del Clitunno	34	8	5.42 ±0.28
5		Valnerina	15	8	5.57 ±0.37
2		Valle del Senio	20	7	5.05 ±0.50
2		Abruzzo meridionale	29	8	5.59 ±0.32
2		Monti del Matese	52	7	5.27 ±0.25
2		Isola d'Ischia	27	9-10	5.79 ±0.35
5		FRASCATI	27	5-6	4.60 ±0.45
2		SCANDIANO	78	6	5.19 ±0.15
4-5		Avezzano	44	5	4.66 ±0.24
NF		APRICENA	122	7	5.69 ±0.13
NF		VAL ROVETO	41	5	4.50 ±0.19
2		Valle d'Ilasi	403	8-9	5.86 ±0.06
5		COLLI ALBANI	81	7	5.15 ±0.17
RS		TREMITI	72	6	5.06 ±0.19
RS		LESINA	29	6-7	4.75 ±0.39
RS		COMACCHIO	37	6	4.74 ±0.31
5-6		CASTELPORZIANO	98	6	4.85 ±0.14
6-7		Colli Albani	123	7	5.13 ±0.17
RS		ARRONE	16	6	4.36 ±0.56
4		MONTELIBRETTI	44	8	5.21 ±0.30
3-4		Monti della Meta	76	7	5.23 ±0.17
RS		Casentino	21	6	4.63 ±0.46
4-5		REATINO	77	6	4.80 ±0.26
F		Marsica	56	8-9	5.58 ±0.17
2		Rosciolo dei Marsi	34		
NF		BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09
RS		MURLO	283	7-8	5.37 ±0.10
6-7		Avezzano	1041	11	7.00 ±0.09
3		Marsica	12		
3-4		Marsica	21		
3		Marsica	18		

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
3		Marsica	34		
3		REATINO	40	8	5.53 ±0.22
2		Marsica est	57		
2		Ternano	34	7-8	5.10 ±0.27
RS		GIANO DELL'UMBRIA	23	6	4.55 ±0.32
F		Mugello	566	10	6.29 ±0.09
5-6		Anzio	142		5.48 ±0.15
3-4		Bassa Val Roveto	119	6-7	5.19 ±0.12
2		Molise occidentale	50	7	5.20 ±0.17
RS		ISOLA DI SALINA	44	7-8	5.41 ±0.23
3-4		Media Val Roveto	81	7	5.19 ±0.15
RS	1927 10 28 21:49	BEDONIA	51	6	4.88 ±0.21
6		Colli Albani	38	7	4.93 ±0.20
RS		MONTALCINO	10	5-6	4.51 ±0.34
RS		ALTA VAL DI TARO	20	6	4.46 ±0.30
NF		Bolognese	87	7	5.03 ±0.13
3		Irpinia	547	10	6.62 ±0.09
3		SENIGALLIA	263	8	5.81 ±0.09
2-3		VEROLI	23	5	4.75 ±0.27
RS		CROTONESE	22	5	5.43 ±0.30
3		Maiella	326	9	5.95 ±0.09
2-3		Marche meridionali-Abruzzo	131	8-9	5.83 ±0.14
4		GRAN SASSO	386	8	5.68 ±0.07
4		Gran Sasso	94	7	5.30 ±0.14
3		VALLE DEL SALTO	46	6	4.96 ±0.24
2-3		L'Aquila	152	7-8	5.21 ±0.11
3-4		Antrodoco	84	8	5.13 ±0.18
RS		Adriatico Meridionale	22		
2-3		TUSCANIA	89		4.80 ±0.14
3		Friuli	770	9-10	6.46 ±0.09
5		Valnerina	694	8-9	5.86 ±0.09
3-4		Marsica sud-est	69	5-6	4.99 ±0.09
4		Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
NF		GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 ±0.09
4		Appennino abruzzese	912	8	5.89 ±0.09
3		Appennino abruzzese	342		5.50 ±0.09
2-3		Colli Albani	65	6	4.43 ±0.15
4-5		Appennino umbro-marchigiano	760		5.70 ±0.09

Effetti In occasione del terremoto del:

I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
3		Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	6.01 ±0.09
3		Alto Aniene	211	6	4.29 ±0.09
2-3		Monti dei Frentani	64	5-6	4.27 ±0.14
4-5		Anzio	57		4.58 ±0.09

Tabella 5.2 – rappresentazione sismicità della città di Roma (INGV)

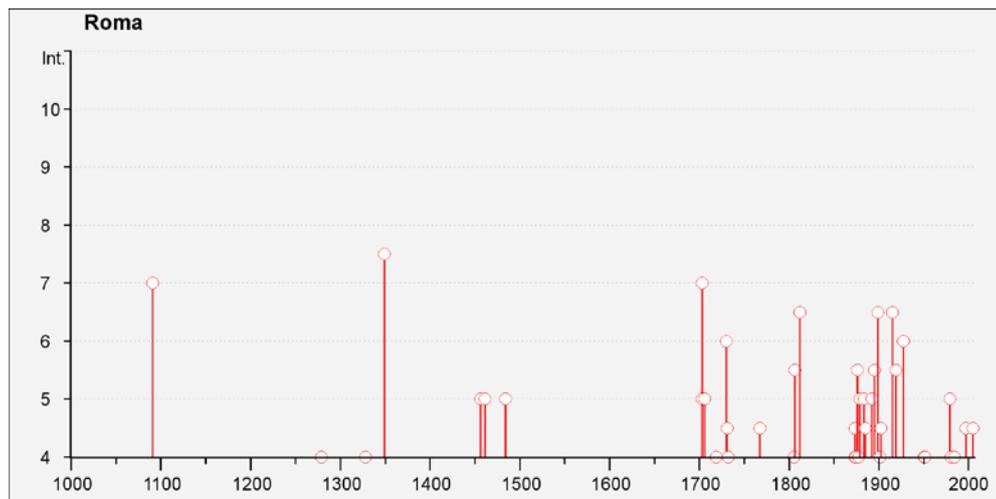


Tabella 5.3 – Sismicità storica del Comune di Roma

In conclusione la sismicità diretta dell'area è relativamente alta dato evidenziato dalle notizie storiche (fonte INGV). Sono stati registrati diversi eventi con intensità al sito  $\geq 5$ , con epicentri prevalentemente nel territorio circostante.

Essendo stato approvato e validato lo studio di Microzonazione sismica di livello 1 per il Municipio IX (ex. XII) del Comune di Roma (Determinazione A045746 del 05/07/2013 ad oggetto: Studio di Livello 1 di Microzonazione Sismica dell'Unità Amministrativa Sismica del Municipio Roma XII. Validazione ai sensi della DGR Lazio n. 545 del 26 novembre 2010. Istanza 240 MS), e trovandosi l'area d'intervento in "Zona Stabile ma Suscettibile di Amplificazione Locale" (Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica di Livello 1, Fig. 8) è stato eseguito uno studio di Livello 2 di Microzonazione Sismica secondo quanto prescritto dalla DGR Lazio n. 490/11 e la DGR Lazio n. 535/12.

Dallo studio di Livello 2 di Microzonazione Sismica è emerso che per tutta l'area di indagine è verificata la non applicabilità degli abachi in quanto la profondità ipotizzata del Bedrock risulta essere in un campo non contemplato negli abachi stessi per Vsh pari a 180 – 190 m/s.

Inoltre l'opera "stadio" rientra nel punto h delle strutture civili in classe d'uso III "Costruzioni rilevanti il cui uso preveda affollamenti significativi con riferimento a un eventuale collasso della struttura" e per queste opere alla DGR Lazio n. 387 del 22 maggio 2009 e DGR Lazio n.489 del 17/10/2012 si dispone obbligatoriamente al punto 3 lo Studio di Risposta Sismica Locale.

In particolare la deliberazione del 17 ottobre 2012 n. 489 (Modifica dell'Allegato 2 della DGR Lazio n. 387 del 22 maggio 2009) al punto 4 specifica la possibilità di oviare allo studio di RSL per le opere di Classe d'uso III solo nel caso in cui dalle indagini in sito "scaturiscano indicazioni tecniche evidenti e inconfutabili dell'appartenenza del sottosuolo a una delle categorie di sottosuolo di fondazione indicate nella Tabella 3.2.II del DM 14.01.2008", dunque nel caso di studio non può essere omesso lo studio di RSL dato che i risultati delle indagini sismiche eseguite in sito dalla Geores Srl inseriscono i terreni in categoria S2 .

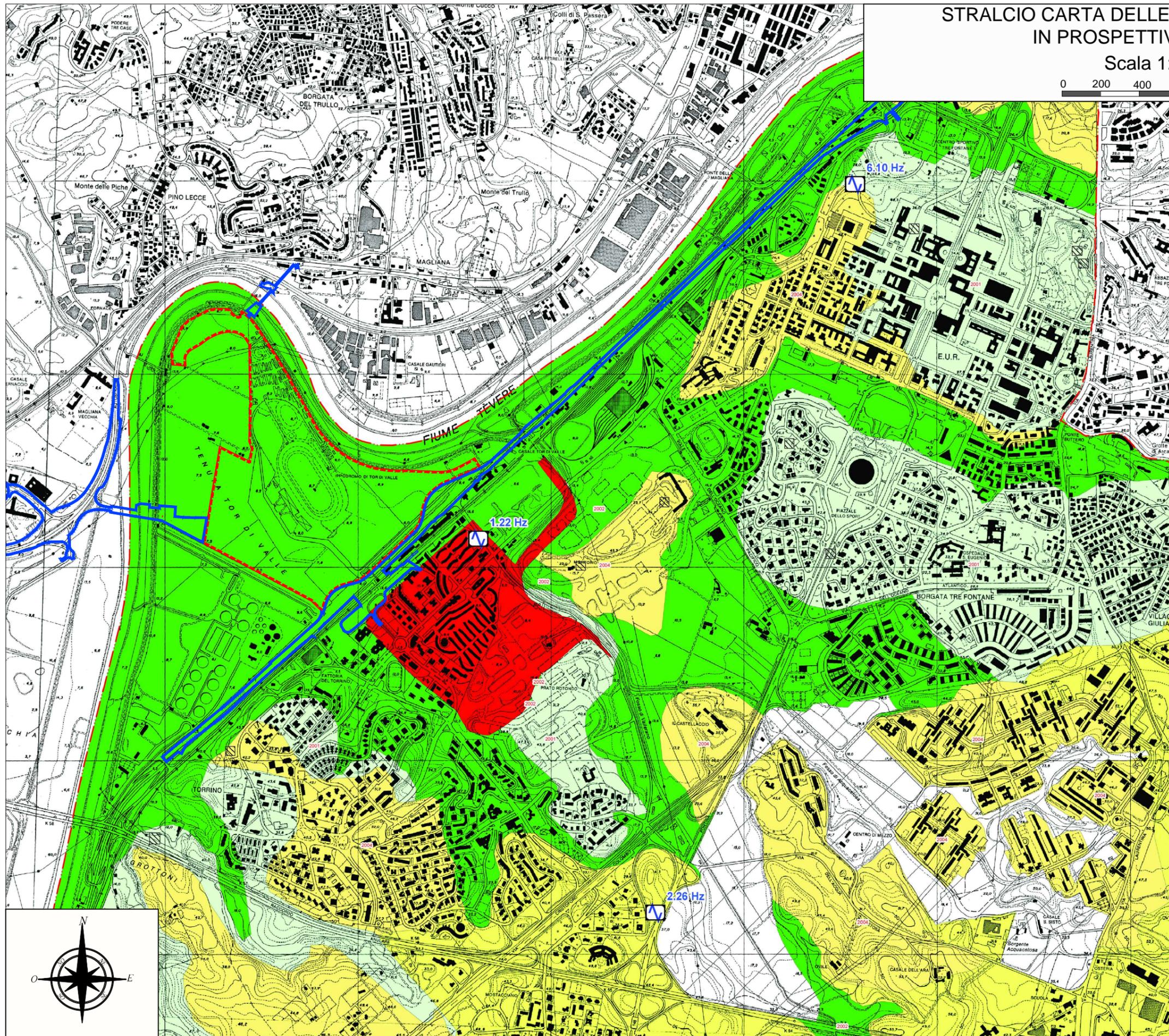
In conclusione, in ottemperanza al Regolamento Regionale n. 14/2016 per opere d'importanza rilevante di cui All. A D.G.R. Lazio n. 489/2012 che modifica l'All. 2 D.G.R. Lazio n. 387/09 (classe d'uso 3), e visti i risultati delle indagini sismiche eseguite in sito dalla Geores Srl che inseriscono i terreni in categoria S2, sono necessari studi di Risposta Sismica Locale

STRALCIO CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE  
IN PROSPETTIVA SISMICA MS I

Scala 1:20.000

0 200 400 600 800 1000 m

Fig. 8



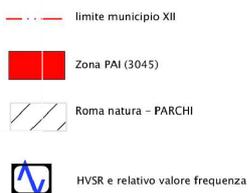
-  Perimetro Superficie Territoriale
-  Perimetro Opere esterne

# STRALCIO CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MS I LEGENDA

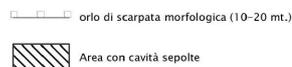
## Legenda



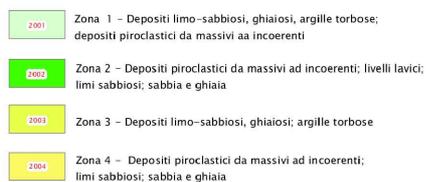
## Legenda



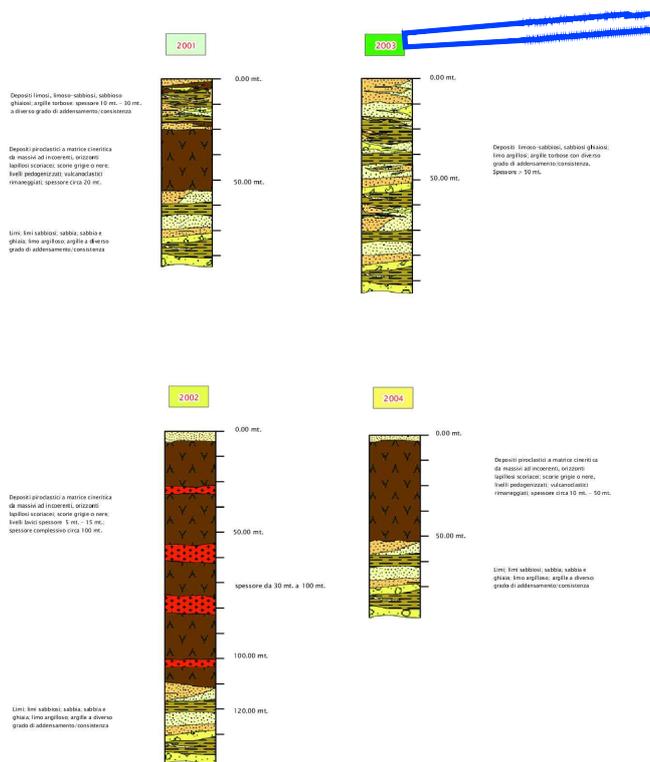
## Forme di superficie e sepolte



## Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



## ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI





## 6 IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

### 6.1 Quadro generale

L'idrografia del settore è dominata dalla presenza del Fiume Tevere che borda a NE l'area di studio e scorre in modo meandriforme verso SW.

Per quanto riguarda gli affluenti, in questo tratto del Tevere, si riversano il fosso Vallerano a SE e il fosso della Magliana a NW.

Il Tevere elemento idrografico principale nasce dal Monte Fumaiolo (1268 m s.l.m.) e presenta una superficie del bacino imbrifero di 17.156 Km<sup>2</sup> ed una lunghezza di 405 Km. Nel suo tratto appenninico attraversa litologie torbiditiche (Formazione Marnoso-arenacea miocenica e arenarie quarzoso-feldspatiche paleogeniche) ad andamento appenninico che ne determinano la direzione di scorrimento (De Rita et al.), ed occupa un vasto graben da cui dipartono diramazioni laterali.

Nel tratto intermedio attraversa valli inframontane e sedimenti lacustri quaternari. Più a Sud devia, assumendo una direzione NW-SE in relazione all'attività dei distretti vulcanici dei Colli Albani e Sabatino, alle direttrici tettoniche (Bencivenga et al.1995) ed alle fluttuazioni eustatiche lungo il margine tirrenico.

Il Tevere ha una portata media di circa 240 m<sup>3</sup>/s, decisamente modesta rispetto ai principali fiumi europei, che però può decuplicarsi in occasione delle maggiori piene; si stima che nella piena del 24 dicembre 1598, la maggiore mai registrata, la portata del fiume abbia raggiunto i 4000 m<sup>3</sup>/s.

La parte del bacino fluviale del Tevere ricadente all'interno della provincia di Roma si presenta come un'ampia valle alluvionale a morfologia pianeggiante, bordata ad Est dalle strutture montuose dei monti Sabini e ad Ovest dall'apparato vulcanico dei monti Sabatini. Questa morfologia ha favorito il formarsi di ampi meandri del fiume con conseguente deposizione di un'ampia fascia alluvionale di base.

Nell'area vasta considerata si possono distinguere tre unità idrogeologiche:

- le alluvioni recenti del Tevere, permeabili per l'alta porosità dei sedimenti, sono sedi di una falda freatica superficiale in contatto idraulico con il fiume;
- i sedimenti marini quaternari, presenti soprattutto nell'area nord - orientale, sono caratterizzati da una circolazione idrica bassa, messa in evidenza dalla mancanza di importanti pozzi e sorgenti;
- i prodotti vulcanici dell'apparato sabatino sono sede di una circolazione idrica media, legata alle intercalazioni permeabili sia per porosità che per fessurazione. In questa zona sono presenti numerose sorgenti e pozzi.

### 6.2 Quadro idrografico e idrogeologico di dettaglio

Presso l'area in studio il Tevere, dato lo stadio di maturità presenta un alveo ben inciso e argini alti circa 4 metri con andamento meandriforme sinuoso e angolo molto stretto.

L'idrogeologia della zona è influenzata dal litotipo affiorante, rappresentato dal *Complesso dei Depositi Alluvionali Recenti* (Cfr. Carta Idrogeologica in Fig. 9 - Dalla Nuova Carta Idrogeologica del Lazio 2012) con potenzialità acquifera da bassa a medio alta.

Questo complesso è costituito da materiali eterogenei quali argille sabbiose alternate a sabbie variamente cementate fino a sciolte, limi e sabbie lacustri con intercalazioni argillose e sequenze fluvio-lacustri argilloso-limose alla base e prevalentemente sabbiose al tetto.

All'interno di questo complesso a seconda degli spessori dei diversi termini geologici possono essere presenti falde multistrato o falde di interesse locale.

La falda acquifera principale dell'area ha sede nei depositi sabbiosi e ghiaioso-sabbiosi, sostenuti dal substrato argilloso marino plio-pleistocenico (acquiclude).

In base alle numerose indagini realizzate in sito, la dinamica idrogeologica complessiva dell'area risulta suddivisa in due ambiti ben differenziati ma interferenti, come di seguito descritto.

Un primo orizzonte acquifero superficiale è presente all'interno dei depositi limosi che costituiscono i primi 9-10 metri di profondità, con un livello piezometrico stabilizzato e misurato nei piezometri Norton installati nei sondaggi S3, S11, S13 ed S14

(2015-Geores) pari a circa 3 metri dall'attuale piano campagna (6 m s.l.m.) e nel sondaggio S3 della campagna 2014 che rileva la falda a -4.2 m da p.c.

Nel complesso le misure piezometriche hanno dunque evidenziato un livello statico che si attesta a quote medie di circa 4,5-6,5 metri s.l.m.

Tale orizzonte si presenta discontinuo e collegato essenzialmente ai fenomeni di infiltrazione delle acque di superficie ed alle variazioni dei livelli idrici del Fiume Tevere e dei fossi tributari.

La falda principale dell'area è stata intercettata nei depositi alluvionali profondi, caratterizzati da sabbie medio-grossolane e da ghiaie in matrice sabbiosa, a profondità medie di oltre 40 metri dal p.c., tamponata alla base dal substrato argilloso plioleistocenico di origine marina, considerato impermeabile (acquiclude).

Le misure piezometriche effettuate nel periodo successivo alla perforazione dei sondaggi hanno evidenziato un livello di stabilizzazione nei piezometri profondi che si attesta a quote topografiche medie di circa 1,3-3,4 metri s.l.m..

La falda idrica profonda si presenta fortemente in pressione, con una risalita del livello statico mediamente di oltre 30 metri, a causa del totale confinamento dell'acquifero.

È stata inoltre evidenziata una falda intermedia fra i due orizzonti acquiferi sopra descritti, intercettabile nelle sabbie grossolane e ghiaiose individuabili in riva destra del Tevere, nei pressi della rotonda di Parco de' Medici, che presenta un livello statico a quota di circa 1 metro s.l.m.

Tale falda intermedia è stata riscontrata anche in riva sinistra, esclusivamente nell'area della Stazione Tor di Valle, nelle sabbie fini limose grigie, con un livello di stabilizzazione intorno ai 6,0 m s.l.m.

Tutti i piezometri messi in opera, sia di tipo Norton che di tipo Casagrande che i trasduttori elettrici di pressione sono stati costantemente monitorati.

I livelli riscontrati sono nel complesso perfettamente in linea con i valori bibliografici riscontrati in letteratura per questo settore.

La falda idrica tende a deprimere verso la linea di costa che rappresenta anche la direzione principale di deflusso.

### **6.3 Pianificazione ABT- PS5 Piano Stralcio per il tratto metropolitano del Tevere da Castel Giubileo alla foce**

Gli elementi di pianificazione di bacino vengono tratti dal PS5 "Piano Stralcio 5 dell'Autorità di Bacino del Tevere per il tratto metropolitano del Tevere da Castel Giubileo alla foce"

Si fa riferimento al Piano adottato dal Comitato Istituzionale con delibera n. 131 del 22 dicembre 2014 e pubblicato sulla GU 83 del 10 aprile 2015.

L'aggiornamento del Piano a cui si fa riferimento ha riguardato principalmente la perimetrazione dei Corridoi Ambientali e la loro classificazione in zone a rischio e pericolosità idraulica secondo la metodologia del PAI, comprese limitate correzioni ai Corridoi Fluviali del Tevere e dell'Aniene.

Nell'area vasta sono state introdotte nuove misure inerenti l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica e dell'impermeabilizzazione del suolo, quindi è previsto che ogni trasformazione del territorio non dovrà apportare un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricettore attraverso la realizzazione di varie tipologie di sistemi di compensazione.

Nella Tavola P5Cf (Fig. 10) l'area della superficie d'intervento non è perimetrata per le fasce fluviali e zone di rischio dell'asta fluviale principale rappresentata dal Tevere mentre l'attraversamento del fiume Tevere ad W con la viabilità di raccordo prevista ricade in una Fascia AA.

La Tavola P8Ca (Fig. 11) mostra che nella zona di studio la problematica idraulica più significativa riguarda l'inondazione diretta dell'area di Progetto ad opera delle acque drenate dal bacino del fosso di Vallerano.

Le aree prospicienti il fosso di Vallerano sono state perimetrare e soggette a vincolo per il rischio idraulico. La zona è considerata nel progetto di aggiornamento PS5 in parte a rischio R3 e in parte a rischio R4.

La tavola di progetto P1bi (Fig. 12) fornisce una indicazione spaziale degli interventi proposti dal piano individuando le aree di sofferenza della risorsa idrica a cui si accompagnano le misure per il recupero.

Osservando la tavola P1bi (Fig. 12) l'intera area è perimetrata in zona d'attenzione "Aree in cui si evidenzia una alterazione della circolazione idrica non direttamente correlabile con i prelievi".

## 6.4 Piano di gestione del rischio di alluvioni distretto idrografico dell'appennino centrale

Per quanto riguarda il "Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto dell'Appennino Centrale" (PGRAAC), la cartografia di maggiore interesse è quella relativa alle carte della pericolosità e del rischio alluvione.

Il piano si pone l'obiettivo di costruire un quadro conoscitivo omogeneo sugli effetti che gli eventi alluvionali generano su un territorio in termini di 1) aree allagate, 2) popolazione coinvolta 3) superficie urbanizzate e produttive ed infrastrutture strategiche interessate 4) beni ambientali e storico-culturali interessati.

Nella redazione delle mappe di pericolosità sono state considerate: le alluvioni rare di estrema intensità, tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento (bassa probabilità); le alluvioni poco frequenti, tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità); le alluvioni frequenti, tempo di ritorno tra 20 e 50 anni (elevata probabilità) e per ognuno di tali scenari sono stati indicati l'estensione dell'inondazione, l'altezza idrica o livello e le caratteristiche del deflusso.

Per l'area del progetto una parte della zona centrale occupata dal futuro stadio e dalla business park rientra in un'area a media pericolosità, mentre la zona dell'abitato di Vallerano e tutta l'area che borda il fiume Tevere rientra in area a pericolosità P3 elevata (Fig.13).

Nella redazione delle mappe di rischio sono stati considerati diversi elementi quali il numero indicativo di abitanti potenzialmente interessati, le infrastrutture e strutture strategiche, i beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse, la distribuzione e tipologia delle attività economiche insistenti nell'area potenzialmente interessata, gli impianti di cui all'all. 1 al D. Lgs. 59/2005 e le Aree protette individuate all. 9 parte III del D. Lgs. 152/2006.m.

In questa cartografia la zona centrale rientrano in area a rischio elevato mentre la zona dell'abitato di Vallerano e la fascia che borda il meandro del Tevere rientrano in fascia a rischio molto elevato (Fig.14).

## 6.5 Piano Regionale di Tutela delle Acque

Per ciò che riguarda il Piano Regionale di Tutela delle Acque della Regione Lazio -Dipartimento Territorio- (adottato con Deliberazione di Giunta Regionale n. 266 del 2 maggio 2006 e approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 42 del 27 settembre 2007 (Supplemento ordinario al "Bollettino Ufficiale" n. 3 n. 34 del 10 dicembre 2007) l'area in studio fa parte del bacino idrografico n° 14 "Tevere –Basso Corso". Nella Tav.3 "Carta della Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi l'area rientra nelle aree urbane facenti parte dei produttori reali e potenziali d'inquinamento, solo l'attraversamento sul Tevere ad W rientra nelle aree ad elevata Vulnerabilità (Fig.15 Tav. 3 del PRTA).La vulnerabilità degli acquiferi è definita come *"la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche e idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità delle acque sotterranee, nello spazio e nel tempo"* (CivitaM., 1987).

Tale carta è stata elaborata attraverso un metodo parametrico che prende in considerazione sette parametri (soggiacenza, infiltrazione efficace, non saturo, tipologia della copertura, acquifero, conducibilità idraulica, superficie topografica) ai quali vengono assegnati punteggi e pesi per valutare la Vulnerabilità intrinseca dell'acquifero.

La realizzazione della "Carta della Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi" ha comportato l'analisi di ben 22 complessi idrogeologici ed il loro accorpamento in 6 classi di vulnerabilità variabili da molto elevata a molto bassa. La classificazione è stata effettuata adattando criticamente la legenda unificata alle caratteristiche idrogeologiche dei vari complessi.

Per *Tutela* si intende "il mantenimento dell'integrità della risorsa idrica compatibilmente con gli usi della risorsa stessa ai fini della qualità della vita e del mantenimento delle attività socio economiche delle popolazioni del Lazio".

L'*obiettivo di qualità* ambientale è definito in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate; l'obiettivo di qualità per specifica destinazione individua lo stato dei corpi idrici idoneo ad una particolare utilizzazione da parte dell'uomo, alla vita dei pesci e dei molluschi.

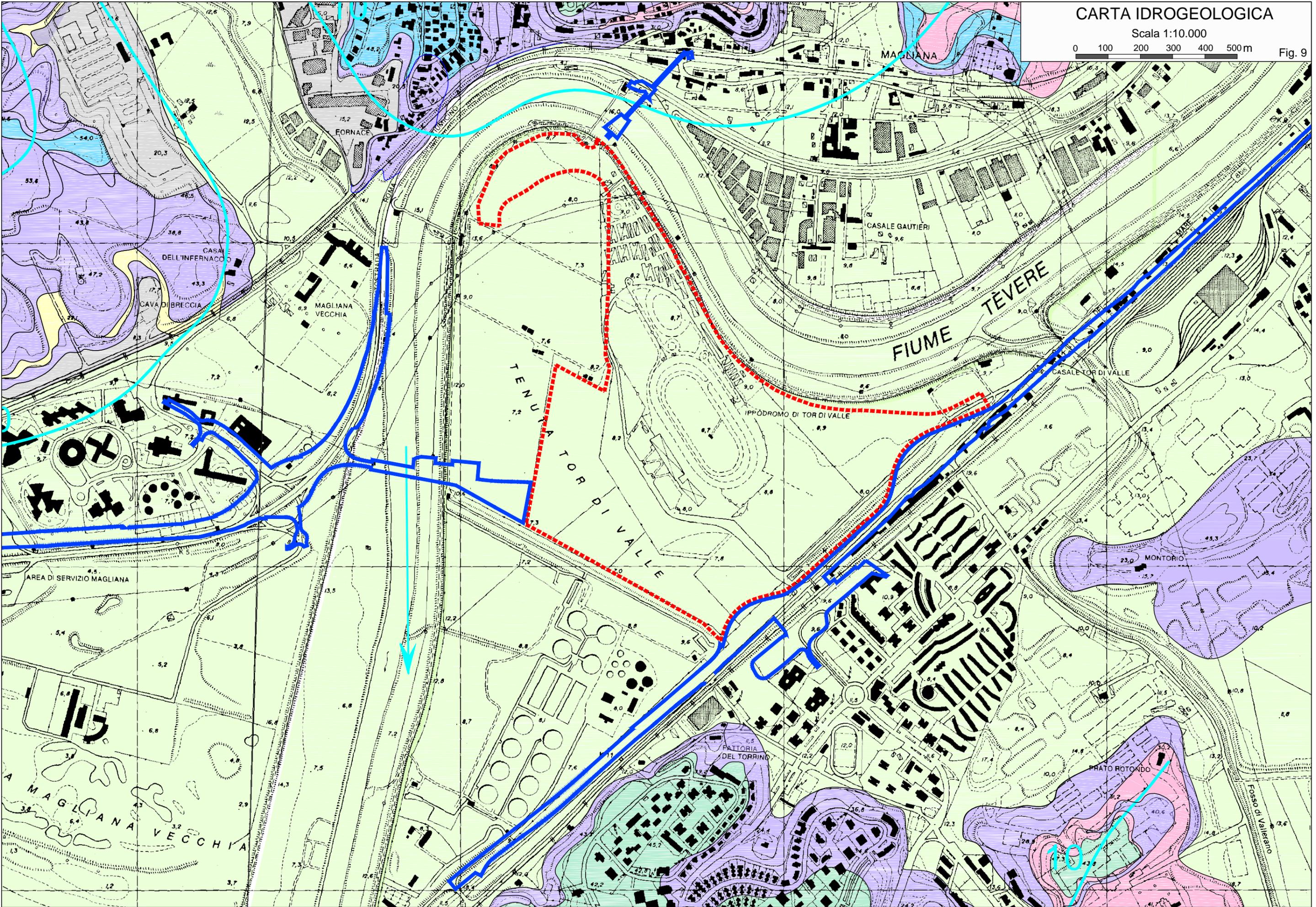
Nella tavola di Tutela degli Acquiferi (Tav. 5 Fig. 16) e nella Carta degli obiettivi di Qualità (Tav. 7 Fig. 17) l'area rientra nelle aree ad elevata antropizzazione e l'attraversamento ad W sul Tevere rientra nella Tav 5 in aree vulnerabili ad elevata infiltrazione "Classe 1" e nella Tavola 7 in aree di intervento.

CARTA IDROGEOLOGICA

Scala 1:10.000

0 100 200 300 400 500m

Fig. 9



# LEGENDA CARTA IDROGEOLOGICA



## COMPLESSO DEI RIPORTI ANTROPICI

Depositi eterogenei dovuti all'ammassamento e allo spostamento dei materiali per rilevati stradali, ferroviari, terrapieni, colmate. Spessore fino a 30 m. OLOCENE



## COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI- potenzialità acquifera da bassa a medio alta

Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture eluviali e colluviali. Spessore variabile da pochi metri al oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito da depositi alluvionali dei corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori e contiene falde multistrato di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori con spessori variabili da pochi metri ad alcune decine di metri possono essere sede di falde locali di limitata estensione.



## COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI ANTICHI-potenzialità acquifera bassa

Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose antiche terrazzate. L'eterogeneità granulometrica dei litotipi di questo complesso favorisce la presenza di piccole falde sospese locali.



## COMPLESSO DELLE POZZOLANE-potenzialità acquifera media

Depositi da colata piroclastica, generalmente massivi e caotici, prevalentemente litoidi. Nel complesso sono comprese le ignimbriti e i tufi. Spessore da pochi metri ad un migliaio di metri. Questo complesso è sede di una estesa ed articolata circolazione idrica sotterranea che alimenta la falda di base dei grandi acquiferi vulcanici regionali.



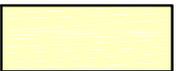
## COMPLESSO DEI TUFFI STRATIFICATI E DELLE FACIES FREATOMAGMATICHE-potenzialità acquifera bassa

Tufi stratificati, tufi terrosi, breccie piroclastiche, pomici, lapilli e blocchi lavici in matrice cineritica. I termini del complesso si presentano interdigitati tra gli altri complessi vulcanici per cui risulta difficile definirne lo spessore totale. Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo localmente il ruolo di limite di flusso e sostenendo esigue falde superficiali.



## COMPLESSO DEI DEPOSITI CLASTICI ETEROGENEI-potenzialità acquifera bassa

Depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso-argillosi a luoghi cementati in facies marina e di transizione, terrazzati lungocosta, sabbie e conglomerati fluviali di ambiente deltizio. Spessore variabile fino a un centinaio di metri. Il complesso non presenta una circolazione idrica sotterranea significativa. Ove sono prevalenti facies conglomeratiche di elevata estensione e potenza si ha la presenza di falde di interesse locale.



## COMPLESSO DELLE ARGILLE-potenzialità acquifera bassissima

Argille con locali intercalazioni marnose. Spessore variabile da decine a centinaia di m.



Isopieze e quota falda sim



Direzione di flusso



Perimetro Superficie Territoriale



Perimetro Opere esterne

# STRALCIO PAI PS5 - TAVOLA P5-cf ASSETTO IDRAULICO-FASCE FLUVIALI E ZONE A RISCHIO

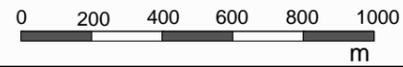
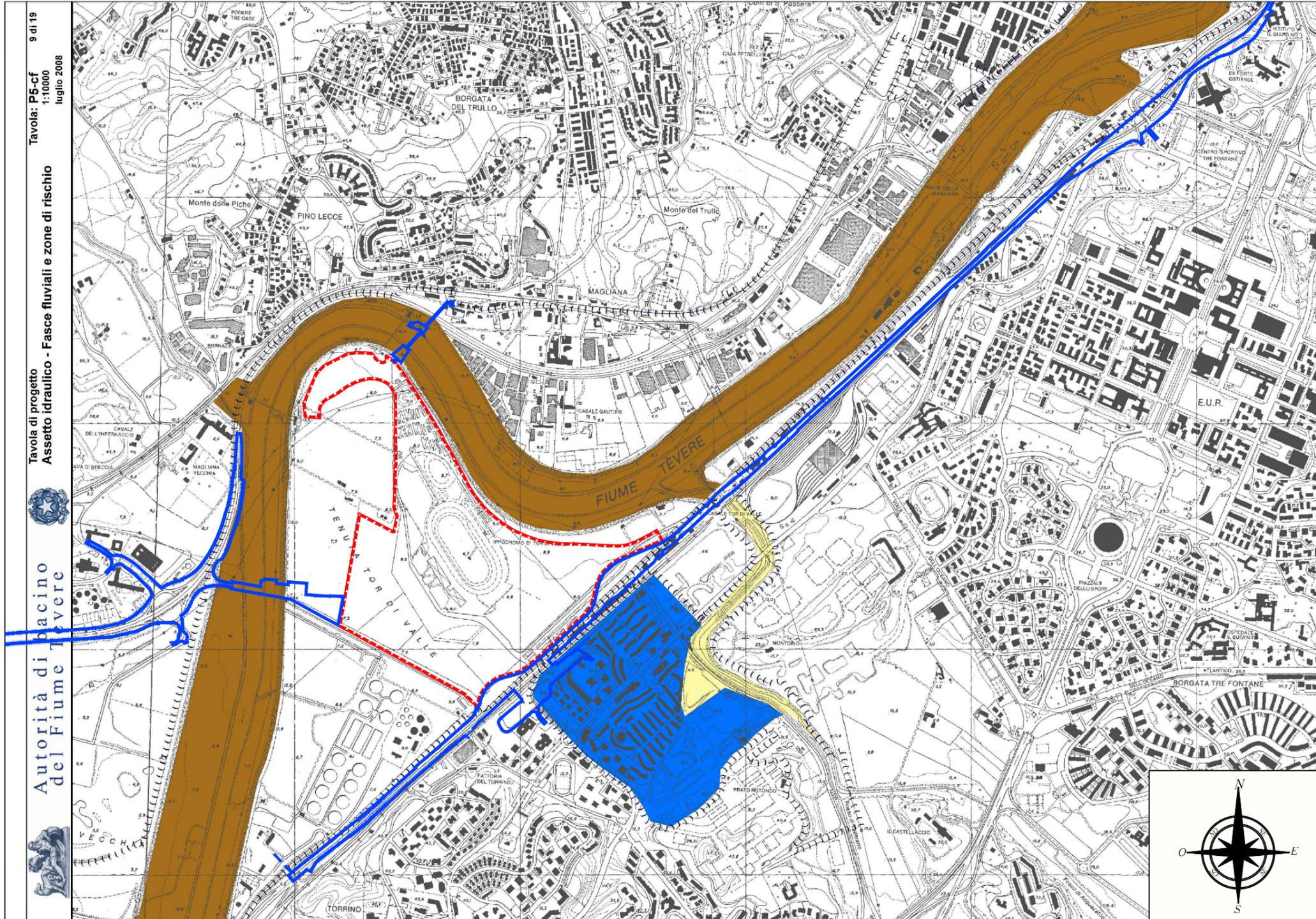


Fig.10



9 di 19  
Tavola: P5-cf  
1:10000  
luglio 2008

Tavola di progetto  
Assetto idraulico - Fasce fluviali e zone di rischio



Autorità di bacino  
del Fiume Tevere



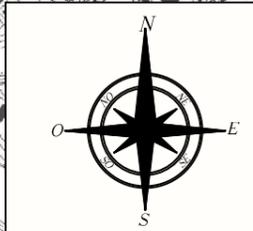
## LEGENDA

((( Perimetro del corridoio fluviale

## Fasce fluviali e zone a rischio

- Fascia A
- Fascia AA
- Fascia B
- Zona a rischio R4
- Zona a rischio R3
- Zona a rischio R2

- Perimetro Superficie Territoriale
- Perimetro Opere esterne

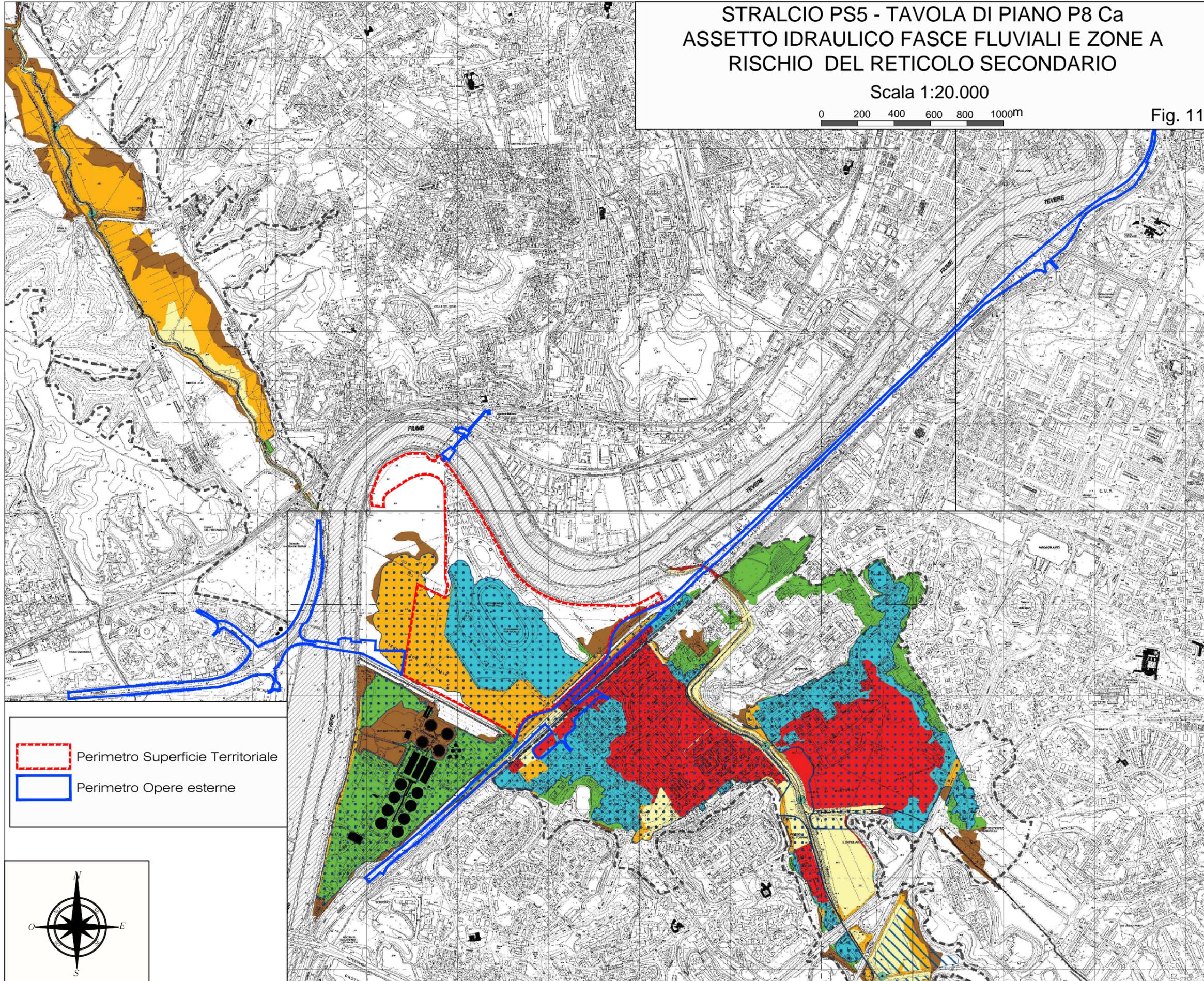


STRALCIO PS5 - TAVOLA DI PIANO P8 Ca  
ASSETTO IDRAULICO FASCE FLUVIALI E ZONE A  
RISCHIO DEL RETICOLO SECONDARIO

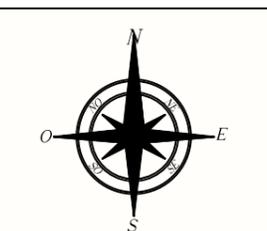
Scala 1:20.000

0 200 400 600 800 1000m

Fig. 11



- Perimetro Superficie Territoriale
- Perimetro Opere esterne



## **FASCE FLUVIALI**



Fascia A



Fascia B



Fascia C



Aree soggette ad allagabilità del reticolo principale



Altre aree soggette ad allagabilità del reticolo secondario

## **RISCHIO IDRAULICO**



Rischio R2



Rischio R3



Rischio R4



Zone interessate da possibili azioni di mitigazione del rischio idraulico



Zone potenzialmente utilizzabili per la laminazione delle piene



Attraversamenti (criticità)

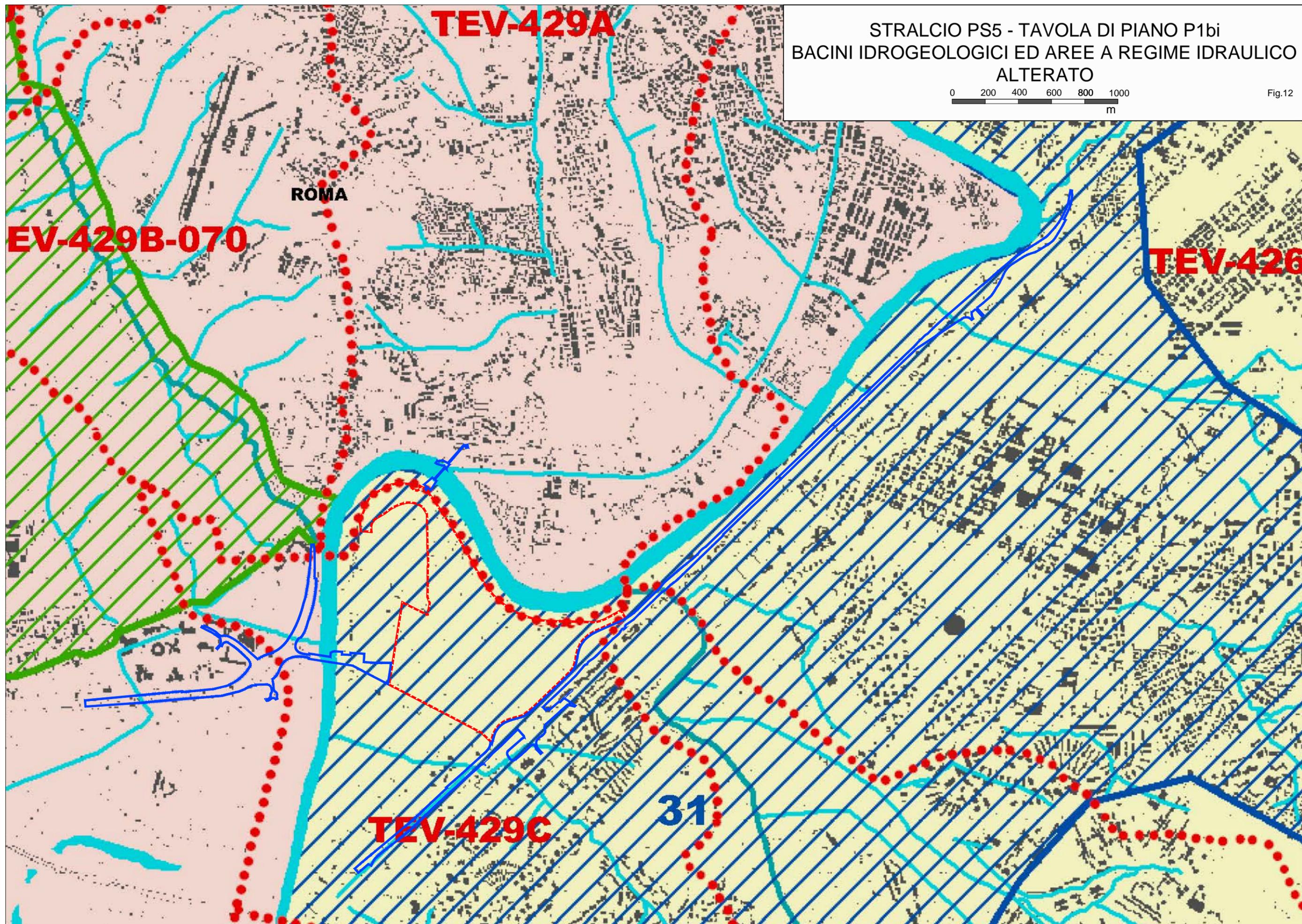


Adeguamento manufatto d'imbocco tratto intubato

STRALCIO PS5 - TAVOLA DI PIANO P1bi  
BACINI IDROGEOLOGICI ED AREE A REGIME IDRAULICO  
ALTERATO



Fig.12



# LEGENDA

## AREE A REGIME IDRAULICO ALTERATO

-  area critica
-  area di attenzione
-  area estrattiva
-  area a rischio di intrusione salina
-  area di salvaguardia della tenuta di Castel Porziano

## BACINI IDROGEOLOGICI

- |   |  |
|---|--|
|  Cesano-Fiumicino          |  Cesarina - S. Basilio            |
|  Formello-Tomba di Nerone |  Pratolungo                      |
|  Marino-Castel Porziano  |  Tivoli-Guidonia (Acque albule) |
|  San Cesareo-Colonna     |  |

-  Perimetro Superficie Territoriale
-  Perimetro Opere esterne

## IDROGRAFIA DI RIFERIMENTO

-  Laghi
-  Alvei
-  Reticolo idrografico di riferimento

-  Area di piano
-  Superficie dei bacini idrogeologici Cesano-Fiumicino e Formello-Tomba di Nerone valida ai fini dell'applicazione degli artt. 8 e 9 delle NTA
-  57 Sottobacini

Sfondo:

CARTA TECNICA REGIONALE LAZIO 1:10.000

### Legenda

#### Classi di pericolosità

-  P3 - elevata probabilità (alluvioni frequenti)
-  P2 - media probabilità (alluvioni poco frequenti)
-  P1 - bassa probabilità (alluvioni rare di estrema intensità)

#### Sezioni idrauliche

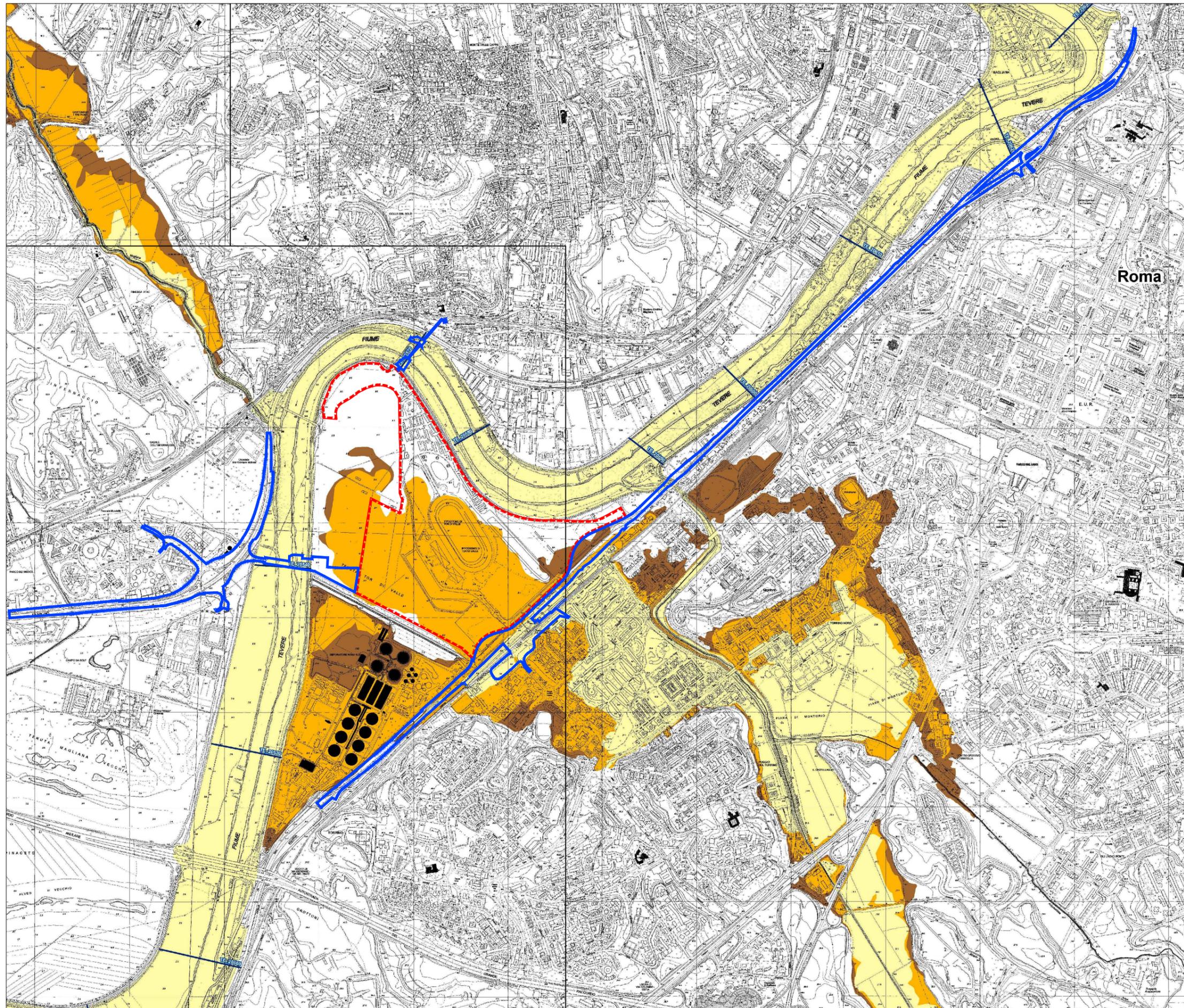
-  Localizzazione delle sezioni idrauliche

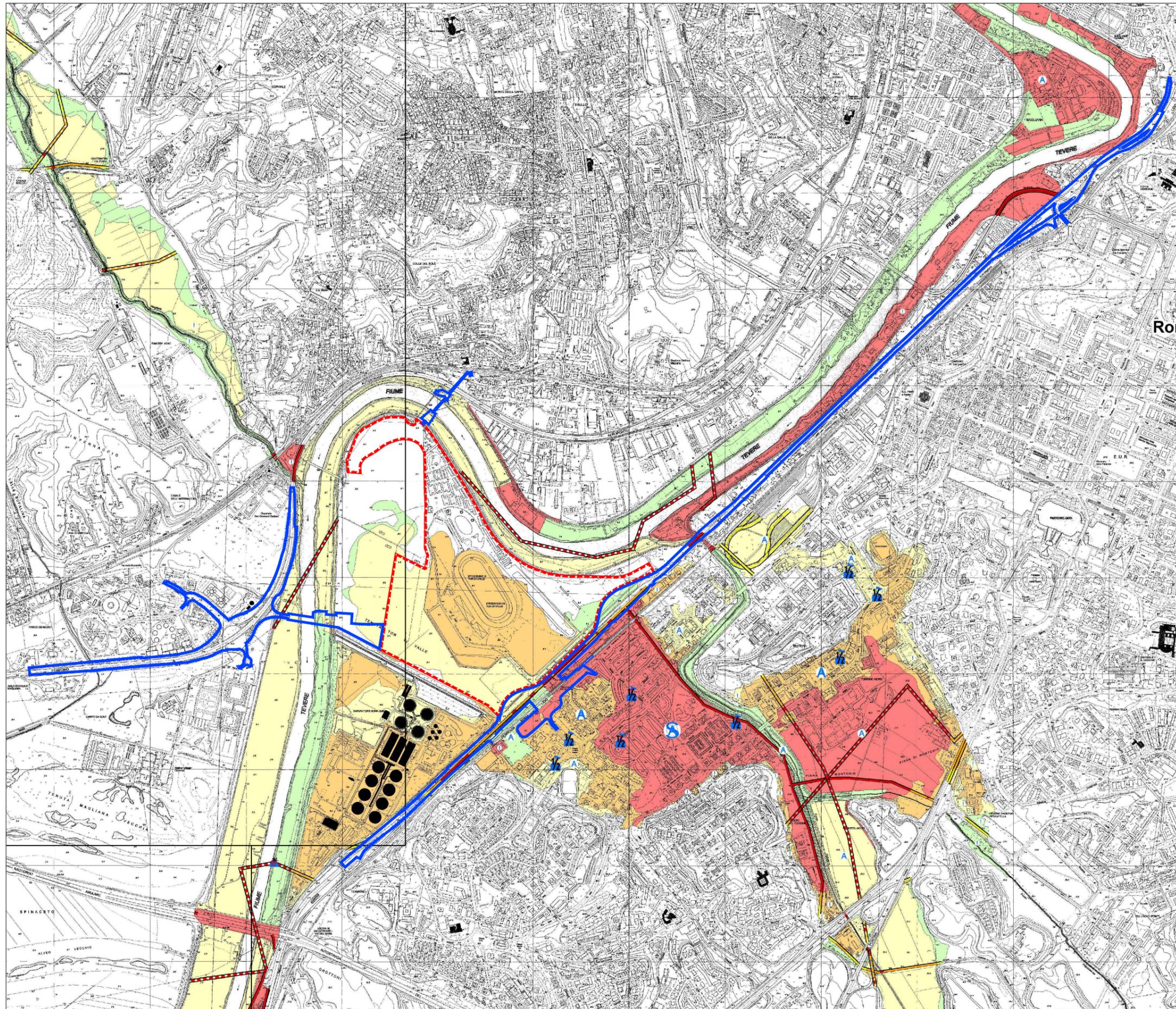
\* Codice della sezione  
Per le caratteristiche idrauliche associate si rimanda all'allegato "Sezioni"

#### Limiti amministrativi (Fonte: ISTAT 2011)

-  Limiti regionali
-  Limiti provinciali
-  Limiti comunali

-  Perimetro Superficie Territoriale
-  Perimetro Opere esterne





## Legenda

### Classe di Rischio

- R4 - Rischio molto elevato
- R3 - Rischio elevato
- R2 - Rischio medio
- R1 - Rischio moderato o nullo

### Simbologia

- Scuole
- Dighe
- Stabilimenti a rischio incidente rilevante e Impianti soggetti ad Autorizz. Integrata Ambientale
- Ospedali
- Stazioni e centrali della rete elettrica
- Rete dell'energia elettrica (linee aeree e cavi)
- Rete stradale
- Rete ferroviaria

### Stima degli abitanti in zone a rischio

- 10 < abitanti < 100
- 100 < abitanti < 1000
- 1000 < abitanti < 5000
- abitanti > 5000

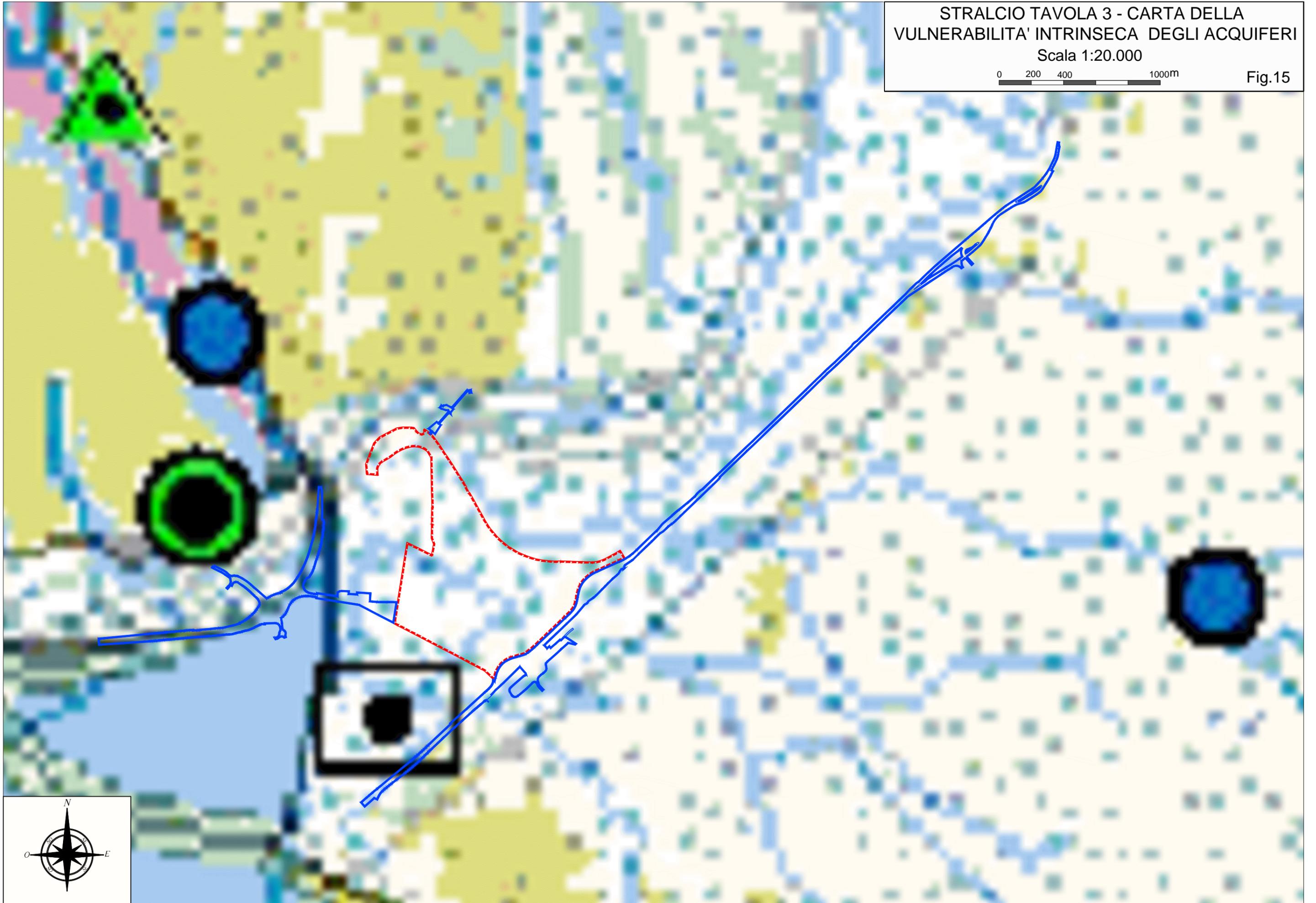
### Limiti amministrativi (Fonte: ISTAT 2011)

- Limiti regionali
- Limiti provinciali
- Limiti comunali

- Perimetro Superficie Territoriale
- Perimetro Opere esterne

STRALCIO TAVOLA 3 - CARTA DELLA  
VULNERABILITA' INTRINSECA DEGLI ACQUIFERI  
Scala 1:20.000  
0 200 400 1000m

Fig.15



# STRALCIO TAVOLA 3

## CARTA DELLA VULNERABILITA' INTRINSECA DEGLI ACQUIFERI

### LEGENDA

### Molto Elevata

#### 9. Complesso delle lave ed ignimbriti litoidi

Sono state distinte dalle piroclastici le colate laviche e le ignimbriti litoidi intercalate a livelli del complesso piroclastico (PLOCENE-PLEISTOCENE). Questo complesso di spessore variabilissimo è costituito da rocce dure e compi generalmente friabili e permeabili, che, dove sono sature, contengono falde molto produttive con acque di buona qualità.

#### 20.1 Complesso di piattaforma carbonatica

Questo complesso è costituito da una potente sequenza di calcari e calcari dolomi indifferenziati, privi di intercalazioni significative di altra natura, indicato con la sigla 20.1. Lo spessore è di alcune centinaia di metri nei Monti Reatini e Sabini (Calcere Mastiche LIAS inf.) e di oltre duemila nei rilievi posti ai limiti orientali e sud orientali del Lazio ( Lepini, Ausoni, Aurunci; M.ti Simbrunini, Emici, M.te Cairo; M.ti Carseliani; M.te Giano e L. Naria) dove affiora l'intera serie di piattaforma (LIAS medio - CRETACICO sup.). Il complesso di piattaforma carbonatica, ovunque fratturato e carsificato, è permeabilissimo e assorbe ogni anno da 750 a 1000 mm di acqua meteorica, che si infiltra in profondità verso enormi acquiferi che saturano la base dei rilievi carbonatici e alimentano numerose gr. sorgenti.

### Elevata

#### 4. Complesso dei depositi alluvionali di corsi d'acqua perenni

Questo complesso è costituito da depositi alluvionali, antichi e recenti, di spessore indice variabile da una decina metri ad oltre un centinaio di metri (depositi alluvionali del Ten basso Liri, Tevere, Meta, Mignone, Volturno, Salto, Turano Atnese, Sacco, Cosa, Rag. Amaseno, Garigliano) (PLEISTOCENE-OLOCENE). Il complesso è formato da sabbie e ghiaie con limi ed argille in varia proporzione e con falde anche sovrapposte generalmente ben rinalimentate dai corsi d'acqua e quindi ri produttive. È sempre necessario un attento e costante controllo della qualità, quando l'acqua è destinata ad uso potabile.

#### 5. Complesso dei travertini

Travertini di prevalente origine idrotermale, generalmente intercalati a depositi alluvionali lacustri (Pleistocene-Olocene). Lo spessore massimo indicativo è di circa un centinaio di metri. I travertini sono generalmente molto permeabili e porosi. Quando sono isolati contengono i di interesse locale. Altrve, quando sono in rapporto con grandi acquiferi alluvionali o con convezioni falde molto produttive perché ben rinalimentate (valle del Fiora, Fiano Rom. Bagli di Tivoli, alto Sacco, medio Liri). Le acque contenute nei travertini hanno generalm. di notevole durezza ed elevato contenuto in solfati, a causa dei residui di fenomeni idroter e quindi la qualità delle acque è generalmente scadente.

#### 6. Complesso delle sabbie d'anni

Depositi d'anni, antichi e recenti, depositi eslici costieri prevalentemente sabbiosi d'anni lungo il litorale lariano da Ladispoli alla foce del Garigliano (Pleistocene-Olocene). Lo spessore massimo è di alcune decine di metri. Questo complesso costituisce una falda continua ed estesa, con acqua di buona qualità lade l'acquifero non è contaminato da fattori costieri o da apporti idrotermali. Sebbene l'acqua abbia scarsa produttività puntuale, per la ridotta permeabilità delle sabbie, viene intensam sfruttato da un enorme numero di pozzi con portata limitata. La qualità dell'acqua è minuat dall'inquinamento organico e chimico e dall'ingresso delle acque marine dove sfruttamento è eccessivo.

#### 10.2 Complesso dei depositi elastici eterogenei "macco auct."

Complesso costituito da sabbie più o meno cementate, limi, argille con intercalazioni di gl e conglomerati, molto diffuso nelle Valle del Tevere e nella Sabina (complesso 10.1). In sono stati indicati con la sigla 10.2 le calcareniti e i calcari organogeni tipo "macco auct." e la sigla 10.3 i conglomerati poligenici presenti nella Valle Latina tra Frosinone e Cas (Pleistocene). Lo spessore è variabile da qualche decina ad oltre un centinaio di metri. Questo complesso ha caratteri idrogeologici molto variabili a causa della notevole eterogeneità dei sedimenti che lo costituiscono, associati in ogni proporzione. Contiene falde discontinue, limitata estensione nelle intercalazioni sabbiose arenacee e conglomeratiche e la produtt degli acquiferi è generalmente limitata.

#### 11.1 Complesso dei conglomerati di Rieti e Ferma

Conglomerati costituiti da ciottoli eterogenei, cementati da matrice generalmente calcarea conglomerati dominanti si associano sabbie, limi ed argille. Gli spessori sono variabili da qualche decina ad oltre un centinaio di metri. Questo sottocomplesso poggia su un substrato poco permeabile che permette l'esistenza falde produttive.

#### 16.2 Complesso dei calcari pelagici cretaci (matolite)

Calcari micritici e calcari marnosi, bianchi e rossi, stratificati, con intercalazioni di ca bioclastici (formazioni della "Matolite" (16.2) - CRETACICO). Questo complesso potente oltre 600 metri comprende anche, a metà del suo spessore, formazione marnoso-argillosa, potente alcune decine di metri (Scisti a Fucoidi). Questo complesso, molto permeabile nei termini calcarei, assorbe in media circa 600 mm/anno di acqua meteorica; contiene falde generalmente molto profonde e molto produttive.

#### 20.2 Complesso di piattaforma carbonatica

Questo sottocomplesso, indicato con la sigla 20.2., corrisponde ai lembi calcarei micoc travertinosi sul sottostante complesso di piattaforma carbonatica, rispetto al quale present minor grado di carsificazione.

### Alta

#### 10.1 Complesso dei depositi elastici eterogenei sabbiosi

Complesso costituito da sabbie più o meno cementate, limi, argille con intercalazioni di ghiaie e conglomerati, molto diffuso nelle Valle del Tevere, nella Sabina (10.1). Spessore variabile da qualche decina ad oltre un centinaio di metri. Questo complesso ha caratteri idrogeologici molto variabili a causa della notevole eterogeneità dei sedimenti che lo costituiscono, associati in ogni proporzione. Contiene falde discontinue di limitata estensione, la produttività degli acquiferi è generalmente limitata.

#### 11.2 Complesso dei conglomerati (alluvioni ghiaiose)

Conglomerati costituiti da ciottoli eterogenei, cementati da matrice generalmente calcarea affioranti a Casinò. Spessori variabili da qualche decina ad oltre un centinaio di metri. Questo complesso ha caratteri idrogeologici molto variabili a causa della notevole eterogeneità dei sedimenti che lo costituiscono, associati in ogni proporzione. Contiene falde discontinue di limitata estensione nelle intercalazioni sabbiose arenacee e conglomeratiche; la produttività degli acquiferi è generalmente limitata.

#### 18. Complesso delle calcareniti giurassiche

Calcari detritici in strati e banchi intercalati in varia proporzione ai terreni del complesso 17. I calcari fossiliferi e cavallotti, molto permeabili, contribuiscono alla rinalimentazione degli acquiferi carsici con un'infiltrazione che può essere stimata circa 400 mm/anno. Contiene falde produttive, generalmente profonde.

#### 19. Complesso dei calcari micritici fissati

Calcari micritici, stratificati, con abbondanti intercalazioni di calcari bioclastici e noduli e lembi di selce poriforma (Formazione della Corniola). Lo spessore è variabile da pochi metri ad un massimo di oltre 300 metri. Questo complesso, fossilifero e carsificato, contribuisce alla rinalimentazione degli acquiferi carsici con un'infiltrazione efficace che può essere stimata mediamente 600 mm/anno. Contiene falde molto produttive e generalmente molto profonde.

### Media

#### 2. Complesso detritico

Detriti di falda, conoidi e blocchi di pendio, costituiti da frammenti di rocce carbonatiche o piroclastiche (PLEISTOCENE-OLOCENE). Spessore variabile da pochi metri a diverse decine di metri. Questi terreni, generalmente molto permeabili, assorbono in gran parte le acque meteoriche e di ruscellamento. Dove poggiano su un substrato permeabile, non contengono falde consistenti, perché le acque dei depositi detritici vengono assorbite dal substrato. Dove i detriti sono sostenuti da un substrato a bassa permeabilità, contengono, generalmente alla base, falde idriche d'interesse locale, che alimentano sorgenti poste alle periferie del deposito detritico o acquiferi contigui.

#### 8. Complesso delle piroclastiche

Prodotti piroclastici indifferenziati (PLOCENE-PLEISTOCENE). Tutti i tuffi, colate piroclastiche, tuffi scoriacei e cineritici con spessori variabili da pochi metri ad un migliaio di metri. Questo complesso ha, nel suo insieme, buona permeabilità e capacità di immagazzinamento e contiene falde di notevole importanza nell'economia idrogeologica regionale. In ogni edificio vulcanico una falda molto estesa alimenta il lago principale, che occupa la depressione centrale, numerose sorgenti e tutti i corsi d'acqua perenni che scendono nei pendii degli apparati. Sopra la falda basale si possono trovare falde sospese generalmente di limitata estensione.

Le piroclastiche del Lazio assorbono in media ogni anno circa 300 mm di pioggia. La qualità dell'acqua è generalmente buona per il ridotto contenuto salino; si trovano tuttavia, localmente, acque molto mineralizzate, con concentrazioni anormale di particolari elementi e con notevole contenuto gessoso, prodotte da residua attività idrotermale.

#### 10.3 Complesso dei depositi elastici eterogenei (conglomerati)

Complesso costituito da sabbie più o meno cementate, limi, argille con intercalazioni di ghiaie e conglomerati poligenici indicati con la sigla 10.3 presenti nella Valle Latina, tra Frosinone e Casinò (PLEISTOCENE). Spessore variabile da qualche decina ad oltre un centinaio di metri. Questo complesso ha caratteri idrogeologici molto variabili a causa della notevole eterogeneità dei sedimenti che lo costituiscono, associati in ogni proporzione. Contiene falde discontinue di limitata estensione nelle intercalazioni sabbiose arenacee e conglomeratiche; la produttività degli acquiferi è generalmente limitata.

#### 11.3 Complesso dei conglomerati di Santopadre ed altri depositi ghiaiosi

Coagglomerati costituiti da ciottoli eterogenei, cementati da matrice generalmente calcarea; ai conglomerati dominanti si associano sabbie, limi ed argille (PLOCENE-PLEISTOCENE). Spessori variabili da qualche decina ad oltre un centinaio di metri. Questo sottocomplesso poggia su un substrato poco permeabile che permette l'esistenza falde produttive.

#### 16.1 Complesso dei calcari pelagici cretaci (Scaglia e Scaglia di trans)

Calcari micritici e calcari marnosi, bianchi e rossi, stratificati, con intercalazioni di calcari bioclastici (formazione della "Scaglia"). Questo complesso potente oltre 500 metri comprende anche, a metà del suo spessore, una formazione marnoso-argillosa, potente alcune decine di metri (Scisti a Fucoidi). Questo complesso, molto permeabile nei termini calcarei, assorbe in media circa 600 mm/anno di acqua meteorica; contiene falde generalmente molto profonde e molto produttive.

#### 21. Complesso dolomitico basale

Questo complesso è costituito da dolomie che stanno alla base del complesso 20 e affiorano solo in pochi luoghi (TRIAS-LIAS inf.). Le dolomie, meno permeabili dei calcari, hanno la particolarità di essere acquifere fino a quote elevate, dove alimentano sorgenti e corsi d'acqua perenni (Vall'opagna, Flettino, Mairardo, Val Cuarcato).

### Bassa

#### 1. Complesso di copertura recente

Suoli e paleosuoli, "terre rosse", coperture eluviali, tuffi pedogenizzati e più genericamente prodotti di alterazione del substrato sedimentario o depositi di colmatamento di depressioni, in aree carsiche o vulcaniche (OLOCENE). Spessore sempre limitato, da qualche metro a poche decine di metri. Questi terreni possono contenere esigue falde locali di potenzialità limitata.

#### 3. Complesso dei depositi alluvionali di limitata spessore

Depositi alluvionali, antichi e recenti formati da sabbie e ghiaie intercalate a limi ed argille in varia proporzione (Pleistocene - Olocene). Lo spessore è variabile da pochi metri ad alcune decine di metri. Questi complessi, dotati di permeabilità molto variabile in funzione della granulometria, di sovente sterili ma possono localmente contenere falde di estensione e produttività limitata.

#### 15. Complesso marnoso-calcareo

Successione di marne intercalate a calcari marnosi e calcareniti (CRETACICO SUP. MIOCENE). Spessore di alcune centinaia di metri. Le intercalazioni calcaree, generalmente molto fessurate, sono interessate da un diffuso carsismo che può assumere particolare sviluppo. Questo complesso contiene, localmente, falde discontinue disposte in orizzonti sovrapposti che alimentano piccole sorgenti e naselli con portata perenne. Infiltrazione media stimata di 250 mm/anno.

#### 17. Complesso marnoso-argilloso-scleroso giurassico

Marne e argille con diaspri e calcari marnosi (Resso Ammonitico, Scisti ad Aptici, Diaspri e Calcari a filonati - LIAS sup. - GIURASSICO). Questo complesso ha spessore molto variabile (fino ad alcune centinaia di metri), è poco permeabile, non contiene falde significative e non contribuisce in modo apprezzabile alla rinalimentazione della falda carsica.

### PRINCIPALI SOGGETTI D'INQUINAMENTO

#### Sorgenti

- ◆ Pozzi Pubblici
- Q < 20 l/sec
- Q = 20 - 100 l/sec
- Q > 100 l/sec

### PRODUTTORI REALI E POTENZIALI D'INQUINAMENTO

#### Siti potenz. contaminati

- ▲ Banca Dati CFS
- ▲ Cons. Prov. Frosinone
- ▲ Cons. '87 (Piano RIF)

#### Area Urbane

#### Vie di comunicazione

- Autostrade
- Stade Statali
- Strade Secondario
- Ferrovie

### POTENZIALI INGESTORI DI INQUINAMENTO

- Doline
- Attività Estrattive
- ▼ Sinkhole

### PREVENTORI E/O RIDUTTORI DELL'INQUINAMENTO

#### Depuratori

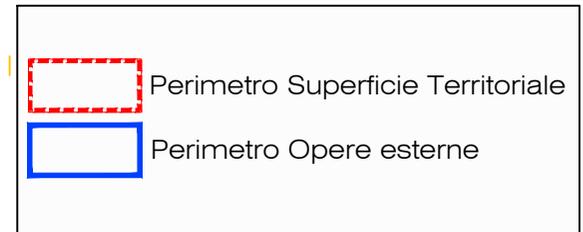
#### Discariche

- piano rifiut
- post gestione

#### Area di Salvaguardia (D. L.vo 152/99)

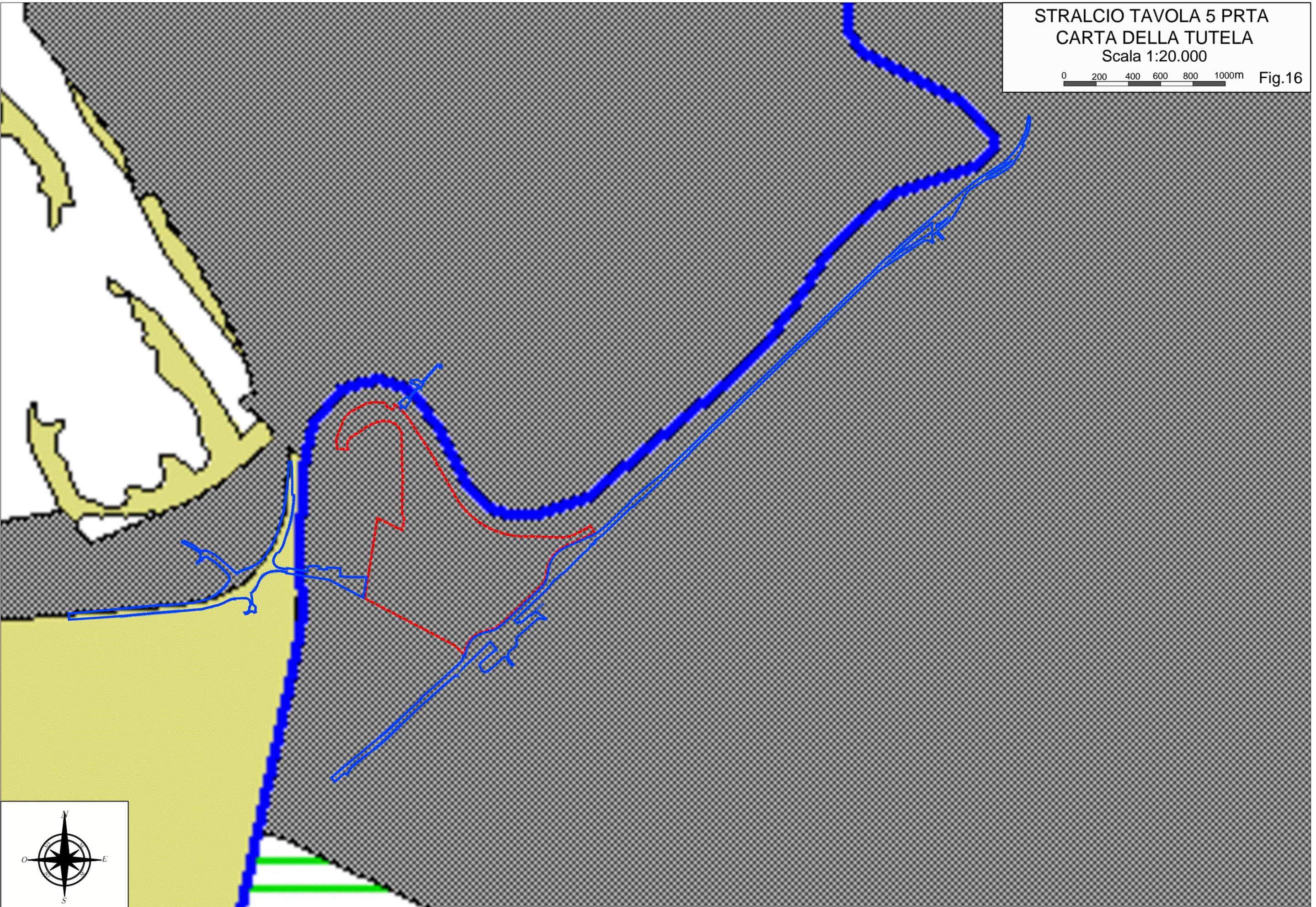
Approvate o in via di approvazione

- Zona di rispetto
- Zona di protezione



STRALCIO TAVOLA 5 PRTA  
CARTA DELLA TUTELA  
Scala 1:20.000

0 200 400 600 800 1000m Fig.16



# STRALCIO TAVOLA 5 PRTA CARTA DELLA TUTELA LEGENDA

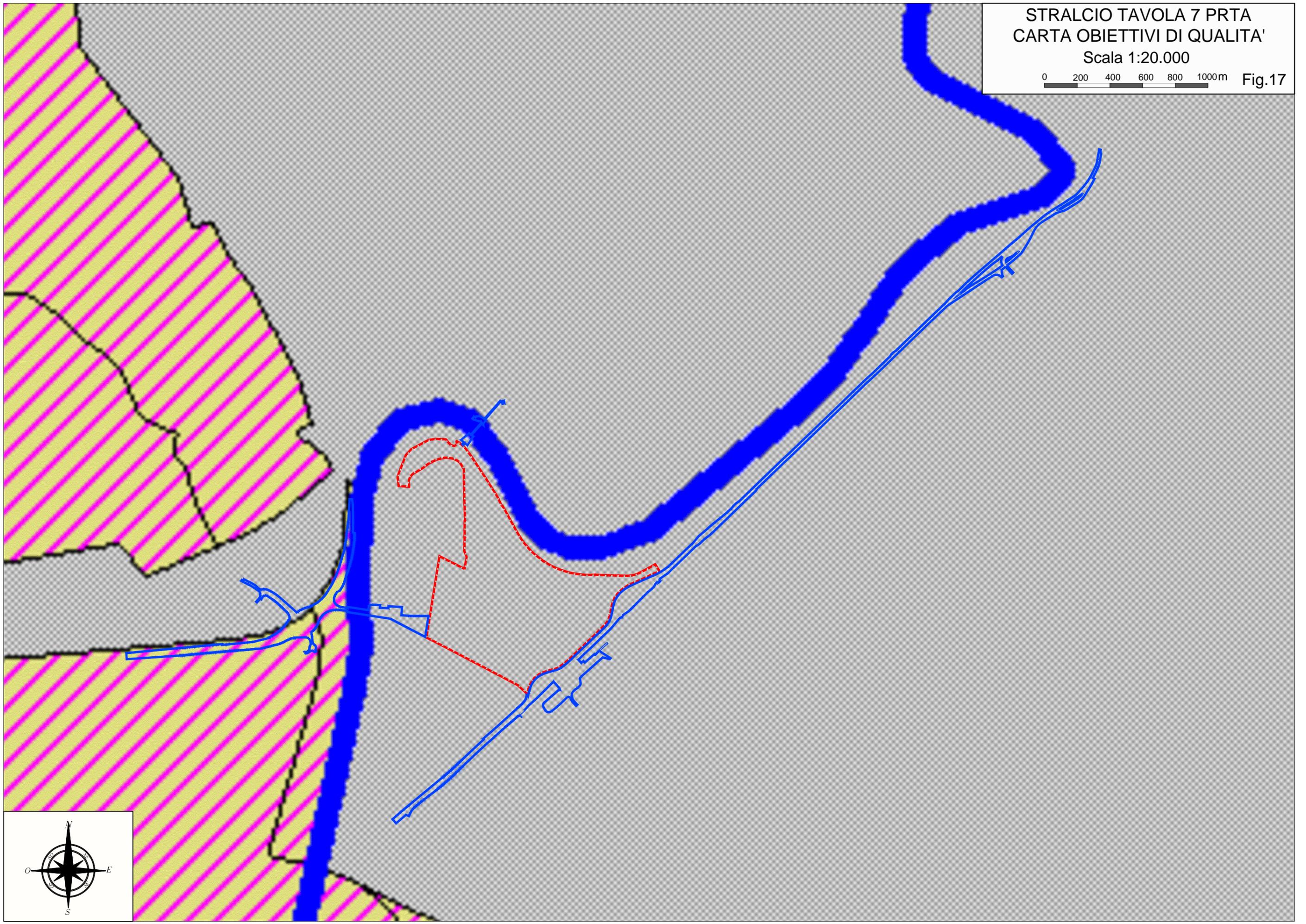
	Limiti regionali		Classse 1: Vulnerabilità elevata
	Limiti comunali		Classse 2: Elevata infiltrazione
	Limiti di bacino		Classse 3: Vulnerabilità elevata ed elevata infiltrazione
	Corpi Idrici Significativi (Corsi d'acqua superficiali)		Classse 4: Vulnerabilità molto elevata
	Corpi Idrici Significativi (Laghi)		Classse 5: Vulnerabilità molto elevata ed elevata infiltrazione
	Corpi Idrici Significativi (Acque di Transizione)	<b>Aree a specifica tutela (D.Lvo 152/99-tit.III, capo I)</b>	
	Corpi Idrici Significativi (Acque Marine Costiere)		Aree sensibili
	Altri bacini lacustri		Zone di rispetto
	Aree ad elevata antropizzazione		Zone di protezione
			Aree vulnerabili da nitrati
		<b>Aree di tutela quantitativa (D.Lgs. 152/99-tit.III, capo II)</b>	
			aree critiche
			aree d'attenzione

	Perimetro Superficie Territoriale
	Perimetro Opere esterne

STRALCIO TAVOLA 7 PRTA  
CARTA OBIETTIVI DI QUALITA'

Scala 1:20.000

0 200 400 600 800 1000m Fig.17



# STRALCIO TAVOLA 7 PRTA CARTA OBIETTIVI DI QUALITA'

## LEGENDA

### Bacini: obiettivi di qualità



Classe 1: Elevato



Classe 2: Buono



Classe 3: Sufficiente



Non classificato

### Aree di intervento



Aree di intervento



Limiti del bacino



Limiti regionali



Limiti comunali

### Classi di portata sui fiumi significativi



Classe 1: <5 mc/sec



Classe 2: 5-25 mc/sec



Classe 3: 25-50 mc/sec



Classe 4: 50-80 mc/sec



Classe 5: >80 mc/sec



Bacini lacustri



Aree ad elevata antropizzazione



Perimetro Superficie Territoriale



Perimetro Opere esterne

## 7 INQUADRAMENTO CLIMATICO

### 7.1 Quadro climatico dell'area in esame

Ai fini della presente relazione viene descritto un quadro climatico generale dell'area in esame, per studi di maggiore dettaglio si rimanda alle relative relazioni specialistiche.

L'area in esame è inserita in un'area caratterizzata da un clima marittimo, all'interno del quale si alternano estati calde e relativamente asciutte ad inverni moderatamente freddi e piovosi.

Per la caratterizzazione climatica dell'area, si è proceduto alla consultazione dei dati provenienti dall'analisi delle centraline meteorologiche ubicate nelle stazioni più vicine (Fiumicino aeroporto, Ponte Galeria) al fine di costituire un quadro di riferimento storico statisticamente significativo ai fini previsionali.

Per quanto concerne le precipitazioni la serie storica delle altezze di pioggia evidenzia un regime pluviometrico tipicamente marittimo con piogge scarse, ma non nulle in estate, e più elevate ma comunque moderate nel periodo invernale.

L'analisi dei dati storici indica che dal 1981 al 1993 (ultimo decennio del quale esiste una elaborazione completa), si sono avute piogge nulle a luglio per sette anni e piogge nulle ad Agosto per tre anni, mentre una sola volta in settembre si sono verificate altezze cumulate nulle.

L'elaborazione dei dati di pioggia relativi alla stazione di Ponte Galeria indica che la precipitazione media annuale è di 763.2 mm nell'arco di tempo considerato; il valore massimo, registrato nel 1984 è di 1176 mm; quello minimo, verificatosi nel 1993 risulta essere pari a 548 mm.

Per quanto concerne le temperature la serie storica delle rilevazioni giornaliere della temperatura presso la stazione di Ponte Galeria, dal 1983 al 1993, ha consentito di svolgere le necessarie elaborazioni statistiche che hanno condotto a stabilire che la temperatura media annuale è di 15.7 °C, con un minimo di 8.2 °C a gennaio ed un massimo di 24.4 °C ad agosto.

I valori estremi delle temperature medie mensili sono di 5.8 °C, nel gennaio 1981 e di 25.2 °C nel luglio del 1983. L'area in esame è dunque caratterizzata da un clima moderato senza eccessive oscillazioni di temperatura.

Per quanto riguarda il regime anemometrico nell'area di studio i dati relativi alla ventosità fanno riferimento alla Stazione meteorologica ENEL Fiumicino, individuata come "STAZIONE METEOROLOGICA A.M. 242 - ROMA FIUMICINO; Lat.: 41 48 - Long.: 12 14 - Alt.: 3m (Periodo di osservazione dal gennaio 1959 al dicembre 1991), che rappresenta la stazione meteo più vicina. I venti si distribuiscono secondo due direzioni prevalenti: 67,5° e 247,5°. Le velocità più frequenti sono quelle di seguito riportate:

- 5-7 nodi circa (3 m/s) sull'arco annuale;
- 8-12 nodi circa (5 m/s) sull'arco annuale.

Per la qualità dell'aria è stata redatta una relazione monografica specialistica facente parte dello Studio di Impatto Ambientale a cui si rimanda per gli approfondimenti.

## 8 PROVE IN SITO E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Per definire il modello stratigrafico di dettaglio dell'area in esame e per la valutazione del Vs30 dei terreni in studio sono stati utilizzati i dati provenienti da due campagne d'indagine. La prima eseguita dallo scrivente nel mese di luglio 2014, la seconda eseguita dalla Geores Srl in diverse fasi tra aprile 2015 e aprile 2016.

La campagna luglio 2014 è stata così articolata:

- N. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti a profondità di 30 m da p.c. con prove SPT in foro di sondaggio;
- Prelievo di N. 2 campioni indisturbati per prove di laboratorio;
- Installazione di un piezometro a tubo aperto nel Sondaggio S1;
- N. 4 prove CPTU;
- N. 2 indagini geofisiche di superficie MASW (multichannel analysis of surface waves);
- N. 2 prove sismiche HVSR.

Tutte le indagini sono state eseguite dalla GEOstudi srl- Laboratorio Geotecnico -Prove in sito- Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale – D.P.R. n. 246/93, Art. 8- Circolare n.349/99 Concessione n°. 52497- SETTORE A (prove di laboratorio sui terreni ) e SETTORE C (prove in sito).

La campagna geognostica-geofisica eseguita dalla Geores Srl è stata dettagliatamente descritta in premessa della presente relazione.

L'ubicazione di tutte le indagini eseguite da Geores Srl, le sezioni geologiche risultanti e alcune stratigrafie rappresentative sono contenute in allegato alla presente relazione.

Di seguito si forniscono le informazioni di maggiore interesse ottenute da entrambe le campagne di indagine:

### 8.1 CAMPAGNA GEOGNOSTICA-GEOFISICA ESEGUITA IN FASE DI PREFATTIBILITÀ LUGLIO 2014

#### 8.1.1 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

I sondaggi sono stati eseguiti con sonda a rotazione a completo funzionamento idraulico. La percentuale di recupero è stata sempre superiore all'90%.

I sondaggi hanno raggiunto la profondità di 30 metri da piano di campagna restituendo la seguente stratigrafia:

- Materiale di riporto sabbioso e ghiaioso di colore grigio rossastro di origine piroclastica con spessore di 0,50 mt;
- Alternanze di limi argillosi, limi sabbiosi debolmente argillosi e sabbie limose.

#### 8.1.2 Standard Penetration Test (SPT)

Durante l'esecuzione del sondaggio sono state effettuate prove penetrometriche standard previo rigoroso controllo della profondità e dello stato del foro. La prova SPT Consiste nel registrare il numero di colpi necessari per far penetrare di 45 cm nel terreno a fondo foro un tubo campionario di dimensioni standard, collegato alla superficie mediante batteria di aste in testa alle quali agisce un maglio del peso di 63.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0.76 m.

Durante la prova si misura:

- N1 = numero di colpi di maglio necessari a provocare l'avanzamento del campionario per i primi 15 cm, assunti come tratto di "avviamento";
- N2 = numero di colpi che provoca la penetrazione del campionario nei successivi 15 cm;
- N3 = numero di colpi necessari per gli ultimi 15 cm di avanzamento.

Si assume come resistenza alla penetrazione il valore:

$$N_{SPT} = N_2 + N_3$$

Nella tabella 3 sono riportati i valori di  $N_{SPT}$ . Complessivamente sono state eseguite n. 8 prove SPT.

Prove SPT		
Sondaggio	Profondità (ml)	N30
S1	3,00-3,45	12
S1	7,00-7,45	16
S1	9,00-9,45	8
S1	14,30-14,75	11
S2	3,00-3,45	13
S2	9,00-9,45	16
S2	15,00-15,45	13
S2	18,00-18,45	13

Tabella 8.1.2.1 – Prove SPT

### 8.1.3 Prelievo di campioni indisturbati per prove di laboratorio geotecnico

I campioni subito dopo essere stati prelevati, sono stati paraffinati alle estremità ed identificati con il numero del Sondaggio, della cassetta catalogatrice, della data, e della profondità di prelievo e consegnati alla GEOstudi s.r.l.

Campioni Indisturbati		
Sondaggio	Profondità (ml)	Numero campione
S1	6,50-7,00	C11
S2	21,00-21,50	C12

Tabella 8.1.3.1 –Campioni indisturbati

### 8.1.4 Messa in opera di un piezometro

Durante le operazioni di perforazione è stato intercettato un livello di falda, perciò al fine di valutarne le variazioni nel tempo, il sondaggio S1 è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto, all'interno del foro di sondaggio è stata inserita una colonna di tubi in PVC del diametro di 3" uniti per mezzo di giunti a bicchiere, con settori micro fessurati tra i 3,00 e i 29,00 metri dal p.c. l'anulare produttivo-settori micro fessurati è stato quindi colmato mediante posa in opera di ghiaietto siliceo, al di sopra e al di sotto del quale è stato creato un setto sigillante in pellets bentonitico.

### 8.1.5 Prove CPTU

La prova penetrometrica statica, o CPT (Cone Penetration Test), è una prova eseguita in situ per poter determinare la stratificazione e le proprietà meccaniche del terreno. È indicata per tutti i terreni, tranne depositi ghiaiosi o terreni sabbiosi molto addensati.

Uno dei principali vantaggi della CPT è la possibilità di ottenere dei dati in continuo. La prova consiste nell'infissione di una punta di forma conica (angolo di 60°, superficie di 10 cm<sup>2</sup>, diametro di 36 mm, manicotto di superficie laterale di 150 cm<sup>2</sup>) all'interno del terreno. Durante l'avanzamento della punta, che avviene a velocità costante pari a 2 cm/s, vengono misurati la resistenza alla penetrazione della punta ( $q_c$ ) e l'attrito laterale ( $f_s$ ). Nella prove in sito è stato utilizzato un manicotto scorrevole per la misura della resistenza laterale locale  $R_l$ . In questo caso la prova consiste di un avanzamento di 4 cm del solo cono con

spinta delle aste interne e misura di qc, seguito dall'avanzamento di 4 cm del cono e del manicotto e misura di RI ed infine avanzamento di 12 cm dell'intera punta per ritornare alla posizione iniziale, senza nessuna misura.

Sul penetrometro è stato montato ulteriore sensore, trasduttore di pressione che ha consentito di misurare la pressione interstiziale (in questo caso si parla di CPTU).

Pertanto su 4 punti dell'area queste prove hanno restituito:

- Stratigrafia
- Parametri di resistenza a taglio
- Parametri di compressibilità
- Storia tensionale del deposito

L'interpretazione delle 4 prove CPTU ha fornito un dato congruente, ossia la presenza di depositi alluvionali con eteropie laterali e verticali molto frequenti tipiche di questi terreni.

### 8.1.6 Indagini sismiche MASW

Come già evidenziato, è stata condotta un'indagine geofisica in sito relativa a n. 2 profili verticali delle onde S mediante analisi delle onde di superficie (MASW). Questa prospezione è utile a fornire indicazioni quantitative sugli spessori dei riporti e/o dei terreni a basso stato di addensamento e la distribuzione della velocità delle onde S ( $V_{S30}$ ) lungo i profili sismici MASW verticali.

I dati provenienti dalle indagini MASW in sito hanno permesso di determinare la velocità delle  $V_{S30}$ .

Ne consegue che, in prima istanza dati da confermare in sede di progetto esecutivo, in base alla Normativa Sismica (OPCM 3274/03 e D.Min.Infrastrutture 14/01/2008)  $V_{S30}$ , velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio calcolata con l'espressione:

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

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio per deformazioni di taglio ( $< 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori, è pari :

- Stesa 1-  $V_{S30}$ = 182,28 m/s
- Stesa 2-  $V_{S30}$ = 181,16 m/s

In base ai risultati ottenuti, il terreno di fondazione risulta di CLASSE C, identificata dal testo di legge come "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 180m/s e 360m/s. (ovvero  $15 < N_{spt,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu,30 < 250$  kPa nei terreni a grana fine)*".

Come descritto nei paragrafi successivi, dalle più approfondite indagini geofisiche eseguite dalla Geores Srl, è emerso che la categoria di suolo per l'area in esame risulta di tipo "S2".

### 8.1.7 Analisi tromografica HVSR

Questa indagine si basa sull'acquisizione e sull'analisi del *Rumore Sismico Ambientale* (Seismic Noise) ovvero la continua vibrazione del suolo dovuta sia a cause antropiche che naturali. Questa tipologia di tecniche (definite metodi sismici passivi), dunque, non ha bisogno di alcuna energizzazione esterna poiché utilizza come sorgente il traffico veicolare, la produzione industriale, il vento, la pioggia e tutto ciò che è in grado di produrre una minima vibrazione sulla superficie del suolo. Quanto detto comporta rispetto alle più affermate metodologie sismiche di tipo attivo (MASW, Rifrazione, Down-Hole) svariati vantaggi:

- le acquisizioni di sismica passiva difficilmente vengono "sporcate" da interferenze esterne poiché sfruttano come sorgente quella porzione del segnale sismico che altre tecniche considerano un disturbo.

- non necessitando di alcuna energizzazione esterna al sistema tali indagini possono raggiungere con facilità profondità dell'ordine del centinaio di metri.
- non richiedono più di un operatore e sono molto più veloci rispetto alle comuni tecniche sismiche.

Ovviamente la sismica passiva non è in grado di fornire il dettaglio di una rifrazione o un down-hole nelle applicazioni stratigrafiche, tuttavia è molto utile *per una rapida individuazione del substrato sismico nelle problematiche legate alla risposta di sito*. In particolar modo con la tecnica a " Stazione Singola" utilizzata nel sito in studio viene valutato il rapporto di ampiezza fra le componenti orizzontali e verticali del moto (metodo HVSR ovvero "Horizontal to Vertical Spectral Ratios") (Nakamura, Y. [1989]). Analizzando misure di questo tipo è possibile identificare le modalità di vibrazione del terreno e individuare la frequenza fondamentale ( $f$ ) di questa vibrazione.

Sapendo che in generale esiste una relazione semplice fra  $f$ , lo spessore della parte più soffice del terreno (ovvero la parte di materiali sovrastante il bed-rock) e la velocità media ( $V_s$ ) delle onde sismiche nel sottosuolo, attraverso le misure HVSR è possibile risalire allo spessore di questo strato. L'HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza che rappresentano un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale.

Gli spettri delle due misure tromometriche effettuate esibiscono la presenza di fenomeni di possibile amplificazione del moto sismico a 1.25 Hz per l'HVSR1 e 0.94 Hz per l'HVSR2 dovuti al salto di velocità delle onde di taglio all'interfaccia alluvioni-substrato pliocenico.

La profondità dell'interfaccia è stimabile a circa 65-70 metri da piano campagna.

## 8.2 Verifica alla liquefazione dei terreni

Trovandosi con una falda a pochi m da piano campagna (-4,20 m da p.c. registrata nel sondaggio S1) ed in depositi eterogenei, a seconda delle componenti granulometriche è possibile che i depositi siano soggetti ad una potenziale liquefazione. Avendo a disposizione curve granulometriche ottenute direttamente da prove di laboratorio, prove SPT in foro di sondaggio e  $V_s$  è stato verificato con due diversi metodi la suscettibilità a liquefazione dei terreni in sito.

### Dati sismici di base

Vita nominale ( $V_n$ ): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso ( $C_u$ ): 1

Periodo di riferimento ( $V_r$ ): 50 [anni]

Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLV:475 [anni]

Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

### Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 41.8240200 [°]

Longitudine (WGS84): 12.4322600 [°]

Latitudine (ED50): 41.8250100 [°]

Longitudine (ED50): 12.4331900 [°]

Punto	ID	Latitudine (ED50)[°]	Longitudine (ED50)[°]	Distanza[m]
1	28733	41.829830	12.416570	1477.81
2	28734	41.830440	12.483700	4228.45
3	28956	41.780440	12.484510	6531.09
4	28955	41.779830	12.417460	5190.06

Tabella 8.2.1 – Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

#### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.041	2.571	0.250
SLD	50	0.053	2.515	0.267
SLV	475	0.132	2.597	0.279
SLC	975	0.169	2.591	0.282

Tabella 8.2.2 – Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

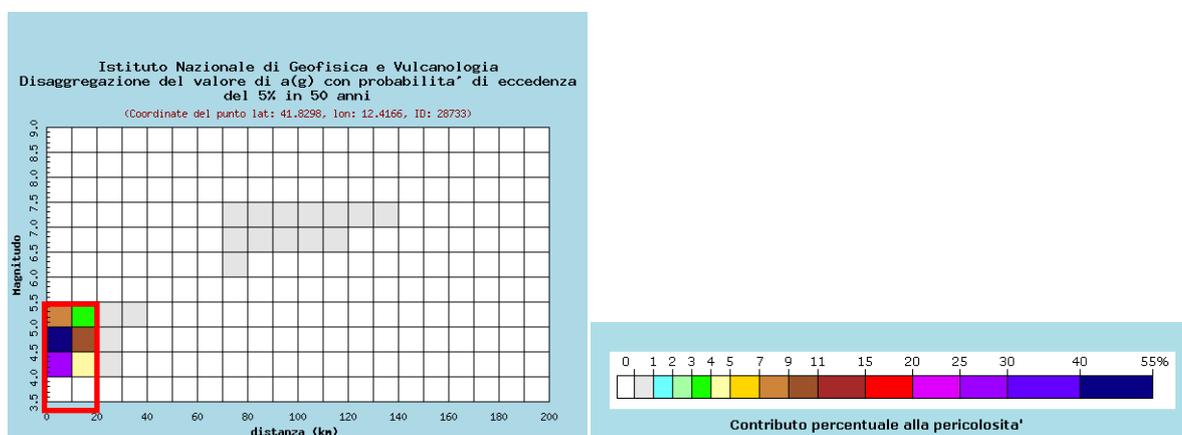


Immagine 8.2.1 – Dati di disaggregazione Magnitudo 5.51

#### Valutazione sul potenziale di liquefazione metodo della curva granulometrica

L'analisi granulometrica (setacciatura e decantazione) eseguita sul campione prelevato CL1 a profondit  minore di 15 m (profondit  liquefazione da normativa) ha permesso di sovrapporre il fuso granulometrico del campione nel campo dei terreni liquefacibili come mostrato nella figura seguente:

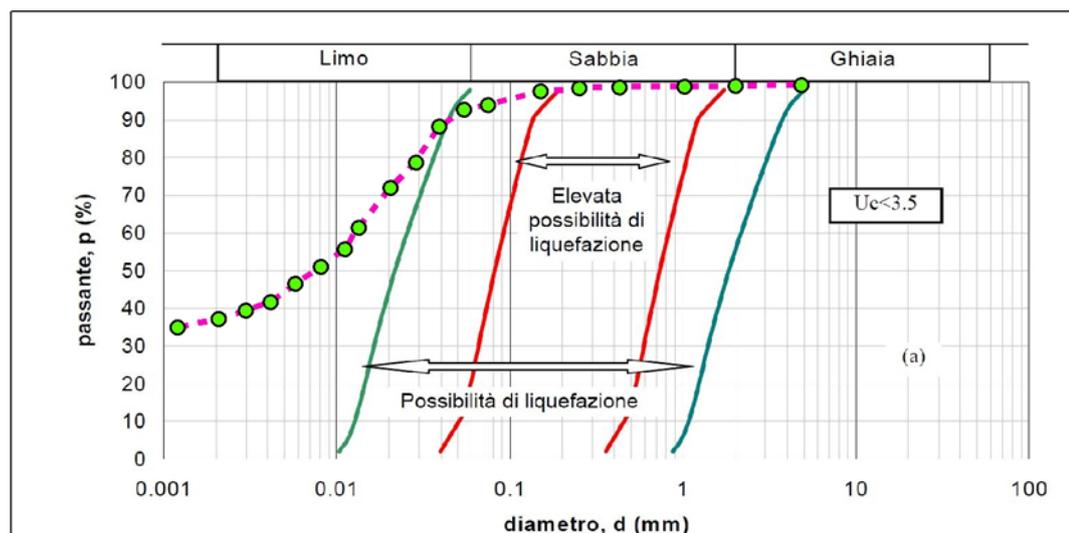


Immagine 8.2.2 - Fuso dei materiali liquefacibili

Il metodo delle fasce granulometriche consente di definire il fuso dei materiali liquefacibili analizzando le curve granulometriche dei terreni di riferimento proposti da Sherif & Ishibashi (1978).

In rosso sono rappresentate le linee di demarcazione tra le granulometrie soggette ad elevata possibilità di liquefazione sotto azione sismica, le verdi quelle con possibilità più bassa, la curva tratteggiata in viola rappresenta la curva granulometrica riferita al campione di terreno ad una profondità di 6,5 - 7 metri. Come si vede la curva sperimentale ricade praticamente quasi totalmente fuori dalle fasce di liquefazione pertanto con il metodo delle fasce granulometriche *i terreni in sito non sono liquefacibili*.

Per una maggiore sicurezza il calcolo della suscettibilità a liquefazione è stato condotto mediante i dati di Vs e i dati delle spt in foro di sondaggio come mostrato di seguito.

Valutazione sul potenziale di liquefazione metodo delle Vs e delle SPT

Numero di strati = 5

Profondità della falda = 4.2 m

Magnitudo del sisma = 5.5

Accelerazione massima al suolo = 0.15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1	Terreni organici	0	0.5	16	19					150
2	Limo argilloso	0.5	6.5	19	21	12				180
3	Limo argilloso	6.5	10	19	21	16				180
4	Sabbia limoso-	10	11.3	18	20	8				190

	argillosa									
5	Limo argilloso	11.3	15	18	20	11				190

Tabella 8.2.3 – Input dati

EC8 (SPT) (1998)

Input dati

Energy Ratio (ER) = 0.6

Strato Nr.	Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo di suolo
1				
2	60	30	> 10	C - Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza
3	57	37	> 10	C - Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza
4	40	10	<= 10	C - Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza
5	50	40	> 10	C - Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza

Tabella 8.2.4 – Input dati

Risultati

Correzione per ER (CE) = 1

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2.86

Verifica Nr.	Profondità dal p. c. (m)	Pressione litostatica totale	Pressione verticale efficace	Correzione per la press.	Numero dei colpi corretto	Coefficient e riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione	Sforzo di taglio normalizza	Coefficient e sicurezza	Suscettibilità di	Probabilità di liquefazione
1	4.40	82.50	80.54	1.11	20.98	0.97	0.23	0.05	4.53	NL	0.33
2	4.60	86.70	82.78	1.10	20.84	0.96	0.23	0.05	4.40	NL	0.36
3	4.80	90.90	85.02	1.08	20.55	0.96	0.22	0.05	4.25	NL	0.41

4	5.00	95.10	87.25	1.07	20.41	0.96	0.22	0.05	4.15	NL	0.44
5	5.20	99.30	89.49	1.06	20.26	0.96	0.22	0.05	4.05	NL	0.47
6	5.40	103.50	91.73	1.04	19.98	0.96	0.22	0.06	3.93	NL	0.52
7	5.60	107.70	93.97	1.03	19.83	0.96	0.22	0.06	3.85	NL	0.55
8	5.80	111.90	96.21	1.02	19.69	0.96	0.21	0.06	3.77	NL	0.59
9	6.00	116.10	98.45	1.01	19.54	0.95	0.21	0.06	3.69	NL	0.63
10	6.20	120.30	100.69	1.00	19.40	0.95	0.21	0.06	3.62	NL	0.67
11	6.40	124.50	102.93	0.99	19.26	0.95	0.21	0.06	3.56	NL	0.70
12	6.60	128.70	105.16	0.98	23.82	0.95	0.27	0.06	4.49	NL	0.34
13	6.80	132.90	107.40	0.96	23.43	0.95	0.26	0.06	4.35	NL	0.38
14	7.00	137.10	109.64	0.96	23.43	0.95	0.26	0.06	4.31	NL	0.39
15	7.20	141.30	111.88	0.95	23.24	0.94	0.26	0.06	4.23	NL	0.41
16	7.40	145.50	114.12	0.94	23.05	0.94	0.26	0.06	4.16	NL	0.43
17	7.60	149.70	116.36	0.93	22.86	0.94	0.25	0.06	4.08	NL	0.46
18	7.80	153.90	118.60	0.92	22.66	0.94	0.25	0.06	4.01	NL	0.49
19	8.00	158.10	120.83	0.91	22.47	0.94	0.25	0.06	3.95	NL	0.51
20	8.20	162.30	123.07	0.90	22.28	0.94	0.25	0.06	3.88	NL	0.54
21	8.40	166.50	125.31	0.89	22.09	0.94	0.24	0.06	3.82	NL	0.56
22	8.60	170.70	127.55	0.89	22.09	0.93	0.24	0.06	3.80	NL	0.57
23	8.80	174.90	129.79	0.88	21.90	0.93	0.24	0.06	3.74	NL	0.60
24	9.00	179.10	132.03	0.87	21.70	0.93	0.24	0.06	3.68	NL	0.63
25	9.20	183.30	134.27	0.86	21.51	1.15	0.24	0.08	2.94	NL	1.26
26	9.40	187.50	136.51	0.86	21.51	1.15	0.24	0.08	2.92	NL	1.29
27	9.60	191.70	138.74	0.85	21.32	1.15	0.23	0.08	2.88	NL	1.34
28	9.80	195.90	140.98	0.84	21.13	1.15	0.23	0.08	2.83	NL	1.42
29	10.00	200.10	143.22	0.84	21.13	1.15	0.23	0.08	2.82	NL	1.43
30	10.20	204.10	145.26	0.83	12.97	1.15	0.14	0.08	1.72	NL	6.30
31	10.40	208.10	147.30	0.82	12.87	1.15	0.14	0.08	1.70	NL	6.52
32	10.60	212.10	149.34	0.82	12.87	1.15	0.14	0.08	1.69	NL	6.63
33	10.80	216.10	151.38	0.81	12.78	1.15	0.14	0.08	1.67	NL	6.86
34	11.00	220.10	153.41	0.81	12.78	1.14	0.14	0.08	1.66	NL	6.98
35	11.20	224.10	155.45	0.80	12.68	1.14	0.14	0.08	1.64	NL	7.23
36	11.40	228.10	157.49	0.80	15.56	1.14	0.17	0.08	2.00	NL	4.04
37	11.60	232.10	159.53	0.79	15.43	1.14	0.17	0.09	1.98	NL	4.16
38	11.80	236.10	161.57	0.79	15.43	1.14	0.17	0.09	1.97	NL	4.23
39	12.00	240.10	163.61	0.78	15.30	1.14	0.17	0.09	1.94	NL	4.42

40	12.20	244.10	165.65	0.78	15.30	1.14	0.17	0.09	1.94	NL	4.42
41	12.40	248.10	167.69	0.77	15.16	1.14	0.17	0.09	1.91	NL	4.63
42	12.60	252.10	169.72	0.77	15.16	1.14	0.17	0.09	1.91	NL	4.63
43	12.80	256.10	171.76	0.76	15.03	1.14	0.16	0.09	1.88	NL	4.86
44	13.00	260.10	173.80	0.76	15.03	1.14	0.16	0.09	1.88	NL	4.86
45	13.20	264.10	175.84	0.75	14.90	1.14	0.16	0.09	1.86	NL	5.01
46	13.40	268.10	177.88	0.75	14.90	1.14	0.16	0.09	1.85	NL	5.09
47	13.60	272.10	179.92	0.75	14.90	1.14	0.16	0.09	1.85	NL	5.09
48	13.80	276.10	181.96	0.74	14.77	1.14	0.16	0.09	1.82	NL	5.34
49	14.00	280.10	183.99	0.74	14.77	1.14	0.16	0.09	1.82	NL	5.34
50	14.20	284.10	186.03	0.73	14.64	1.14	0.16	0.09	1.80	NL	5.52
51	14.40	288.10	188.07	0.73	14.64	1.14	0.16	0.09	1.79	NL	5.61
52	14.60	292.10	190.11	0.73	14.64	1.14	0.16	0.09	1.79	NL	5.61
53	14.80	296.10	192.15	0.72	14.50	1.13	0.16	0.09	1.77	NL	5.80
54	15.00	300.10	194.19	0.72	14.50	1.13	0.16	0.09	1.76	NL	5.89

Tabella 8.2.5 – Risultati

Anche da questo tipo di elaborazione i terreni in sito *risultano non liquefacibili*.

## 8.3 CAMPAGNA GEOGNOSTICA-GEOFISICA ESEGUITA DALLA GEORES Srl APRILE 2015-APRILE 2016

### 8.3.1 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

I sondaggi sono stati eseguiti a carotaggio continuo, utilizzando più sonde in contemporanea, di tipo Mori S20 – Beretta T 47S – CMV 600 – Mori SL30, con un sistema di perforazione asta e carotiere di diametro di 101 mm, con rivestimento di diametro 127 mm, che ha consentito una percentuale di carotaggio mediamente del 70-100 %, in funzione della tipologia del materiale estratto.

N. 28 sondaggi geognostici sono stati spinti a profondità massima di 70 m dal p.c., n.23 sondaggi geognostici a carotaggio continuo sono stati spinti a profondità massima di 120 m dal p.c., n.10 sondaggi geognostici a carotaggio continuo sono stati spinti a profondità massima di 85 m dal p.c., n.13 sondaggi geognostici a carotaggio continuo sono stati spinti a profondità massima di 30 m dal p.c.

Nell'area indagata sono stati inoltre realizzati dei sondaggi a distruzione di nucleo con trivella FD1600 DT, con doppia testa di rotazione di 2000 tonn di coppia e diametro 127 mm, utilizzando rivestimento di diametro 152 mm, posti a distanza di circa 5-7 metri da quelli a carotaggio continuo, per l'esecuzione delle prove sismiche in foro di tipo Cross-Hole.

Tutte le indagini geognostiche e sismiche effettuate in sito nelle diverse campagne, sono state ubicate in funzione degli interventi in progetto e secondo le disposizioni fornite dal Committente e dai progettisti, in funzione dell'accessibilità delle aree.

### 8.3.2 Standard Penetration Test (SPT)

Al fine di poter caratterizzare con continuità le litologie ed a completamento dell'indagine geognostica, sono state eseguite nel corso dei sondaggi geotecnici complessivamente n. 433 prove S.P.T. a diverse profondità.

Per l'esecuzione della prova S.P.T. è stata utilizzata un'attrezzatura le cui caratteristiche (dimensioni del campionatore, peso delle aste e del maglio, altezza di caduta dello stesso) risultano conformi a quanto indicato nella normativa di riferimento ASTM 1586/68, "Penetration Test and Split Barrel Sampling of Soils".

I dati ottenuti dalle prove SPT in foro sono stati normalizzati (NSPT60) in funzione delle caratteristiche tecniche del dispositivo di battuta e di quello del sondaggio per riferirli ad un rendimento medio, verificato da molti ricercatori, pari al 60% del valore del numero di colpi (N) misurato.

Nella Relazione geologica specialistica redatta dalla Geores Srl sono riportati sia il numero dei colpi che i valori di NSPT e NSPT60.

### **8.3.3 Prelievo di campioni indisturbati per prove di laboratorio geotecnico**

Durante le diverse campagne geognostiche realizzate nell'area, sono stati prelevati complessivamente n. 422 campioni sia indisturbati che rimaneggiati, al fine di caratterizzare tutti gli orizzonti litologici identificati, su cui sono state effettuate specifiche analisi di laboratorio concordate con il geotecnico Prof. Bosco, per una caratterizzazione fisica e meccanica presso il laboratorio Geores S.r.l., autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto Ministeriale n. 160 del 19/04/2011 e con certificazione ISO9001:2008 di TUV Austria.

Dalle prove strumentali si sono ottenuti i principali parametri fisici e meccanici per la caratterizzazione geotecnica dei terreni, per l'elenco completo dei risultati delle prove di laboratorio si rimanda alla tabella riepilogativa "Tabella dei risultati delle prove di laboratorio" della Relazione geologica specialistica redatta dalla Geores Srl.

### **8.3.4 Prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc**

Per verificare la permeabilità dei terreni incontrati in successione stratigrafica, sono state inoltre eseguite complessivamente n. 46 prove di permeabilità Lefranc in foro, a carico variabile, eseguite con modalità di misura "in abbassamento", poste a profondità comprese nei primi 10 metri dal p.c., in corrispondenza dei possibili processi di filtrazione nel terreno, legati alle variazioni idrometriche del Fiume Tevere.

Le elaborazioni ottenute dalle misure effettuate forniscono indicazioni dirette sul valore della permeabilità del terreno alla quota d'indagine, che risultano dell'ordine di  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  cm/s.

### **8.3.5 Prove CPTU**

Sono state realizzate n. 19 prove penetrometriche statiche con piezocono CPTU l'attrezzatura di spinta per l'esecuzione delle prove penetrometriche CPTU è stata fornita da un Penetrometro TG 63-200 kN matricola P000988 (ditta PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT – anno 2008) semovente su cingoli, con sistema di auto ancoraggio ad elicoidi  $\varnothing = 101$  mm della lunghezza di 100 cm con prolungha assemblabili di 75 cm, capace di una spinta statica massima di 200 kN in infissione.

La prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU è standardizzata dalla norma ASTM D 5778-12 (1995).

I risultati di alcune prove CPTU sono riportati nel report allegato alla presente relazione con specifiche sulla metodologia di indagine e di interpretazione dei dati da correlazioni litologiche, con tabelle dati e grafici ricostruiti con la profondità dei principali parametri acquisiti e con l'elaborazione dei principali parametri geotecnici (Report prove CPTU).

### **8.3.6 Piezometri e monitoraggio della falda**

Al fine di verificare le oscillazioni di livello delle falde idriche intercettate nell'area sono stati attrezzati una serie di piezometri di seguito dettagliati:

- 8 sondaggi attrezzati con piezometri Norton;
- 7 sondaggi attrezzati con piezometri Casagrande;
- 3 sondaggi attrezzati con trasduttori elettrici di pressione.

Come specificato nel capitolo dedicato all'idrogeologia nella presente relazione un primo orizzonte acquifero superficiale è presente all'interno dei depositi limosi che costituiscono i primi 9-10 metri di profondità, con un livello piezometrico stabilizzato e misurato nei piezometri Norton installati nei sondaggi S3, S11, S13 ed S14 (2015-Geores) pari a circa 3 metri dall'attuale piano campagna (6 m s.l.m.) e nel sondaggio S3 della campagna 2014 che rileva la falda a -4.2 m da p.c.

Nel complesso le misure piezometriche hanno dunque evidenziato un livello statico che si attesta a quote medie di circa 4,5-6,5 metri s.l.m.

Mentre le misure piezometriche effettuate con i piezometri tipo Casagrande nella falda profonda hanno evidenziato un livello di stabilizzazione che si attesta a quote topografiche medie di circa 1,3-3,4 metri s.l.m..

Nella Relazione geologica specialistica redatta dalla Geores Srl sono indicate tutte le misure piezometriche eseguite.

### **8.3.7 Indagini sismiche, generalità**

Sono state eseguite nell'intera area del progetto "A.S. Roma Stadium" numerose indagini sismiche sia in foro che di superficie dalla Geores Srl.

In particolare, il programma complessivo di indagini ha previsto l'esecuzione di n. 5 prove sismiche in foro di tipo Cross-Hole, n. 10 prove sismiche in foro di tipo Down-Hole, n. 38 sezioni sismiche con sistema MASW e n. 17 misure di frequenza fondamentale HVSR, distribuite come indicato in planimetria allegata.

Le indagini sismiche dirette hanno permesso di ricostruire le principali caratteristiche sismiche del sottosuolo fino ad una profondità massima di circa 85-120 metri dal p.c., mentre le analisi spettrali HVSR hanno evidenziato un bedrock sismico posto mediamente a profondità di circa 120-140 metri dal p.c..

Dalla determinazione delle onde S individuate nelle prove sismiche effettuate, risultano dei valori di Vs30 mediamente compresi nel range di circa 170-220 m/s, che permetterebbero di classificare il terreno al limite tra le categorie di suolo di fondazione di tipo "C" e "D".

Tuttavia, dai profili di velocità delle onde S rilevati, non si evidenzia un graduale aumento delle proprietà meccaniche nei 30 metri come richiesto da normativa, piuttosto i valori di velocità presentano spesso andamenti costanti e a tratti delle blande inversioni di velocità, pertanto la categoria di suolo per l'area in esame risulta di tipo "S2".

Inoltre, viste le caratteristiche morfologiche del sito in esame, è possibile considerare la Categoria Topografica "T1", idonea per aree sub-pianeggianti o con inclinazione < 15°.

### **8.3.8 Prove sismiche in foro tipo down-hole e cross hole**

Nell'area di studio sono state effettuate n. 10 indagini sismiche in foro di tipo Down- Hole e 5 indagini sismiche Cross Hole.

Le prove Down- Hole sono state eseguite con la sorgente di onde sismiche posta in superficie ed il ricevitore posizionato in foro, ad ogni metro di profondità fino alla profondità massima di indagine.

Lo strumento è composto da una sorgente di onde sismiche, da un geofono da foro per la misurazione dell'intensità e dei tempi di arrivo del treno di onde e da un dispositivo hardware di registrazione dei dati.

La sorgente delle onde sismiche è costituita dall'impatto di un martello di 10 kg su una piastra posizionata perpendicolarmente al terreno, in grado di generare un treno di onde sismiche, i cui tempi di arrivo e l'intensità delle stesse vengono registrate dal geofono 3D da foro ed inviate al computer centrale di acquisizione.

L'impatto del martello avviene alternativamente in senso verticale, originando onde di compressione (onde P) ed in senso orizzontale, originando onde di taglio (onde S).

Il geofono da foro, posizionato su un'asta graduata, viene immerso nel foro di sondaggio, preventivamente rivestito con un tubo in PVC diametro 80 mm ed è dotato di una membrana contenente azoto, la cui deformazione all'arrivo della sollecitazione sismica, permette di registrare sia l'arrivo delle onde P che quello delle onde S, con misure ripetute a successive profondità dal piano campagna.

I risultati di alcune prove down-hole più rappresentative sono riportati in allegato, nei quali sono inseriti i sismogrammi, le variazioni delle velocità delle onde sismiche  $V_p$  e  $V_s$ , espressione della natura litologica e delle proprietà geomeccaniche di ciascun terreno e le relative dromocrone.

In allegato si riportano i profili di velocità delle onde S che evidenziano alcune inversioni di velocità, pertanto la categoria di suolo risulta "S2" ed è stato predisposto uno specifico studio di risposta sismica locale, oltretutto obbligatorio per interventi in classe d'uso 3.

### 8.3.9 Masw

Nell'area sono state effettuate complessivamente n. 38 sezioni MASW con le modalità standard già indicate in precedenza.

L'analisi delle onde superficiali è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione, disposta sul terreno secondo un array lineare di 24 geofoni con spaziatura pari a 2 metri.

Inoltre per ottenere una buona risoluzione, oltre ad utilizzare geofoni da 4.5 Hz, è stato utilizzato un sismografo a 24 bit, con la sorgente posizionata ad una distanza di 5 metri dal primo geofono.

Per le 11 masw realizzate nella prima fase di indagine si riporta la sottostante tabella con i valori delle  $V_{s30}$ :

Masw	$V_{s30}$ m/s
Masw 1	212
Masw 2	210
Masw 3	198
Masw 4	181
Masw 5	197
Masw 6	224
Masw 7	200
Masw 8	206
Masw 9	177
Masw 10	182
Masw 11	169

Tabella 8.3.9.1 – Valori di  $V_{s30}$  da masw

### 8.3.10 HVSr

Nell'area sono state realizzate complessivamente n. 17 misure della frequenza fondamentale del terreno.

Dall'analisi spettrale eseguita nel sito d'indagine risultano frequenze di risonanza comprese tra 0.6 e 1.0 Hz, corrispondenti ad un contrasto di impedenza sismica posto a profondità intorno ai 100 metri dal p.c., associabile al bedrock sismico, in base a quanto indicato nella seguente tabella:

$f_o$ (Hz)	$h$ (m)
------------	---------

< 1	> 100
1 - 2	100 - 50
2 - 3	50 - 30
3 - 5	30 - 20
5 - 8	20 - 10
8 - 20	10 - 5
> 20	< 5

Per le 6 prove HVSR eseguite nella prima fase delle indagini si riporta nella sottostante tabella la relativa misura di frequenza fondamentale:

HVSR	FREQUENZA DI RISONANZA (Hz)	PROFONDITA' BEDROCK
HVSR-S6	0.7	>100
HVSR-S9	0.6	>100
HVSR-S17	0.7	>100
HVSR-S14	0.6	>100
HVSR-S11	1	100
HVSR-S15	0.6	>100

Tabella 8.3.10.1 – Valori di  $f_o$  e profondità bedrock da HVSR

I rapporti di prova di alcune misure più rappresentative sono allegata alla presente relazione.

## 9 STUDIO DI MICROZONAZIONE DI LIVELLO II E RISPOSTA SISMICA LOCALE

Essendo stato approvato e validato lo studio di Microzonazione sismica di livello 1 per il Municipio IX (ex. XII) del Comune di Roma (Determinazione A045746 del 05/07/2013 ad oggetto: Studio di Livello 1 di Microzonazione Sismica dell'Unità Amministrativa Sismica del Municipio Roma XII. Validazione ai sensi della DGR Lazio n. 545 del 26 novembre 2010. Istanza 240 MS Fig.8), in fase di prefattibilità è stato predisposto uno studio di microzonazione sismica di livello II.

Lo studio di Livello 2 è stato redatto dallo scrivente secondo quanto prescritto dalla DGR Lazio n. 490/11 e la DGR Lazio n. 535/12.

Lo studio di MSII ha evidenziato come non sia possibile identificare nelle tabelle degli abachi all'incrocio H/VSH un valore del fattore FH, e non può essere utilizzato il metodo degli abachi.

Perciò non sono confrontabili i valori di FH col valore di soglia Ss della UAS del Municipio XII del Comune di Roma.

Alla luce di ciò per tutta l'area è stato previsto uno studio di risposta sismica locale (RSL) per qualunque opera edificatoria con presenza di afflusso e/o residenza di persone (eccetto tracciati stradali senza opere rilevanti come parcheggi a raso, rotatorie).

In ottemperanza al Regolamento Regionale n. 14/2016 per opere d'importanza rilevante di cui All. A D.G.R. Lazio n. 489/2012 che modifica l'All. 2 D.G.R. Lazio n. 387/09 (classe d'uso 3), e visti i risultati delle indagini sismiche eseguite in sito dalla Geores Srl che inseriscono i terreni in categoria S2, dovrà essere effettuato uno studio di Risposta Sismica Locale.

## 10 ANALISI PRELIMINARE DEL RISCHIO SUBSIDENZA

### 10.1 Generalità

La subsidenza è stata definita nel 2001 da Anumba & Scott in senso ampio come segue: '*Subsidence may be defined as a downward movement within the ground*', una seconda definizione è stata da Zeitoun & Wakshal nel 2013 nel libro "*Land Subsidence Analysis in Urban Areas*" come segue: "*Subsidence may be defined as the gradual and/or sudden sinking of landforms to a lower level as a result of a subsurface movement of earth materials*".

La classificazione del fenomeno di subsidenza può essere eseguita sulla base delle cause innescanti, in movimenti provocati da attività antropica, da cause naturali o dalla coesistenza tra le due. Per quanto riguarda i movimenti di origine naturale i contesti geologici possono essere diversi, ed esempio i fenomeni di origine tettonica a scala locale o regionale, i movimenti legati ad attività vulcanica ed ancora i movimenti dovuti alla naturale perdita di volume per consolidazione di sedimenti compressibili sotto il proprio peso (Tovey et al., 2002).

L'abbassamento della superficie topografica innescato dall'imposizione di un carico in superficie, denominato cedimento, è stato approfonditamente studiato e si verifica in accordo con la teoria di consolidazione di Terzaghi.

L'entità del cedimento e i tempi di esaurimento del processo sono funzione della profondità delle unità litologiche compressibili, dei percorsi idraulici necessari per lo smaltimento delle sovrappressioni, dell'entità del sovraccarico, delle condizioni di permeabilità dei corpi geologici sovrastanti e sottostanti e dei moduli edometrici dello strato compressibile (Terzaghi and Peck, 1967).

La teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi, analizza l'evoluzione temporale delle sovrappressioni interstiziali generate da variazioni della tensione efficace nel sottosuolo indotta sia dai carichi trasmessi dalle fondazioni che dalla depressione delle falde.

A seguito dell'applicazione di un carico in superficie, trasferito istantaneamente sulla fase liquida come incremento delle sovrappressioni interstiziali, ha inizio un moto di filtrazione dell'acqua indotto dalla differenza di carico idraulico con gli strati adiacenti e/o con l'esterno. Lo smaltimento di dette sovrappressioni interstiziali per flusso dell'acqua richiede un certo tempo, denominato tempo di consolidazione. Il processo di smaltimento delle sovrappressioni neutre con conseguente perdita di volume del terreno prende il nome di consolidazione.

Il riassetto strutturale dello scheletro solido del terreno determina una diminuzione della porosità del terreno e una conseguente perdita di volume denominata cedimento. Il cedimento avviene in campo viscoelastico secondo finestre temporali dipendenti dalla permeabilità dei terreni.

Il tempo necessario perché il processo di consolidazione si può ritenere esaurito è proporzionale a (Lambe & Whitman, 1997):

$$H^2 \cdot m_v / k$$

Dove:

H è la lunghezza del massimo percorso di filtrazione dell'acqua,

$m_v$  è il coefficiente di compressibilità volumetrica del terreno,

k è il coefficiente di permeabilità del terreno.

Pertanto il processo è tanto più lungo quanto maggiore è il percorso idraulico e quanto maggiore è il coefficiente di compressibilità volumetrica del terreno e al diminuire del coefficiente di permeabilità del terreno. Nel caso frequente in cui gli strati sono sub-orizzontali, e il moto dell'acqua è prevalentemente verticale, se lo strato è mono-drenato il percorso idraulico corrisponde allo spessore dello strato, se è bi-drenato a metà dello spessore dello strato.

Il rapporto tra il coefficiente di permeabilità del terreno k e il coefficiente di compressibilità volumetrica del terreno  $m_v$  moltiplicato per il peso di volume dell'acqua  $\gamma_w$  fornisce il coefficiente di consolidazione  $c_v$ .

Il coefficiente di consolidazione  $c_v$  determina la velocità di dissipazione delle sovrappressioni neutre e la velocità con cui si verificano i cedimenti dei terreni coesivi, il valore di  $c_v$  si ricava dalle curve cedimenti-tempo ottenute con la prova edometrica eseguita su campioni indisturbati.

Il cedimento totale può essere scomposto in due componenti:

1) il cedimento che si verifica mentre si dissipano le sovrappressioni neutre, denominato cedimento primario,

2) il cedimento che si verifica lentamente dopo che le sovrappressioni neutre si sono dissipate, denominato cedimento secondario.

Il processo di consolidazione secondaria è molto lento e la velocità del processo è piuttosto bassa. La consolidazione secondaria è caratterizzata dalla pendenza  $C_{\square}$  della parte finale della curva deformazione assiale-tempo in scala semilogaritmica.

## 10.2 La subsidenza nell'area di Tor di Valle

La natura granulometrica dei terreni limosi e argillosi poco consistenti, ricchi in sostanza organica, che costituiscono una porzione significativa della colonna stratigrafica rilevata in tutta l'area in esame pone l'attenzione alla problematica della potenziale subsidenza che potrebbe coinvolgere le strutture e le infrastrutture di progetto.

La problematica è stata analizzata, ai fini del presente studio, con duplice modalità:

- Sono state osservate le misure eseguite con tecnica InSAR da satellite nell'ambito del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale;
- E' stato recentemente avviato dalla Geores Srl un monitoraggio topografico su micropali e un monitoraggio con assestimetri ad anelli magnetici.

## 10.3 Osservazioni con tecniche InSAR

Il radar satellitare è un sistema di telerilevamento attivo che fornisce immagini elettromagnetiche con frequenze comprese tra 500 MHz e 10 GHz della superficie terrestre con possibilità di operare in continuità acquisendo dati sia in condizioni nuvolose che in assenza di luce solare.

Il SAR (Radar ad Apertura Sintetica) è uno strumento costituito da un'antenna trasmittente e da un sensore ricevente posizionato su satelliti orbitanti su orbite eliosincrone attorno al nostro pianeta ad una distanza di circa 800 km.

Le immagini acquisite sono costituite da una serie di pixel a ciascuno dei quali corrisponde una coppia di valori di ampiezza e fase del segnale ricevuto. L'interferogramma è la matrice di dati ottenuta dal confronto tra due distinte acquisizioni della stessa area e racchiude in sé le informazioni relative ai vari contributi che generano il valore di fase.

Le tecniche A-DInSAR si basano su analisi di tipo multi-interferogramma o multimmagine, cioè utilizzano una lunga serie di immagini radar relative ad una stessa area, nelle quali vengono identificati alcuni bersagli radar, utilizzati per la misura degli spostamenti.

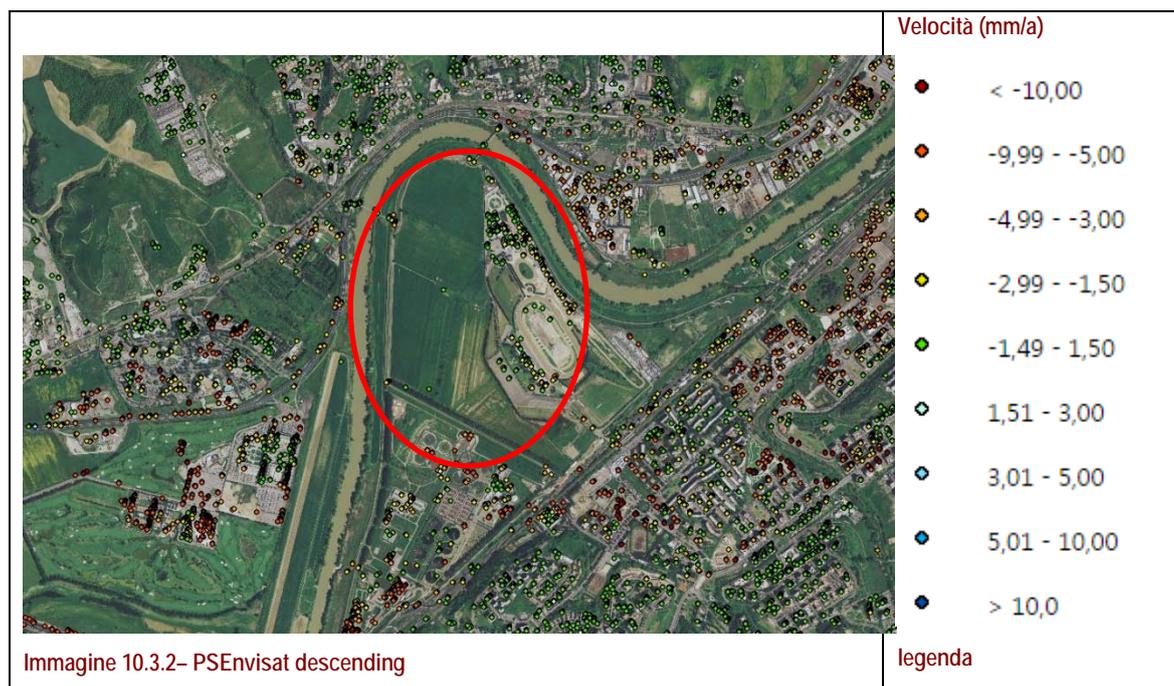
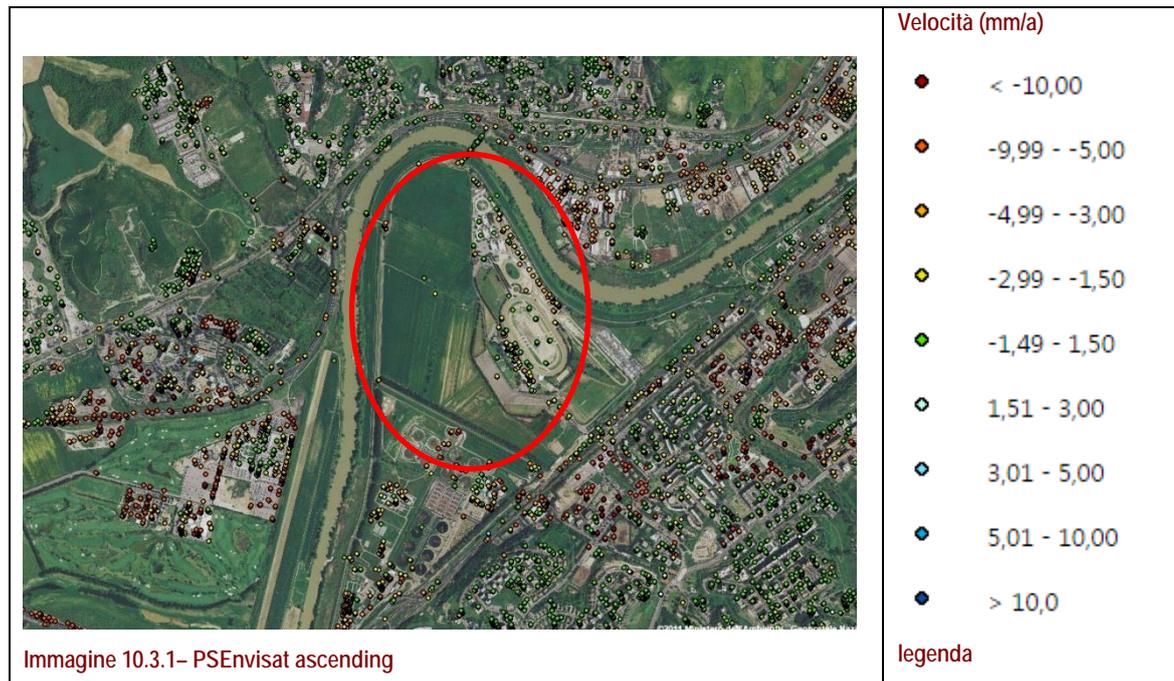
Il Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A) è un Accordo di Programma tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del Mare (MATTM), Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile (DPC) e Ministero della Difesa (MD) d'intesa con le Regioni e le Province Autonome, ai sensi della legge 179 del 31 luglio 2002 art. 27.

Il PST-A ha l'obiettivo di realizzare e condividere con la Pubblica Amministrazione le informazioni relative alla morfologia dei territori, realizzando elaborati per supportare i processi decisionali e operativi.

Come descritto dettagliatamente nelle "linee guida per l'analisi di dati interferometrici satellitari in aree soggette a dissesti idrogeologici" redatto dal MATTM, nel progetto PST-A-Lotto 2 sono stati utilizzati i dati acquisiti dai satelliti ESA (*European Space Agency*) ERS-1 ed ERS-2 (*Earth Resources Satellite*) ed Envisat (*ENVIRONMENTAL SATellite*). In particolare il satellite ERS-1 ha acquisito dati nel periodo compreso tra Luglio 1991 e Marzo 2000, mentre ERS-2 è operativo dal 1995.

La tecnologia interferometrica PSP-DIFSAR sviluppata da Telespazio ed e-GEOS è una tecnica d'interferometria differenziale SAR di tipo persistent scatterer interferometry (PSI) la quale si serve di una procedura algoritmica di proprietà per analizzare i Persistent Scatterers (PS) su lunghe serie di immagini SAR, al fine di misurare movimenti lenti del terreno dovuti a frane, subsidenza, fenomeni vulcanici e sismici.

Per il presente studio è stato consultato il PCN per valutare l'entità dei movimenti che hanno coinvolto i manufatti situati nell'area in esame.



Come si osserva consultando il Portale Cartografico Nazionale nel settore di studio si individuano dei movimenti che interessano i manufatti dell'ex Ippodromo di Tor di Valle.

In particolare nella geometria Envisat ascending nell'area di Tor di Valle ricadono circa 203 PS della serie temporale Envisat (2002-2010), con velocità media pari a -1,98 mm/a e deviazione standard pari a 0,98 mm/a, come indicato nell'elaborazione statistica di seguito raffigurata.

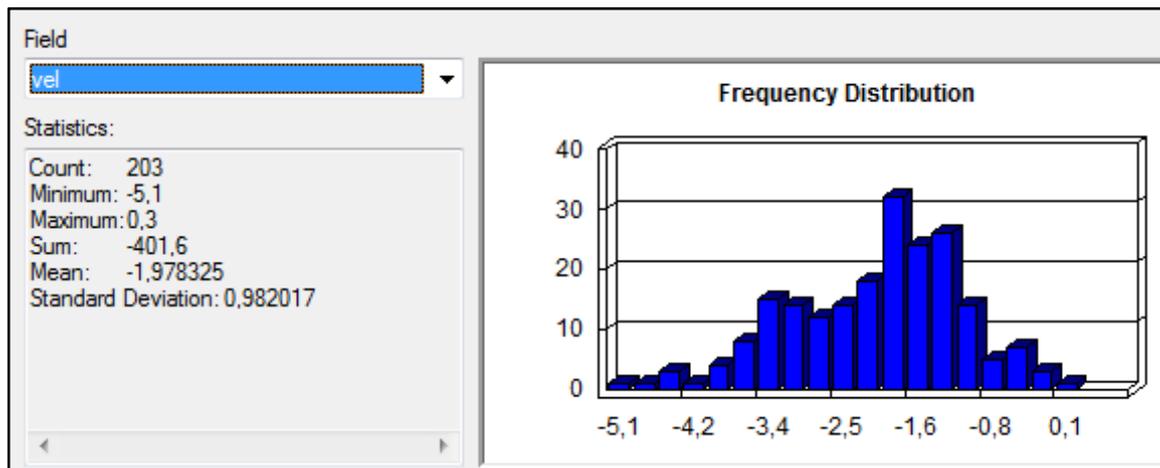


Immagine 10.3.3- Statistica PSEnvisat ascending

Mentre nella geometria Envisat descending nell'area di Tor di Valle ricadono circa 326 PS della serie temporale Envisat (2002-2010), con velocità media pari a -1,56 mm/a e deviazione standard pari a 0,92 mm/a, come indicato nell'elaborazione statistica di seguito raffigurata.

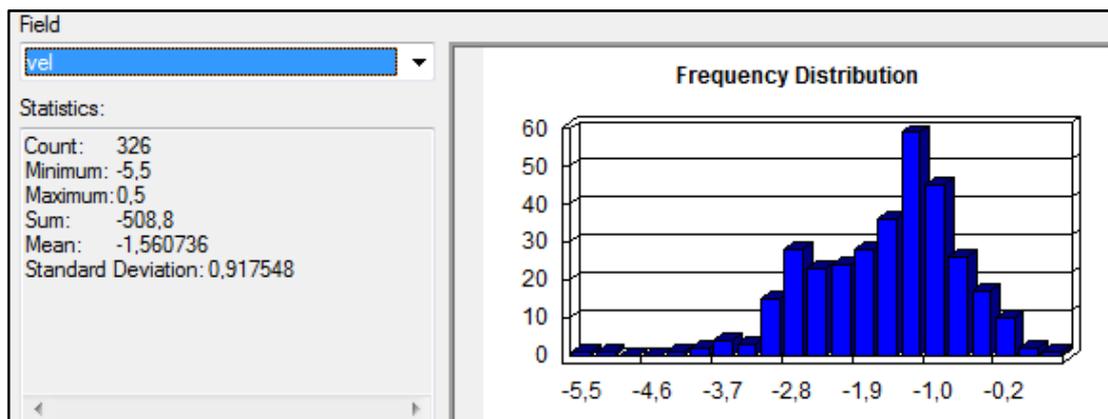


Immagine 10.3.4- Statistica PSEnvisat descending

In sintesi nell'area esaminata sono presenti dei movimenti di subsidenza osservati dal satellite Envisat aventi velocità media compresa tra -1,56 mm/a e -1,98 mm/a e valori massimi di circa -5,5 mm/a.

Il trend di subsidenza osservato nell'area di Tor di Valle risulta essere nel complesso significativo, tuttavia i valori medi osservati sono decisamente inferiori rispetto a quelli osservati nelle aree adiacenti, caratterizzate da analogo contesto geologico alluvionale (ad es. Via di Decima e Torrino in sinistra idrografica e Parco dei Medici in destra idrografica) dove si individuano ampi settori con velocità media di subsidenza, misurata nello stesso intervallo temporale, compresa tra -5,0 e -6,0 mm/a.

Presumibilmente nel settore di Tor di Valle, dove ricadono le opere di progetto, vengono osservate velocità medie di subsidenza inferiori rispetto alle aree adiacenti a causa dell'età dei manufatti ricadenti al proprio interno (si ricorda che l'ippodromo di Tor di Valle Fu inaugurato nel dicembre del 1959). Come dettagliatamente descritto in precedenza il fenomeno della subsidenza per consolidazione si esaurisce progressivamente nel tempo. Essendo trascorsi più di 50 anni dalla realizzazione dell'ippodromo si può ipotizzare un parziale esaurimento del fenomeno di consolidazione che ha interessato i terreni sottostanti l'ippodromo.

Inoltre c'è da evidenziare che, a parte la tribuna dell'ex ippodromo, probabilmente fondata su pali, il resto delle strutture sono particolarmente leggere dal punto di vista del carico unitario trasmesso in superficie dato che si tratta prevalentemente di stalle, parcheggi e strutture con limitata elevazione.

In ultimo si osserva che le strutture più prossime all'argine del Tevere (Nord Est) presentano velocità di subsidenza maggiore rispetto alle altre strutture, ciò è probabilmente dovuto ad una subsidenza indotta dal carico dell'argine che coinvolge passivamente le strutture ad esso adiacente.

#### 10.4 Monitoraggio strumentale della subsidenza eseguito da Geores Srl

Come riferito dalla Geores Srl al fine di monitorare l'entità e velocità degli abbassamenti che interessano l'area in esame, si è proceduto a realizzare una rete di monitoraggio topografico costituita da n. 15 micropali spinti a profondità pari a 5 metri dal p.c e da n. 4 assestimetri ad anelli magnetici.

È stata eseguita una misura topografica della sommità della tubazione installata in foro, necessaria per ottenere cedimenti assoluti in termini di abbassamento della quota topografica del suolo. Pertanto sono stati installati sulla testa dei micropali n. 15 riferimenti topografici di controllo, tramite i quali sarà possibile ottenere un monitoraggio del comportamento deformativo del suolo, utilizzando un sistema di riferimento in coordinate assolute.

Al termine delle operazioni di posa della strumentazione topografica è stata realizzata la prima livellazione di riferimento per i successivi rilievi (lettura di zero). I valori di spostamento saranno valutati con riferimento al singolo target topografico, ma anche comparati con il valore medio dello spostamento registrato dal gruppo di riferimenti topografici.

Il monitoraggio topografico sarà eseguito con cadenza inizialmente bimestrale e sarà esteso anche alla testa dei n. 4 fori attrezzati con assestimetri ad anelli magnetici. Ad oggi non si dispone dei risultati del monitoraggio che appare finalizzato a misurare la "subsidenza di fondo" che potrebbe interessare l'intera area del sedime di Tor di Valle. Di seguito è indicata in planimetria l'ubicazione dei micropali posti in opera e monitorati.

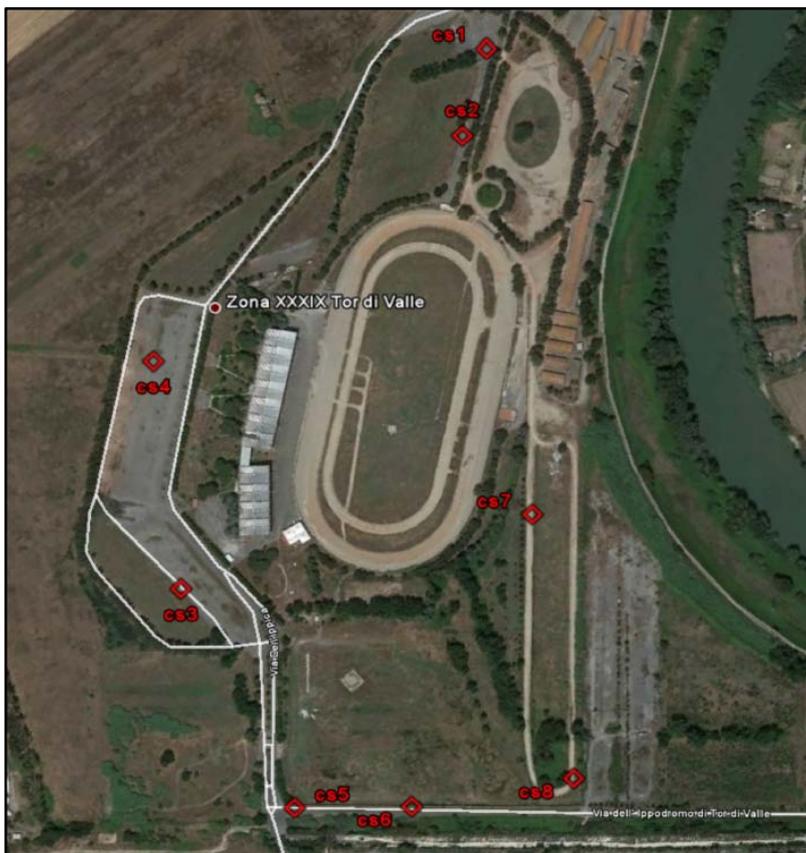


Immagine 10.4.1- Ubicazione dei micropali posti in opera e monitorati

Per il monitoraggio dei cedimenti nell'area in studio sono stati attrezzati inoltre n. 4 fori di sondaggio con assestimetri ad anelli magnetici utilizzati generalmente per misurare i cedimenti al di sotto dei terreni di fondazione delle opere edili.

Allo stato attuale, sono stati installati gli assestimetri ad anelli magnetici in 4 fori di sondaggio, ad intervalli di circa 4 metri entro i

40 metri di profondità dal p.c., e sono state eseguite le misure topografiche di quota dei dadi posti in testa ed è stata eseguita una misura assestimetrica di zero. Il monitoraggio assestimetrico del terreno nell'area di Tor di Valle sarà effettuato con misure a cadenza bimestrale.

In conclusione, per quanto riguarda il rischio subsidenza appare chiaro come l'area sia potenzialmente soggetta a tale fenomeno, pertanto sarà necessario operare delle scelte ingegneristiche atte a mitigare l'innescarsi e l'evoluzione del fenomeno.

Prevalentemente si fa riferimento all'esecuzione di pali profondi di fondazione precaricati per la realizzazione di qualsivoglia struttura in elevazione e l'uso di rilevati alleggeriti ad esempio con argilla espansa o la schiuma di vetro utilizzata di recente per alleggerire la pista 3 dell'aeroporto di Fiumicino Leonardo da Vinci soggetta da decenni a importanti fenomeni di subsidenza.

## 11 CONCLUSIONI ED IDONEITA' TERRITORIALE

La zona del progetto "Stadio Tor di Valle" si ubica nel Comune di Roma Municipio IX (ex XII). Dallo studio geologico-geomorfologico e sismico che si è avvalso sia dei dati della campagna geognostica geosismica eseguita dallo scrivente a luglio 2014 che dei dati provenienti dalle indagini svolte in sito dalla Geores Srl tra i mesi di aprile 2015 e aprile 2016, emergono i seguenti risultati:

- Nell'area di studio si individuano in affioramento terreni alluvionali (Fig. 5) spesso sovrastati da terreni di riporto. Tutte le indagini eseguite sull'area hanno evidenziato la presenza di terreni alluvionali formati da depositi molto eterogenei di natura siltoso-sabbiosa e siltoso-argillosa con lenti sabbiose, dunque con forti eteropie laterali e verticali e spessori di circa 65-70 m su un substrato riferibile a ghiaie cementate (allegato).
- Dal punto di vista morfologico, l'area di studio confina a Nord-Est con l'alveo del Fiume Tevere ed è ubicata all'interno di un meandro con quote del terreno che variano da circa 8 m s.l.m. a SE a 9.7 m s.l.m. a NNW e dei valori di circa 8 m s.l.m. nella parte centrale. L'intera area di studio è suborizzontale e corrisponde ad una superficie morfologica di piana alluvionale, il cui limite a Nord a Nord Est e a Nord Ovest corrisponde all'argine artificiale del Fiume Tevere. Non si evidenziano segnali di dissesto gravitativo in atto (Fig. 6), inoltre non sono stati rilevati indicatori che ne lascino presagire un futuro innesco anche in virtù della scarsa energiadi rilievo per la stessa morfologia subpianeggiante (Fig. 7).
- Per gli aspetti sismici, in seguito alla riclassificazione sismica della Regione Lazio di cui alla D.G.R.L. n. 387 del 2009 pubblicata su BURL n. 24 del 27 Giugno 2009, il territorio dell'ex Municipio XII del Comune di Roma (attualmente IX) è di sismicità 2B caratterizzata da un valore dell'accelerazione di picco su terreno rigido con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresa con  $0.15 < a_g < 0.20$ .
- Nell'area in esame è stato redatto e approvato lo studio di microzonazione sismica di primo livello (Fig. 8) dove emerge che l'area è stata classificata come "Zona stabile, suscettibile di amplificazione locale". Lo studio di microzonazione sismica di II livello, redatto in fase di prefattibilità, ha permesso di definire che per tutta l'area di indagine è verificata la non applicabilità degli abachi in quanto la profondità ipotizzata del Bedrock risulta essere in un campo non contemplato negli abachi stessi per Vsh pari a 180 – 190 m/s. Successivamente dai risultati delle indagini sismiche della Geores (terreni in categoria S2) e in ottemperanza al Regolamento Regionale n. 14/2016 per opere d'importanza rilevante di cui All. A D.G.R. Lazio n. 489/2012 che modifica l'All. 2 D.G.R. Lazio n. 387/09 (classe d'uso 3) sarà eseguito uno studio di RSL.
- L'idrogeologia della zona è influenzata dal litotipo affiorante, rappresentato dal Complesso dei Depositi Alluvionali Recenti costituito da materiali eterogenei con potenzialità acquifera da bassa a medio alta (Fig. 9). In base alle indagini realizzate in sito sia nella campagna del 2014 che in quella del 2015-2016, la dinamica idrogeologica complessiva dell'area risulta suddivisa in due acquiferi differenziati. Un primo orizzonte acquifero superficiale è presente all'interno dei depositi limosi che costituiscono i primi 9-10 metri di profondità, con un livello piezometrico stabilizzato e misurato nei piezometri Norton che si attesta a quote medie di circa 4,5-6,5 metri s.l.m. Tale orizzonte si presenta discontinuo e collegato essenzialmente ai fenomeni di infiltrazione delle acque di superficie ed alle variazioni dei livelli idrici del Fiume Tevere e dei fossi tributari.
- La falda principale dell'area è una falda in pressione ed è stata intercettata nei depositi alluvionali profondi, caratterizzati da sabbie medio-grossolane e da ghiaie in matrice sabbiosa, tamponata alla base dal substrato argilloso plioleistocenico di origine marina, considerato impermeabile (acquiclude). Le misure piezometriche effettuate nei piezometri che attingono all'acquifero profondo hanno evidenziato un livello di stabilizzazione che si attesta a quote medie di circa 1,3-3,4 metri s.l.m..
- Tutti i piezometri messi in opera, sia di tipo Norton che di tipo Casagrande che i trasduttori elettrici di pressione sono stati costantemente monitorati
- Dal punto di vista idraulico una importante criticità emersa nel corso dello studio è determinata dal nodo di confluenza Tevere-Vallerano in corrispondenza del quale i livelli del Tevere producono inondazione indiretta per rigurgito della golena sinistra del fosso di Vallerano le cui sommità arginali non dispongono di quota sufficiente rispetto ai massimi livelli idrici del corso d'acqua principale e per esondazione diretta del Fosso di Vallerano, come indicato nella Tavola P8Ca (Fig. 11), nella mappa della pericolosità PGRAAC (Fig. 13) e nella mappa del rischio PGRAAC (Fig. 14).
- In particolare le aree prospicienti il fosso di Vallerano sono state perimetrate e soggette a vincolo per il rischio idraulico. La zona è considerata nel progetto di aggiornamento PS5 in parte a rischio R3 e in parte a rischio R4. La zona centrale del progetto (stadio e business park) rientra in una zona a rischio R3 come si osserva nella Tavola P8Ca (Fig. 11).

- Nella relazione specialistica allegata alla Valutazione di Impatto Ambientale, si descrivono dettagliatamente gli interventi di mitigazione del rischio idraulico sul fosso di Vallerano progettati per la messa in sicurezza idraulica del dominio di interesse, nonché le analisi specialistiche idrologico-idrauliche finalizzate alla determinazione delle condizioni che garantiscano la sostenibilità idraulica ed ambientale dell'opera.
- Ai fini della presente relazione dunque la carta di pericolosità del territorio corrisponde allo Stralcio PGRAAC, mappa della pericolosità (Fig. 13) mentre la carta del rischio corrisponde allo Stralcio PGRAAC mappa del rischio (Fig. 14).
- Durante le diverse campagne geognostiche realizzate nell'area, sono stati prelevati complessivamente n. 422 campioni di terreno sia indisturbati che rimaneggiati, al fine di caratterizzare tutti gli orizzonti litologici identificati, su cui sono state effettuate specifiche analisi di laboratorio concordate con il geotecnico Prof. Bosco, per una caratterizzazione fisica e meccanica presso il laboratorio Geores S.r.l., autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto Ministeriale n. 160 del 19/04/2011 e con certificazione ISO9001:2008 di TUV Austria (allegato).
- Dalle prove strumentali sono stati ottenuti i principali parametri fisici e meccanici per la caratterizzazione geotecnica dei terreni, per l'elenco completo dei risultati delle prove di laboratorio si rimanda alla tabella riepilogativa "Tabella dei risultati delle prove di laboratorio" della Relazione geologica specialistica redatta dalla Geores Srl..
- La presenza di una falda superficiale (-4,20 m da p.c.) e la presenza di depositi alluvionali eterogenei ha evidenziato la necessità di una verifica alla liquefazione dei terreni in sito. La verifica è stata condotta con due diversi metodi ed ha riscontrato la non liquefacibilità dei depositi alluvionali. Un 'ulteriore verifica è stata condotta dalla Geores Srl che ha confermato la non liquefacibilità dei terreni in sito.
- Un'analisi preliminare del rischio subsidenza dell'area di Tor di Valle eseguita utilizzando i dati InSAR ha mostrato che vi sono dei movimenti di subsidenza, osservati dal satellite Envisat, aventi velocità media compresa tra -1,56 mm/a e -1,98 mm/a e valori massimi di circa -5,5 mm/a. Questo trend di subsidenza osservato nell'area di Tor di Valle risulta essere nel complesso significativo, tuttavia i valori medi osservati sono decisamente inferiori rispetto a quelli osservati nelle aree adiacenti, caratterizzate da analogo contesto geologico alluvionale (ad es. Via di Decima e Torrino in sinistra idrografica e Parco dei Medici in destra idrografica) dove si individuano ampi settori con velocità media di subsidenza, misurata nello stesso intervallo temporale, compresa tra -5,0 e -6,0 mm/a. Ciò è dovuto al parziale esaurimento della consolidazione dei terreni coesivi dovuto all'età dell'ippodromo di Tor di Valle (realizzato ormai da più di 50 anni) e dal limitato carico trasmesso in superficie dalle strutture attualmente esistenti (strutture con carico limitato).
- Date le scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni in situ legate essenzialmente agli elevati coefficienti di compressibilità, si raccomanda di eseguire le fondazioni delle strutture su pali profondi, il cui dimensionamento e posizionamento avverrà sulla base delle condizioni litostratigrafiche e geotecniche di dettaglio di ciascun settore.
- Nel corso di alcune perforazioni eseguite dalla Geores Srl è stata segnalata la presenza di sacche di gas all'interno dell'argilla limosa torbosa (Unità Litotecnica D), nei sondaggi ubicati in corrispondenza dell'ambito fluviale A.
- Sulla base di tutti gli elementi di studio dell'area è stata prodotta la Carta dell'Idoneità territoriale su CTRN scala 1:10.000 (Fig. 18).
- La Carta evidenzia che dal punto di vista geologico, geomorfologico ed idraulico una porzione del terreno è da considerarsi idonea con l'obbligo di eseguire specifici studi di risposta sismica locale in fase di genio civile, mentre la restante area è idonea con prescrizione di eseguire la sistemazione idraulica del fosso di Vallerano / ottenimento del parere ABT / ottenimento del parere ARDIS Lazio. Anche in quest'area vi è l'obbligo di eseguire studi di risposta sismica locale in fase di genio civile.

# CARTA IDONEITA' TERRITORIALE

Scala 1:20.000

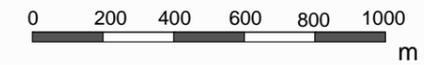
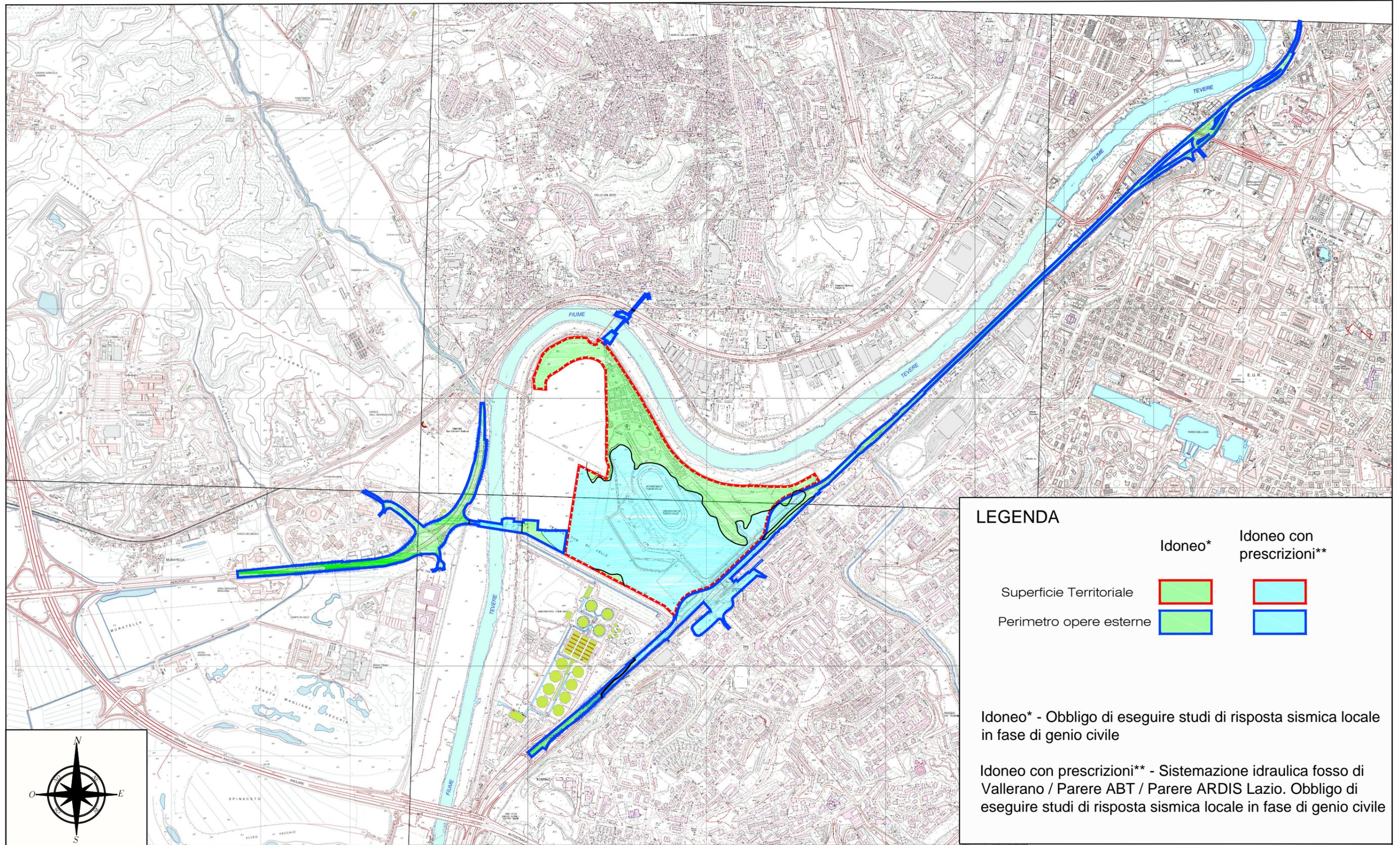


Fig.18

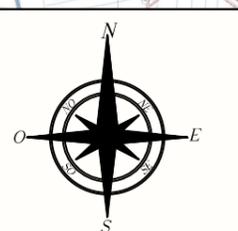


## LEGENDA

	Idoneo*	Idoneo con prescrizioni**
Superficie Territoriale		
Perimetro opere esterne		

Idoneo\* - Obbligo di eseguire studi di risposta sismica locale in fase di genio civile

Idoneo con prescrizioni\*\* - Sistemazione idraulica fosso di Vallerano / Parere ABT / Parere ARDIS Lazio. Obbligo di eseguire studi di risposta sismica locale in fase di genio civile



## 12 BIBLIOGRAFIA

- Funiciello R., Praturlon & Giordano G. (2008) - *"Memorie descrittive della carta geologica d'Italia"- "La geologia di Roma dal centro storico alla periferia"*
- Autori vari (1989)- *"I terremoti prima del mille"* I.N.G.
- Boni C., Bono P., Capelli G. *"Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio"*
- Boni, C., Bono P. & Capelli G. (1986) – *"Schema idrogeologico dell'Italia Centrale". Mem. Soc. Geol.Ital.,*
- Casadio M e Elmi C (1995)- *"Il manuale del Geologo"*
- C.Faccenna, R.Funiciello e F.Marra (1995)- *"Inquadramento geologico-strutturale dell'area romana" In: "La geologia di Roma. Il centro Storico - Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia"*
- Domenico Cosentino, Maurizio Parotto, Antonio Praturlon (Coordinatori) SGI (1993)- *"Guide Geologiche Regionali" - Volume n. 5 - LAZIO*
- Enzo Boschi e Michele Dragoni 1991- *"Aree sismogenetiche e rischio sismico in italia"*
- Enzo Boschi et alii (1995)- *"Catalogo dei forti terremoti in italia dal 461 a.c. al 1980"* I.N.G.
- Feroci M., Funiciello R., Marra F. & Salvi S. (1990) – *"Evoluzione tettonica e paleogeografica plioleistocenica dell'area di Roma. Il Quaternario"*
- Marra F. & Rosa C. (1995) – *"Stratigrafia e assetto geologico dell'area romana. In: "La geologia di Roma. Il centro Storico". Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia"*
- Prestininzi A. & Altri (1987)- *"Carta dei sistemi idrologici del territorio della Regione Lazio. Univ". La Sapienza Roma e Assessorato ai LL. PP. della Regione Lazio.*
- Regione Lazio (2012) *"Carta Idrogeologica scala 1.100:000"*
- U. Ventriglia (1990)- *"Idrogeologia della Provincia di Roma". Vol III Regione Vulcanica dei Colli Albani.*
- U. Ventriglia (2002)- *Geologia del territorio del Comune di Roma.*

## 13 INQUADRAMENTO NORMATIVO

### 14.1 Nazionale

- DPR 380/01 art. 89 (ex art. 13 L. 64/74) "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" ssmmii
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006)
- D.P.C.M. 14 novembre 1997
- DM del 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le Costruzioni" ssmmii
- DM n.161 del 10 agosto 2012

### 14.2 Regionale

- DGR 2649/99
- D.G.R.L. n 387 del 2009 pubblicata su BURL n. 24 del 27 Giugno 2009.
- DGR Lazio n. 545 del 26 novembre 2010
- DGR Lazio n. 490 del 21 ottobre 2011
- DGR Lazio n. 535 del 2 novembre 2012
- DGR Lazio n. 387 del 22 maggio 2009
- DGR Lazio n. 489 del 17 ottobre 2012
- Piano di Assetto Idrogeologico ABT–Inventario dei fenomeni franosi approvato con DPCM del 10 novembre 2006 e pubblicato sulla GU 33 del 9 febbraio 2007.
- Piano Regionale Tutela Acque adottato con Deliberazione di Giunta Regionale n. 266 del 2 maggio 2006 e approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 42 del 27 settembre 2007 Supplemento ordinario al "Bollettino Ufficiale" n. 3 n. 34 del 10 dicembre 2007.
- Piano Stralcio 5 dell'Autorità di Bacino del Tevere per il tratto metropolitano del Tevere da Castel Giubileo alla foce Approvato con DPCM del 3 marzo 2009 e pubblicato nella GU n.114 del 19 Maggio 2009.
- Regolamento Regionale n. 2 del 7 febbraio 2012 "Snellimento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico"



**GEOstudi srl**

Laboratorio Geotecnico – Prove in sito

LABORATORIO AUTORIZZATO DAL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI PRESIDENZA DEL CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI – SERVIZIO TECNICO CENTRALE - D.P.R. n. 246/93, Art. 8 - Circolare n. 349/99  
Concessione N. 52497 – Prove geotecniche sulle terre (settore A) e prove geotecniche in sito

ISO 9001

**BUREAU VERITAS**  
Certification



## INDAGINI GEOGNOSTICHE IPPODROMO DI TOR DI VALLE

**ASA di LEONARDO NOLASCO**



**RELAZIONE INDAGINI IN SITO**

**LUGLIO 2014**

**GEOstudi srl**  
L'Amministratore Unico  
Dott. Geol. Pasquale Manara

**GEOstudi srl**

---

**INDICE**

<b>1)   PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2)   SONDAGGI GEOGNOSTICI – MEZZI E PERSONALE OPERATIVO</b>	<b>4</b>
<b>3)   PRELIEVO DI CAMPIONI RIMANEGGIATI E PROVE SPT</b>	<b>6</b>
<b>4)   PIEZOMETRI AMBIENTALI A TUBO APERTO</b>	<b>7</b>
<b>5)   PROVE PENETROMETRICHE CON PIEZOCONO</b>	<b>8</b>
<b>6)   PROFILI MASW</b>	<b>12</b>
<b>7)   MISURE HVSR</b>	<b>13</b>

**ELENCO ALLEGATI :**

**ALLEGATO 1 :**

**UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

**ALLEGATO 2 :**

**STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI E FOTO DI REPERTORIO**

**ALLEGATO 3 :**

**PROVE PENETOMETRICHE STATICHE CON PIEZOCONO**

**ALLEGATO 3 :**

**PROVE PENETOMETRICHE STATICHE CON PIEZOCONO**

**ALLEGATO 4 :**

**PROFILI MASW**

**ALLEGATO 5 :**

**MISURE HVSR**

### 1) Premessa

Il presente rapporto raccoglie le risultanze dell'indagine geognostica condotta fra il 17 ed il 18 luglio 2014 per la verifica stratigrafica e geotecnica dei terreni situati nell'ippodromo di Tor di Valle in Roma.

La campagna geognostica consta delle seguenti attività :

- N.2 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo denominati S1 ed S2 spinti alla profondità di 30 m dal pc attuale.
- Posa di una tubazione piezometrica da 3 " nel foro S1 da -30 m al piano campagna
- Esecuzione di 8 prove SPT (4 per ogni perforazione)
- Prelievo di n.2 campioni indisturbati
- Analisi di laboratorio sui campioni prelevati nel corso delle indagini.
- Due profili sismici MASE
- Due misure di frequenza fondamentale con Tromino

Le indagini sono state condotte con modalità sperimentali standardizzate (**raccomandazioni AGI, ASTM**) ed in conformità alle vigenti normative in materia geotecnica.

## **GEOstudi srl**

---

### **2) Sondaggi geognostici – mezzi e personale operativo**

Per l'esecuzione delle perforazioni è stata utilizzata un'unità di perforazione di tipo cingolato, modello SOILTEK 500.

L'unità di perforazione viene condotta da un sondatore esperto e da due aiutanti alle manovre.

Le operazioni sono state seguite dal geologo dedito alla redazione delle stratigrafie, alle misure di falda e al prelievo dei campioni di terreno da sottoporre ad analisi, oltre che della redazione delle riprese fotografiche di repertorio.

**GEOstudi srl**

---

Nel complesso sono state eseguite due perforazioni.

Si riporta IN TAB.1 l'elenco delle perforazioni eseguite con la profondità raggiunta dal piano di campagna e le coordinate rilevate con GPS di campo.

TAB. 1 - RIEPILOGO SONDAGGI

<b>Posizione</b>	<b>Modalità di avanzamento</b>	<b>Nord</b>	<b>Est</b>	<b>Est</b>	<b>profondità raggiunta (m)</b>
<b>S1</b>	Carotaggio continuo	41° 49' 34,79"	12° 25' 49,8"	3.0	30
<b>S2</b>	Carotaggio continuo	41° 49' 24,03"	12° 26' 7,86"	3.0	30

La tabella indica la profondità raggiunta dalle perforazioni e le coordinate georeferenziate dedotte con GPS palmare.

Le perforazioni a carotaggi continuo sono state condotte a secco con sistema ad aste e carotiere semplice da 101 mm.

**GEOstudi srl****3) Prelievo di campioni rimaneggiati e prove SPT**

Nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo sono stati prelevati alcuni campioni indisturbati di terreno sottoposti in laboratorio a prove di classifica, ad una prova di taglio diretto CD ed a una prova di compressibilità edometrica.

Nel corso delle due perforazioni sono inoltre stati eseguite n.8 prove SPT per accertare lo stato dei terreni attraversati.

La profondità di prelievo dei campioni rimaneggiati ed i risultati delle prove SPT sono indicati nella seguente tabella 2.

TAB. 2 - RIEPILOGO CAMPIONI RIMANEGGIATI E PROVE SPT

Sigla sondaggio	Sigla campione	Profondità del prelievo da pc (m)	Sigla SPT	Profondità dal pc (m)	N1	N2	N3	Nspt
S1	CI1	6.50-7.00	SPT1	3.00-3.45	3	5	7	12
			SPT2	7.00-7.45	4	6	10	16
			SPT3	9.00-7.45	3	4	4	8
			SPT4	14.30-14.75	4	5	6	11
S2	CR1	21.00-21.50	SPT1	3.00-3.45	3	4	9	13
			SPT2	9.00-9.45	4	7	9	16
			SPT3	15.00-15.45	6	6	7	13
			SPT3	18.00-18.45	4	6	7	13

**GEOstudi srl**

---

**4) Piezometri ambientali a tubo aperto**

I piezometri a tubo aperto installati sono costituiti da un tubo in PVC di diametro pari a tre pollici fessurati in fabbrica. I singoli spezzoni di tubo, di lunghezza pari a 3 m sono stati collegati, durante l'installazione, mediante appositi manicotti di giunzione.



Particolare della tubazione piezometrica installata.

Il piezometro installato nel foro S2, indica un livello di falda posto a circa 14.90 dal pc. Le caratteristiche geometriche della tubazione

## **GEOstudi srl**

---

### **5) Prove penetrometriche con piezocono**

Per le prove è stato utilizzato un penetrometro statico da 200 KN di spinta autoancorante fornito di **sistema di acquisizione** punta elettrica e piezocono.



## GEOstudi srl

---

### Apparato di misura



Il sistema di acquisizione TGAS03 è composto da un elemento di acquisizione, da un encoder, dalla punta digitale e dal sistema di collegamento via cavo che permettono il trasferimento dei dati dalla punta ai componenti del sistema :posti all'interno del mezzo di spinta :

- A. al Personal Computer portatile, con schermo per la visione in tempo reale dei valori, tramite seriale RS-232
- B. al box encoder
- C. alla sorgente di alimentazione elettrica del sistema
- D. alla punta digitale

#### Encoder

L'encoder è l'elemento che misura la profondità d'avanzamento e trasferisce il consenso al sistema di acquisizione ogni centimetro di approfondimento.

**GEOstudi srl****Punta digitale**

La punta digitale si divide in due blocchi fondamentali: la parte sensori e la parte contenente l'elettronica di acquisizione del segnale.

La parte sensori è costituita da tre ponti a strain-gauge per la trasduzione delle seguenti grandezze:

- a) resistenza alla punta;
- b) attrito laterale;
- c) sovrappressione idrostatica.

La quarta grandezza misurata dalla punta, l'inclinazione, utilizza un sensore biassiale a ponte capacitivo che risiede nella parte contenente l'elettronica.

La parte elettronica ha come "core" un microprocessore ed un convertitore analogico digitale a 12 bit in grado di garantire fino a 4096 divisioni. Tale microprocessore ha la funzione di organizzare l'acquisizione dei segnali provenienti dai sensori, il loro condizionamento, la conversione da analogici a digitali e la trasmissione degli stessi dopo averli opportunamente codificati.

**Adattatore punta digitale/RS-485**

E' costituito da una scheda elettronica che ha la funzione di trasmettere al box d'acquisizione i dati codificati ricevuti dalla punta, dopo averli convertiti secondo lo standard RS-485. L'adattatore è collegato alle aste di spinta mediante un manicotto .

**Alimentazione**

Entrambe i sistemi sono alimentati direttamente da gruppo elettrogeno 220 V .

**Cavo**

L'adattatore RS-485 è collegato al box acquisizione mediante cavo per segnale digitale di lunghezza 70 m., interno alle aste cave, per la visualizzazione in tempo reale dei valori e grafici sul video del computer.

**Aste**

Le aste per la trasmissione della spinta alla punta sono in acciaio  $\Phi$  36 mm esterno, cave internamente , della lunghezza di m. 1, collegate mediante filetto conico.

**GEOstudi srl**

## SPECIFICHE TECNICHE

<b>Punta Digitale</b>			
<b>Sensori di misura</b>		<b>Dimensioni</b>	
Resistenza di punta (qc)	50 MPa	Apertura cono	60°
		Area punta	10 cm <sup>2</sup>
Attrito laterale (fs)	0,5 MPa	Rapporto delle aree di punta (a)	0,58
		Area manicotto di attrito	150 cm <sup>2</sup>
Pressione nei pori (u)	2,5 MPa	Rapporto delle aree del manicotto (b)	0,014
		Diametro	36 mm
Inclinazione	0 - 40°	Peso	3,5 kg
		Lunghezza totale	855 mm
<b>Sensori di Misura</b>			
	<b>Resistenza di Punta (qc)</b>	<b>Attrito Laterale (fs)</b>	<b>Pressione nei Pori (u)</b>
Risoluzione	0,04% F.S.	0,05% F.S.	0,04% F.S.
Stabilità termica	<0,05% F.S./10°C	<0,05% F.S./10°C	<0,05% F.S./10°C
Non linearità	<0,1% F.S.	<0,5% F.S.	<0,5% F.S.
Sovraccarico	25 %	50 %	25%
<b>Acquisitore TGAS03</b>			
Alimentazione	12 VDC ± 10%; 0,4 A	Peso	3 kg
Canali di input	Seriale RS485	Dimensioni	300 x 200 x 125 mm
Output	Seriale RS 232	Protezione	IP66
<b>Trasduttore di profondità (Encoder)</b>			
Risoluzione	10 mm		
Dimensioni	190 x 120 x 80 mm		
Peso	1,7 kg		
Protezione	IP66		

Complessivamente sono state eseguite 4 verticale spinte alla profondità di 30 m dal pc.

I grafici sono allegati alla presente relazione.

## 6) Profili MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

### Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale:** onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale:** onda profonda di taglio;
- **L-Love:** onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh:** onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

### Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

### Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

### Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

## GEOstudì srl

### 7) Misure HVSR

#### METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

La misura delle frequenze fondamentali dei depositi ( $F_0$ ) è stata eseguita con la tecnica HVSR o “di Nakamura” impiegando un tromometro digitale “Tromino® Zero” che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra-leggeri e ultra-compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni. Lo strumento racchiude al suo interno tre velocimetri ortogonali ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz. I dati sono memorizzati in una memoria interna da 512 Mb evitando così la presenza di cavi che possano introdurre rumore meccanico ed elettronico.



Il metodo consiste nel calcolare il rapporto spettrale della componente nel piano orizzontale H (generalmente definita come media delle componenti orizzontali nord-sud ed est-ovest) e di quella verticale V del “rumore ambientale” (microtremori).

Il rapporto spettrale in funzione della frequenza permette di individuare la frequenza fondamentale o frequenza di risonanza di sito. I picchi del grafico permettono inoltre di evidenziare le discontinuità sismiche dovute a contrasti di impedenza all'interno della copertura o al contatto copertura-bedrock.

Il tromometro è stato accoppiato al terreno tramite i piedini lunghi in dotazione; la registrazione del rumore sismico nelle sue tre componenti è stata effettuata per un intervallo di tempo di 20 minuti per poter osservare le frequenze d'interesse (che nelle applicazioni stratigrafiche si ripetono ogni 0.5 ÷ 2.0 sec), permettere l'analisi su finestre temporali almeno 10 volte più lunghe delle frequenze d'interesse, ed avere la possibilità di mediare il segnale a livello statistico campionando almeno 30-40 finestre di 20 sec di lunghezza. I dati sono stati quindi convertiti in file ASCII ed elaborati per ottenere gli spettri di velocità in funzione della frequenza.

**GEOstudi srl**

---

Per ulteriori informazioni sulle misure effettuate (condizioni ambientali, tipo di superficie di misura, pulizia dei dati, processing, spettri, etc.) si rimanda alle schede allegate sulle quali sono riportate, per ogni misura eseguita, una stima della affidabilità secondo gli standard suggeriti dalle linee guida SESAME Project (2004) e da Albarello et alii (2010).

**RISULTATI**

Le due misure condotte si nota che gli spettri esibiscono la presenza di fenomeni di possibile amplificazione del moto sismico a 1.25 (trom1) e 0.94 (trom2) Hz dovuti al salto di velocità delle onde di taglio all'interfaccia alluvioni-substrato pliocenico. Ipotizzando una velocità media delle coperture di 250-270 m/sec, la profondità dell'interfaccia è stimabile a circa 65-70 metri. I picchi sono molto pronunciati e ben definiti; esiste anche un secondo picco meno pronunciato a frequenza di 8-9 Hz.

**GEOstudi srl**

---

**ALLEGATO 1 :  
UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

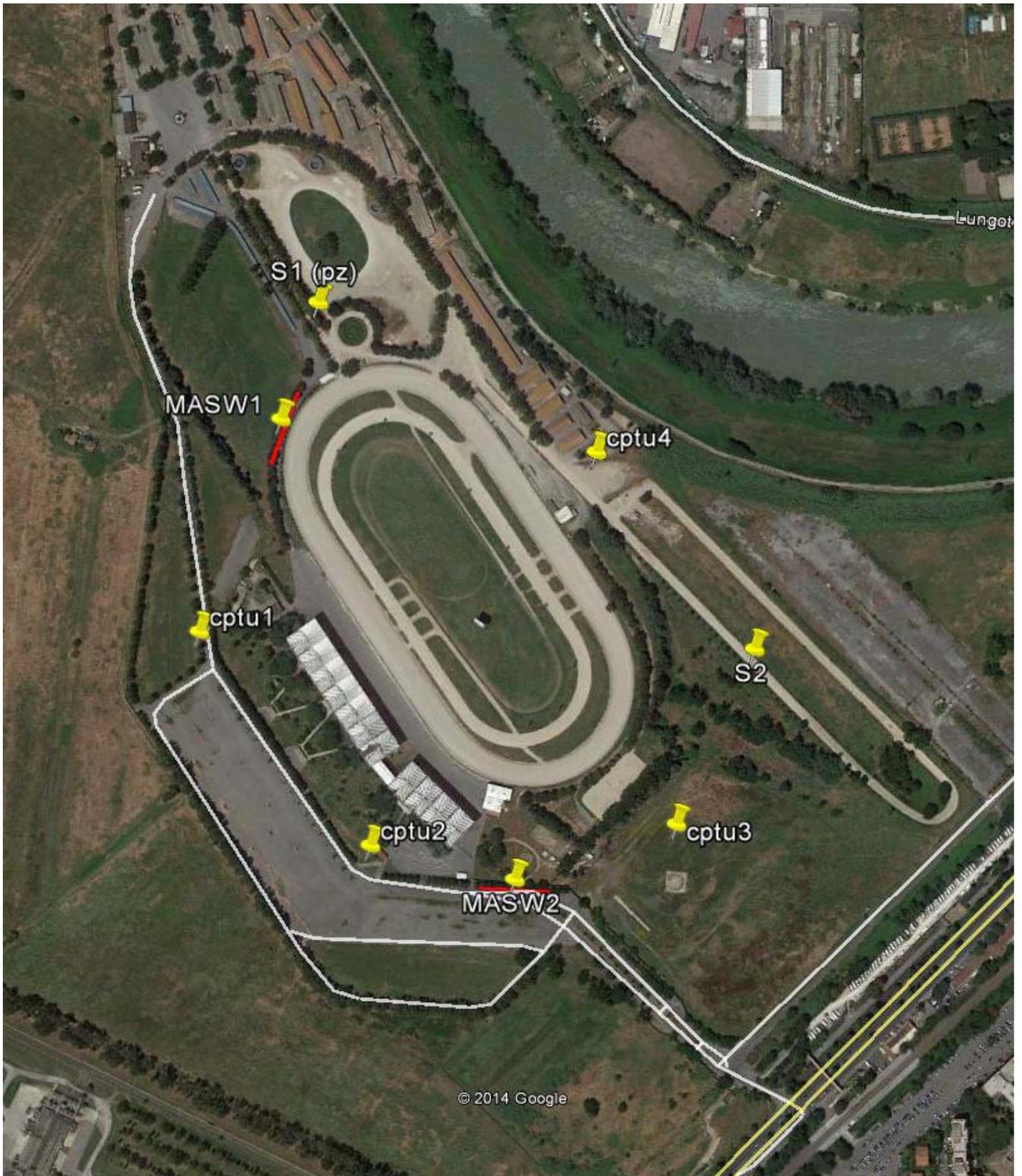


FIG. 1 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE - LUGLIO 2014

**GEOstudi srl**

---

**ALLEGATO 2 :  
STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI E FOTO DI REPERTORIO**

GEOstudi srl			Via San Salvador 3 - 00040 Pomezia (Roma) Tel/Fax 0691603360-0691603317 -email: GEOSTUDI@fastwebnet.it				Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n° 52497 ai sensi D.P.R. n. 380/2001, Art. 59 – Prove geotecniche sulle terre (settore A) e prove geotecniche in sito						Cod.	S1	VA 1880	Certificato 9809																				
scala metrica	Profondità mt.	Simbologia	COMMITTENTE		LOCALITA'		Roma		Pag 1 di 2		Normativa	Raccomandazioni AGI 1977		ISTALLAZIONE	falda rinvenuta	RQD %	cassetta	Profondità Battute	Profondità Rivelamento	Sistema di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	data certificato												
			PROGETTO	Tor di Valle	SONDAGGIO	S1	QUOTA	m slm	Macchina Operatrice	Soil Tek	Pocket (kg/cm²)	Campioni rimaneggiati	Campioni indisturbati											Prove SPT	N° di colpi	NSPT	piezometro tubo aperto 3 pollici	100%	0,00							
			Descrizione litostratigrafica-geotecnica			N	41,82633°	E	12,4305°	8,40	Data inizio/fine	17/07/2014																								
0,00			Materiale di riporto sabbioso e ghiaioso color grigio rossastro di origine piroclastica (pozzolana)									nr																								
0,50			Limo argilloso debolmente sabbioso color dal marrone scuro al marrone chiaro giallastro, da molto consistente a duro. Presenza di apparati radicali, puntature nere e ocra e materiale di origine vulcanica tra cui minerali, e piccole scorie rosse. Presenza di rari frammenti ceramici tra 2,00 e 3,00 da millimetrici a centimetrici.									nr																								
1,00																																				
2,00																																				
3,00																																				
4,00																																				
5,00																																				
6,00												Da 5,50 consistente.									nr															
6,50																																				
7,00												Limo argilloso color grigio chiaro da consistente a molto consistente, umido, plastico. Tra 9,50 e 10,00 color ocra.									6,50															
7,50																																				
8,00																																				
8,50																																				
9,00																																				
9,50																																				
10,00			Sabbia fine limosa color grigio, satura, non plastica.									7,00																								
10,50																																				
11,00																																				
11,30			Limo argilloso grigio, da moderatamente consistente a consistente, umido, plastico. Tra 11,80 e 15,10 presenza di livelli nerastri ricchi in sostanza organica (legno fibroso) in matrice limosa e argillosa grigia.									sh																								
12,00																																				
13,00																																				
14,00																																				
15,00			Da 15,10 limo argilloso localmente debolmente sabbioso grigio consistente, umido, plastico.									9,00																								
15,50																																				
16,00																																				
17,00																																				
18,00			Tra 18,00 e 19,00 presenza di calcinelli centimetrici.									SPT1	3																							
18,50																																				
19,00			A 19,00 livelli centimetrici nerastri ricchi in sostanza organica (legno fibroso)									Ry	5	12																						
19,50																																				
20,00																																				

segue pag. successiva

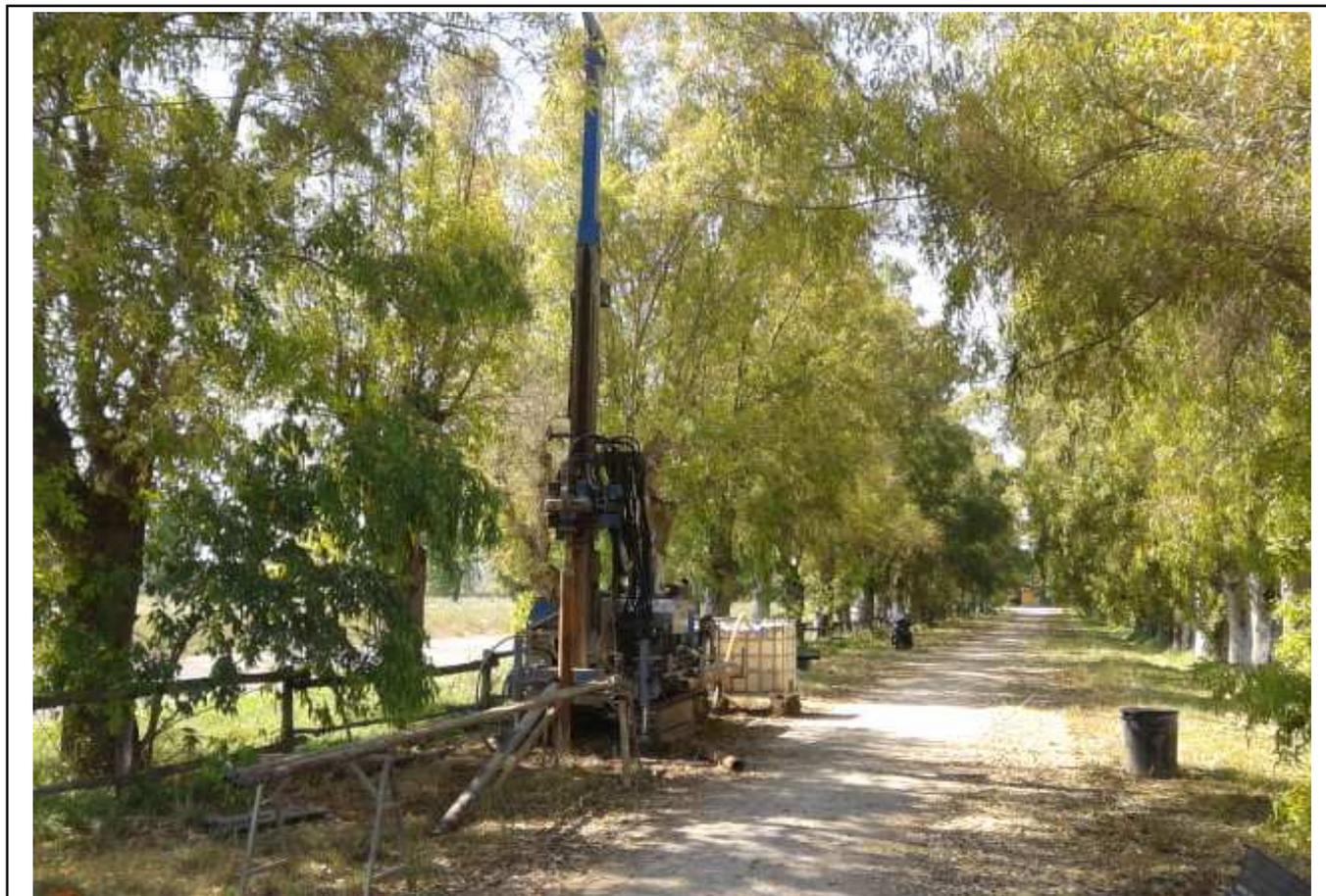
100%



Committente  
Cantiere

Dott. Leonardo Nolasco  
Tor di Valle - Roma

## Sondaggio S1



SONDAGGIO S1- POSTAZIONE

Committente  
Cantiere

Dott. Leonardo Nolasco  
Tor di Valle - Roma

## Sondaggio S1



CASSETTA N°1 DA 0,00 A 5,00m



CASSETTA N°2 DA 5,00 A 10,00m

Committente      Dott. Leonardo Nolasco  
Cantiere          Tor di Valle - Roma

## Sondaggio S1



CASSETTA N°3 DA 10,00 A 15,00m



CASSETTA N°4 DA 15,00 A 20,00m

Committente  
Cantiere

Dott. Leonardo Nolasco  
Tor di Valle - Roma

## Sondaggio S1



CASSETTA N°5 DA 20,00 A 25,00m



CASSETTA N°6 DA 25,00 A 30,00m





Committente  
Cantiere

Dott. Leonardo Nolasco  
Tor di Valle - Roma

## Sondaggio S2



SONDAGGIO S2- POSTAZIONE

Committente  
Cantiere

Dott. Leonardo Nolasco  
Tor di Valle - Roma

## Sondaggio S2



'CASSETTA N°1 DA 0,00 A 5,00m



'CASSETTA N°2 DA 5,00 A 10,00m

Committente  
Cantiere

Dott. Leonardo Nolasco  
Tor di Valle - Roma

## Sondaggio S2



'CASSETTA N°3 DA 10,00 A 15,00m



'CASSETTA N°4 DA 15,00 A 20,00m

Committente  
Cantiere

Dott. Leonardo Nolasco  
Tor di Valle - Roma

## Sondaggio S2



'CASSETTA N°5 DA 20,00 A 25,00m



'CASSETTA N°6 DA 25,00 A 30,00m

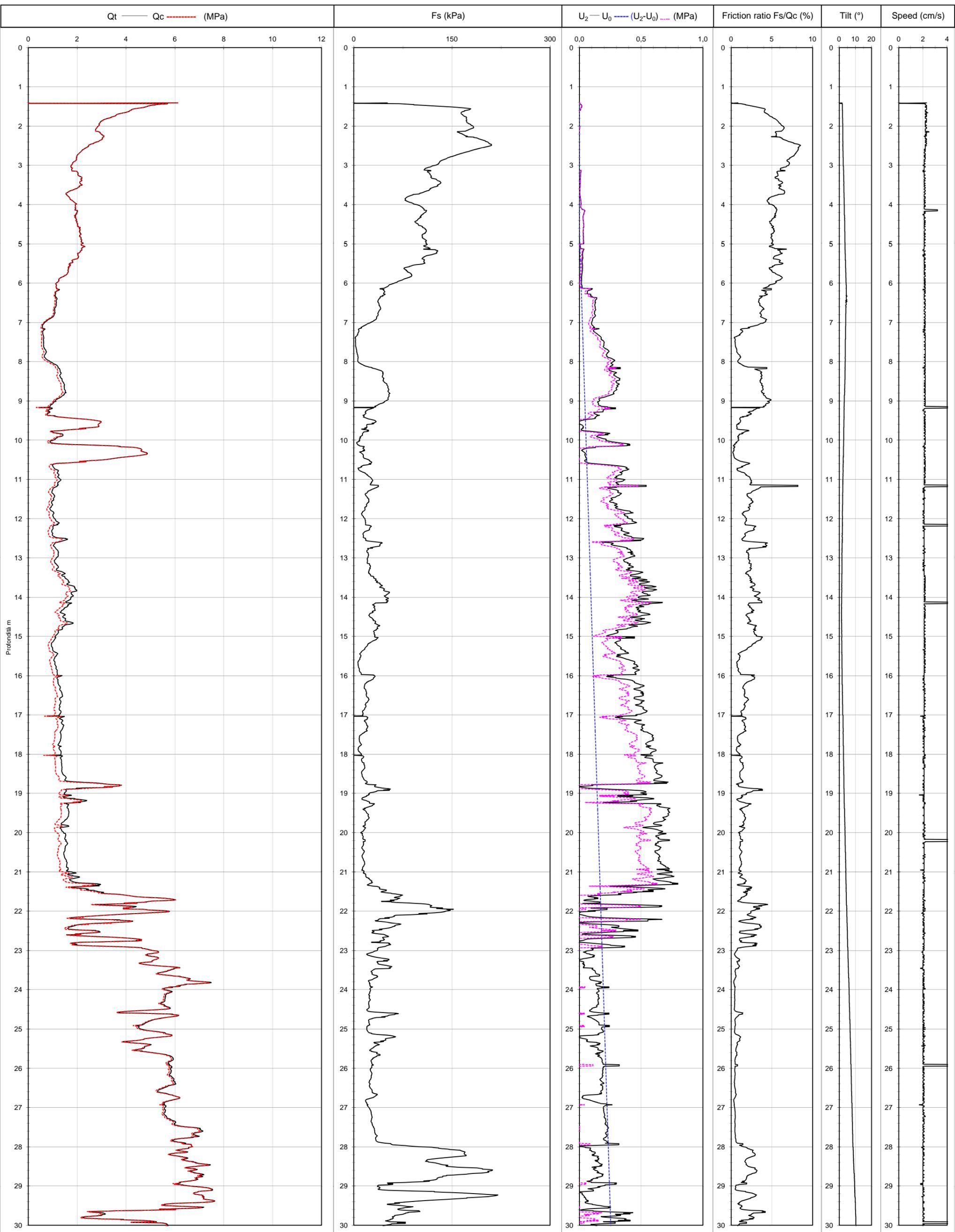
**GEOstudi srl**

---

**ALLEGATO 3 :  
PROVE PEMETROMETRICHE STATICHE**

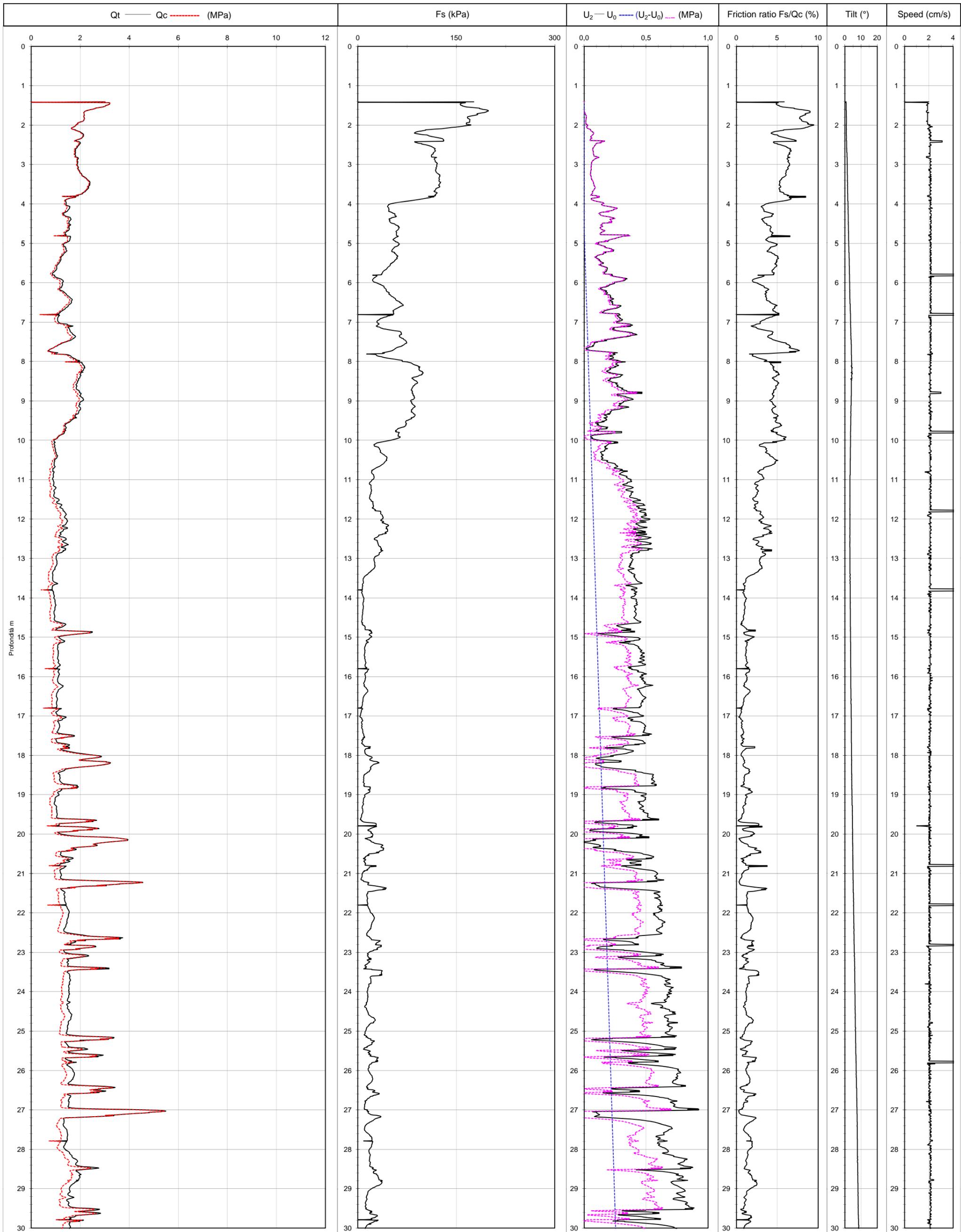
PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO - NORMA : ASTM D3441/86-D5778

<b>GEOstudi srl</b> Via San Salvador 3 - Pomezia (RM) Tel/Fax 0691603360 - 17	Committente Cantiere	PARNASI SPA TOR DI VALLE	Prova n. Certificato n.	CPTU1 9807	del 17/07/2014 del 18/07/2014	V. Accet. N. 1880 Falda da pc (m) 4,60	UBICAZIONE Prova	TOR DI VALLE CPTU1
	Penetrometro	PAGANI TG 20 t	Punta standard n	ME100	A factor	0,58	Frequenza misure 1 cm	Setto poroso dietro al cono



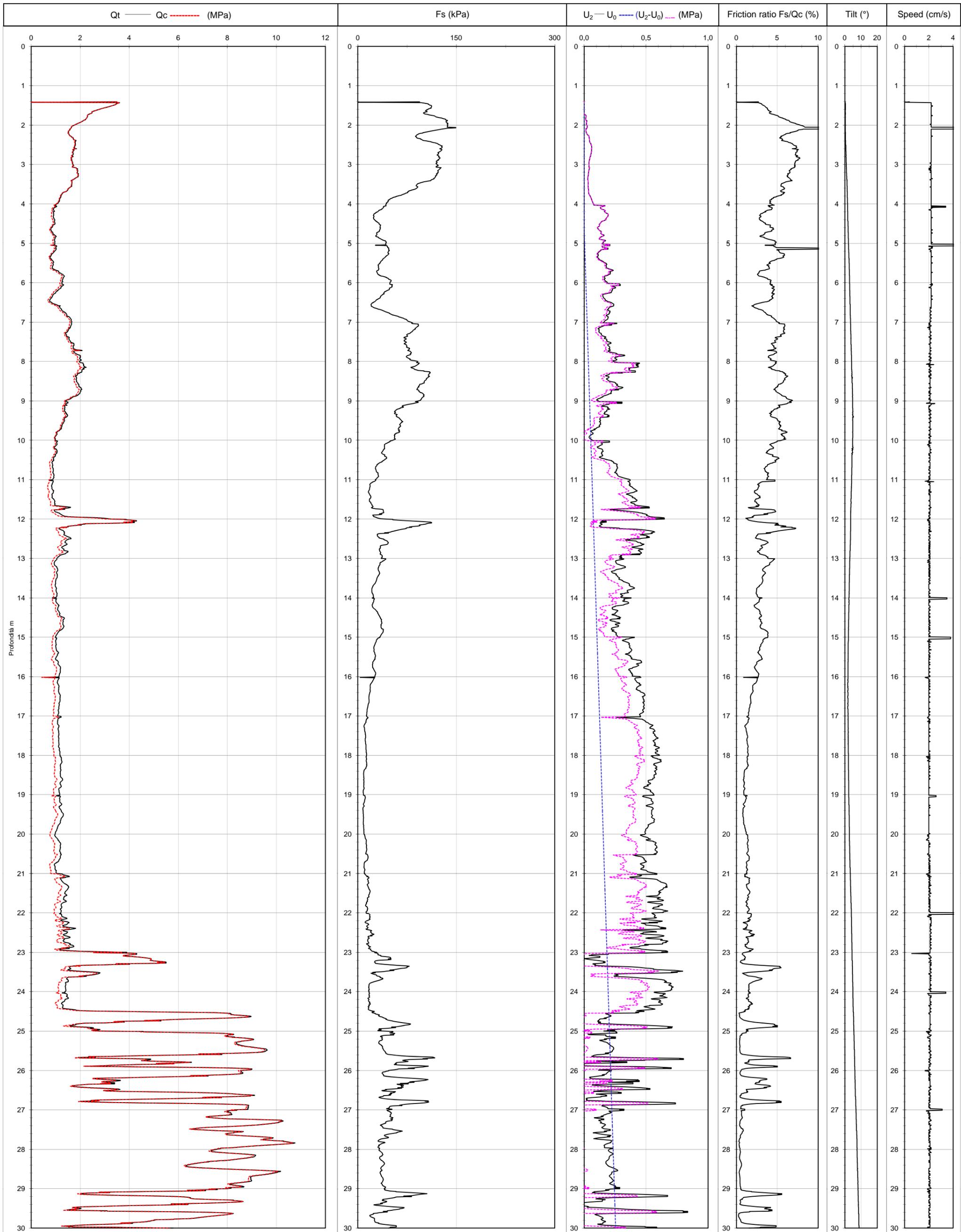
PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO - NORMA : ASTM D3441/86-D5778

<b>GEOstudi srl</b> Via San Salvador 3 - Pomezia (RM) Tel/Fax 0691603360 - 17	Committente Cantiere	PARNASI SPA TOR DI VALLE	Prova n. Certificato n.	CPTU2 9808	del 18/07/2014 del 18/07/2014	V. Accet. N. 1880 Falda da pc (m) 4,60	UBICAZIONE Prova	TOR DI VALLE CPTU2
	Penetrometro	PAGANI TG 20 t	Punta standard n	ME100	A factor	0,58	Frequenza misure 1 cm	Setto poroso dietro al cono



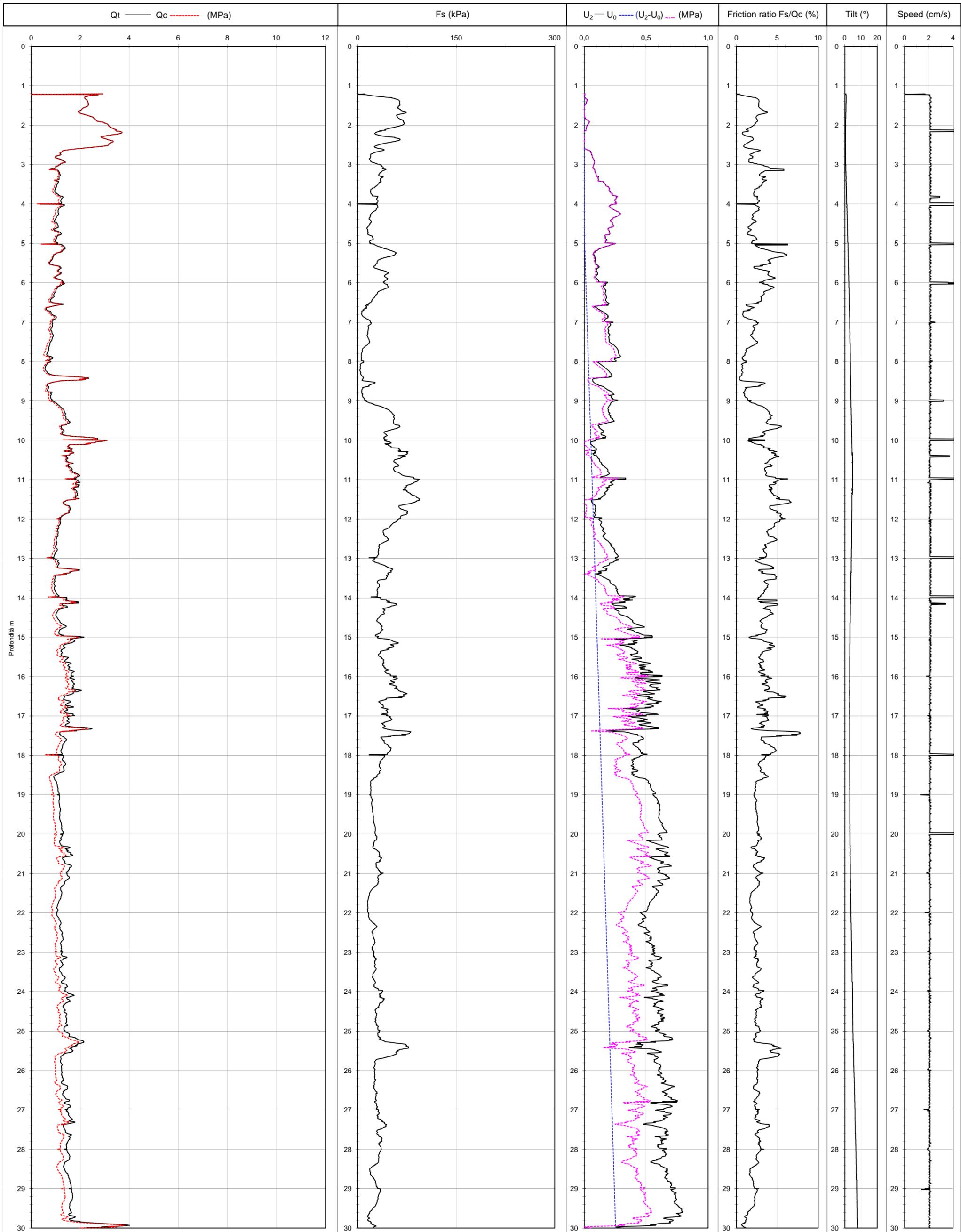
PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO - NORMA : ASTM D3441/86-D5778

<b>GEOstudi srl</b> Via San Salvador 3 - Pomezia (RM) Tel/Fax 0691603360 - 17	Committente Cantiere	PARNASI SPA TOR DI VALLE	Prova n. Certificato n.	CPTU3 9811	del 21/07/2014 del 22/07/2014	V. Accet. N. 1880 Falda da pc (m) 4,60	UBICAZIONE Prova	TOR DI VALLE CPTU3
	Penetrometro	PAGANI TG 20 t	Punta standard n	ME100	A factor	0,58	Frequenza misure 1 cm	Setto poroso dietro al cono



PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO - NORMA : ASTM D3441/86-D5778

<b>GEOstudi srl</b> Via San Salvador 3 - Pomezia (RM) Tel/Fax 0691603360 - 17	Committente Cantiere	PARNASI SPA TOR DI VALLE	Prova n. Certificato n.	CPTU4 9812	del 21/07/2014 del 22/07/2014	V. Accet. N. 1880 Falda da pc (m) 4,60	UBICAZIONE Prova	TOR DI VALLE CPTU4
	Penetrometro	PAGANI TG 20 t	Punta standard n	ME100	A factor	0,58	Frequenza misure 1 cm	Setto poroso dietro al cono



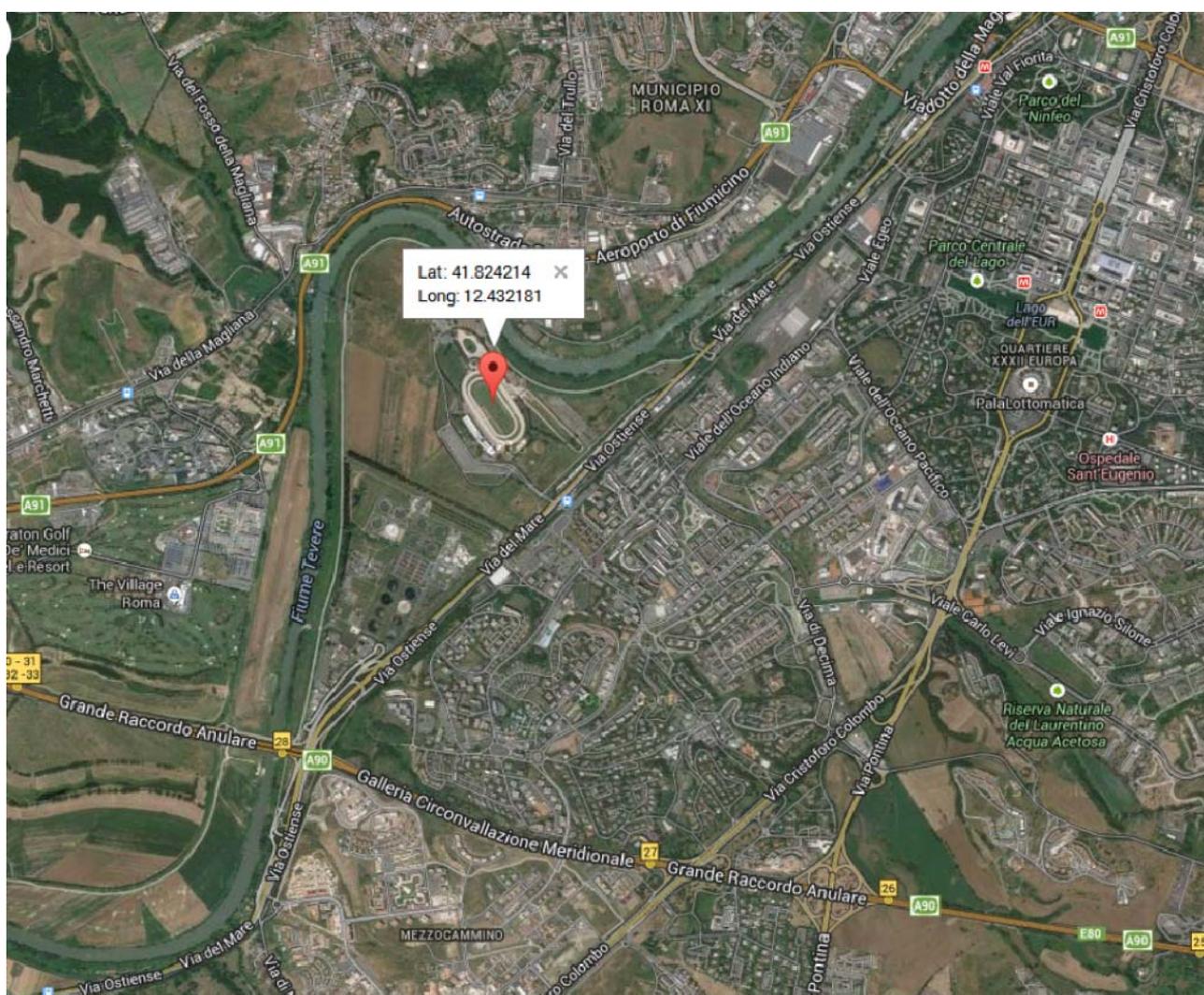
**GEOstudi srl**

---

**ALLEGATO 4 :  
PROFILI MASW**

## Dati generali

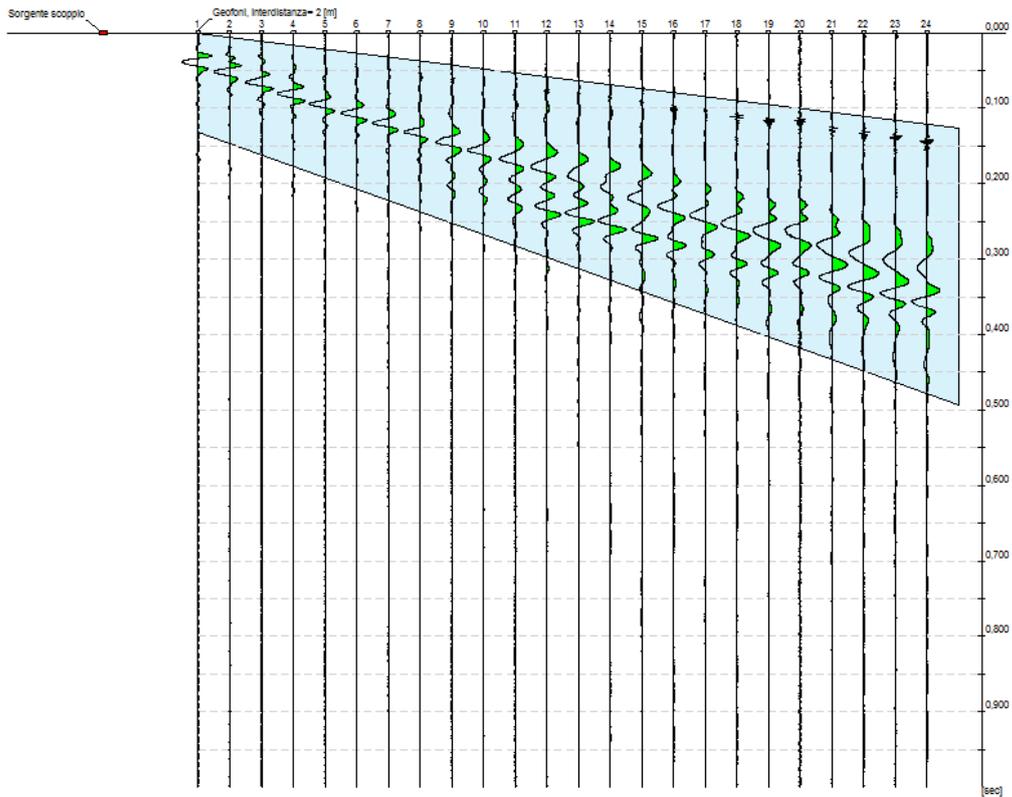
<b>Committente</b>	ASA DI LEONARDO NOLASCO
<b>Cantiere</b>	TOR DI VALLE
<b>Località</b>	ROMA
<b>Zona</b>	TOR DI VALLE ROMA
<b>Data della prova</b>	19/07/2014 10:19
<b>Latitudine</b>	41,8242
<b>Longitudine</b>	12,4322



## Tracce MASW 1

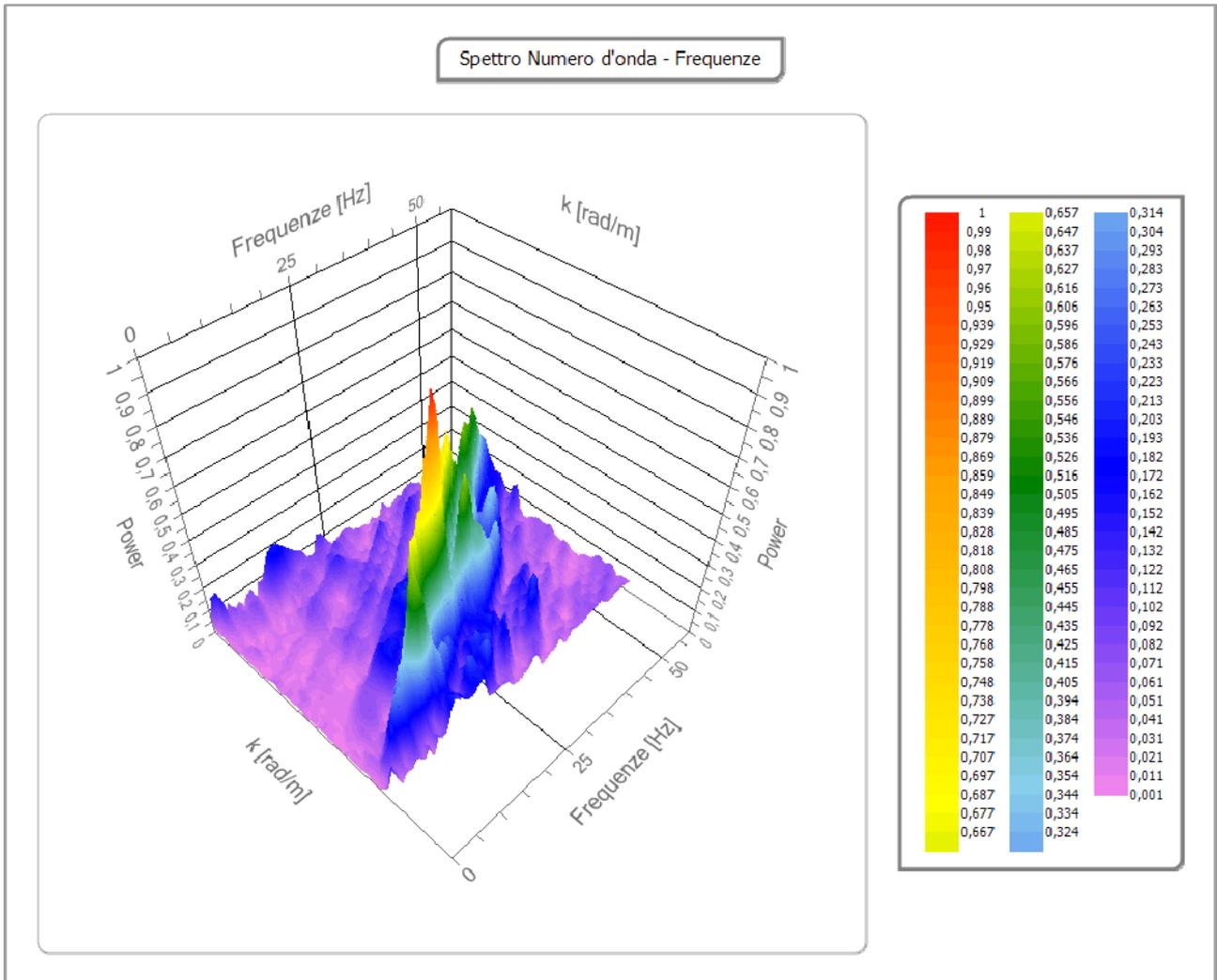
<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	1000,0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	2,0
<b>Periodo di campionamento</b> [msec]	0,131

Committente: ASA DI LEONARDO NOLASCO  
Cantiere: TOR DI VALLE  
Località: ROMA  
Data della prova: 19/07/2014  
Latitudine: 41,8242°, Longitudine: 12,4322°



## Analisi spettrale **MASW 1**

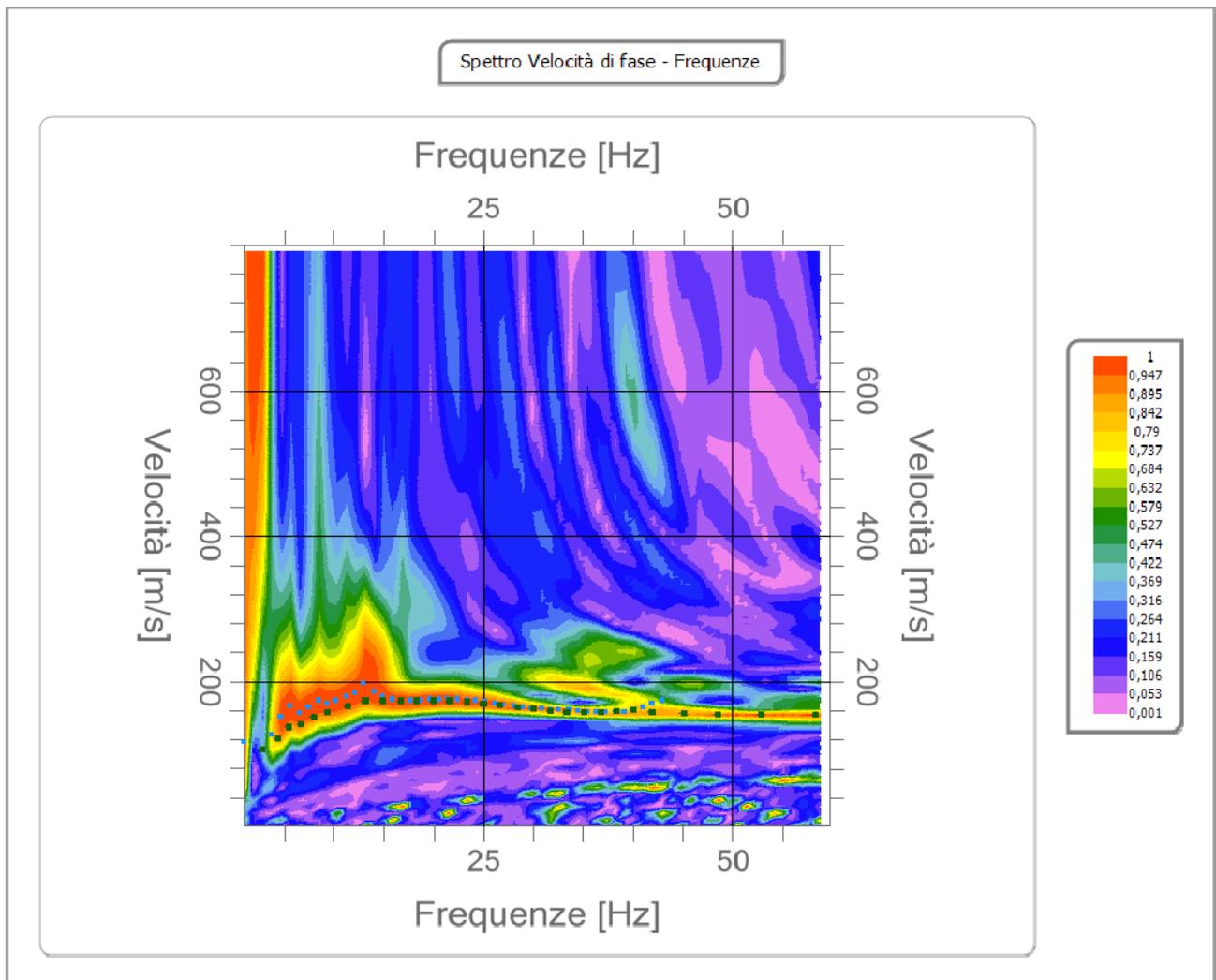
<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



### Curva di dispersione **MASW 1**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	2,9	105,6	0
2	4,5	121,8	0
3	5,5	136,3	0
4	6,7	139,9	0
5	8,0	150,7	0
6	9,4	157,9	0
7	11,4	165,1	0
8	13,2	172,3	0
9	15,0	172,3	0
10	16,7	173,2	0
11	18,3	173,6	0
12	20,0	173,3	0
13	21,7	172,5	0
14	23,4	171,2	0
15	25,0	169,7	0
16	26,7	167,8	0
17	28,4	164,6	0
18	30,1	161,7	0
19	31,8	159,5	0
20	33,4	158,1	0
21	35,1	157,6	0
22	36,8	157,9	0
23	38,5	158,8	0
24	40,1	160,2	0

25	41,9	157,9	0
26	45,1	156,1	0
27	48,5	154,3	0
28	52,9	154,3	0
29	58,4	154,3	0

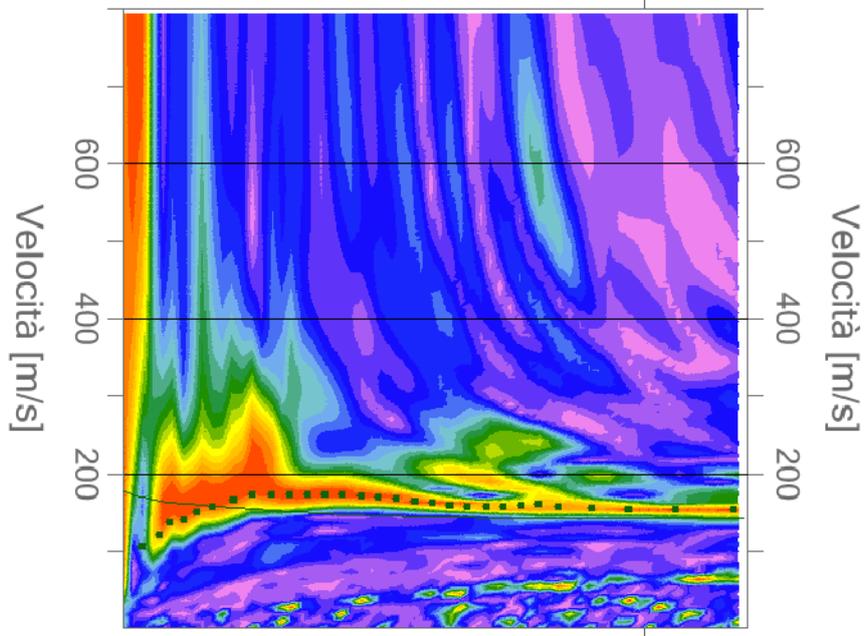


### Inversione **MASW 1**

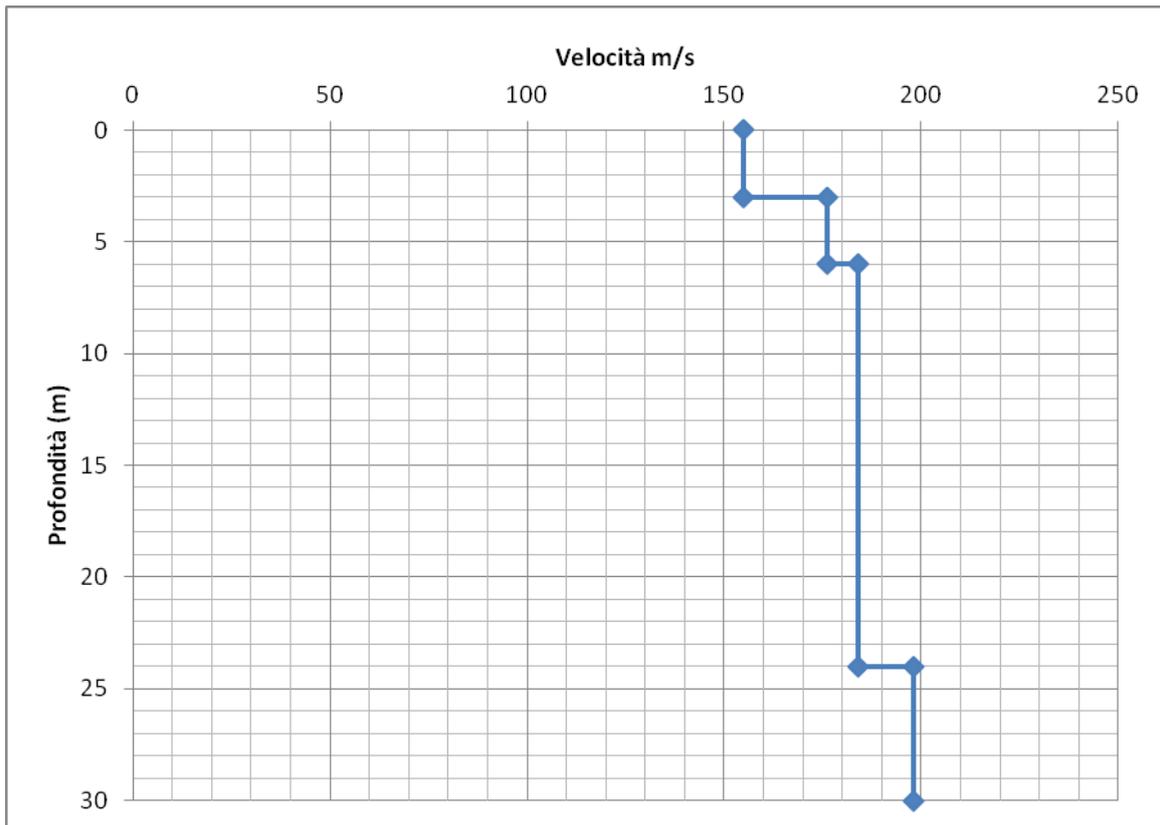
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso saturato per unità di volume [kg/mc]	Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	Riporto	3,00	3,00	1800,0	0,2	No	253,0	154,9
2	Argilla essiccata	6,00	3,00	1800,0	0,2	Si	287,6	176,1
3	Limo argilloso organico	24,00	18,00	1800,0	0,2	Si	300,4	183,9
4	Sabbia limosa	oo	oo	1800,0	0,2	Si	323,3	198,0

Inversione

Frequenze [Hz]



Frequenze [Hz]



### Risultati **MASW 1**

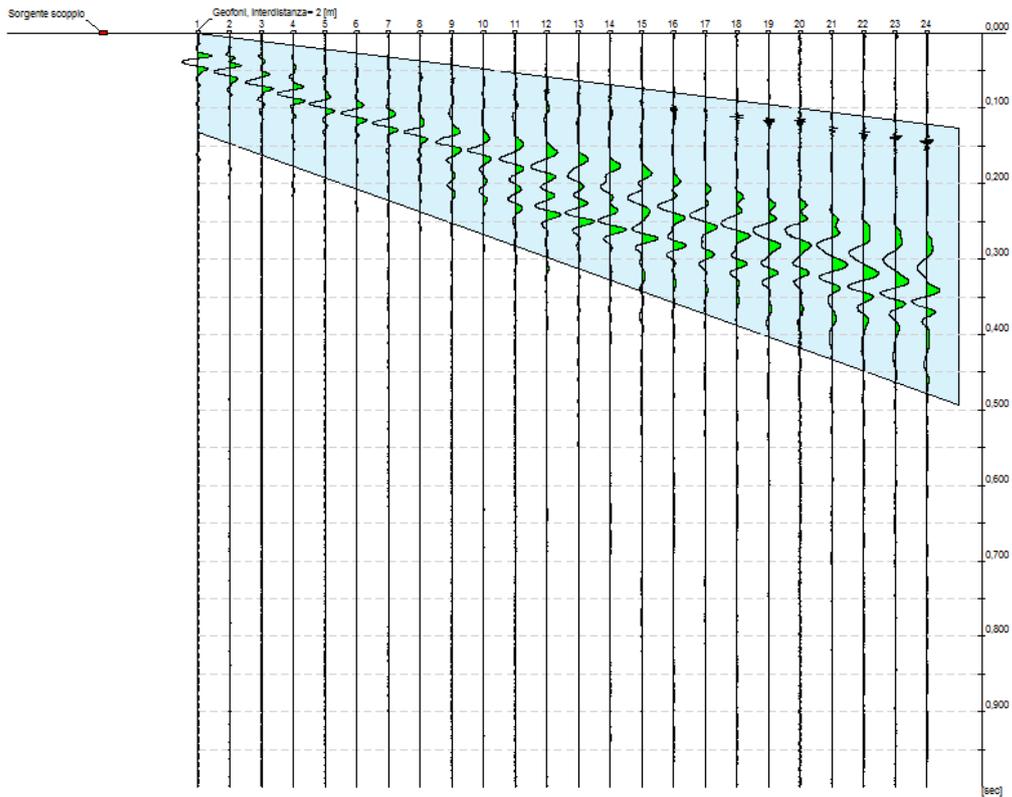
Profondità piano di posa [m]	0,00
Vs30 [m/sec]	182,28
<b>Categoria del suolo</b>	<b>C</b>

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

## Tracce MASW 2

<b>N. tracce</b>	24
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	1000,0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	2,0
<b>Periodo di campionamento</b> [msec]	0,131

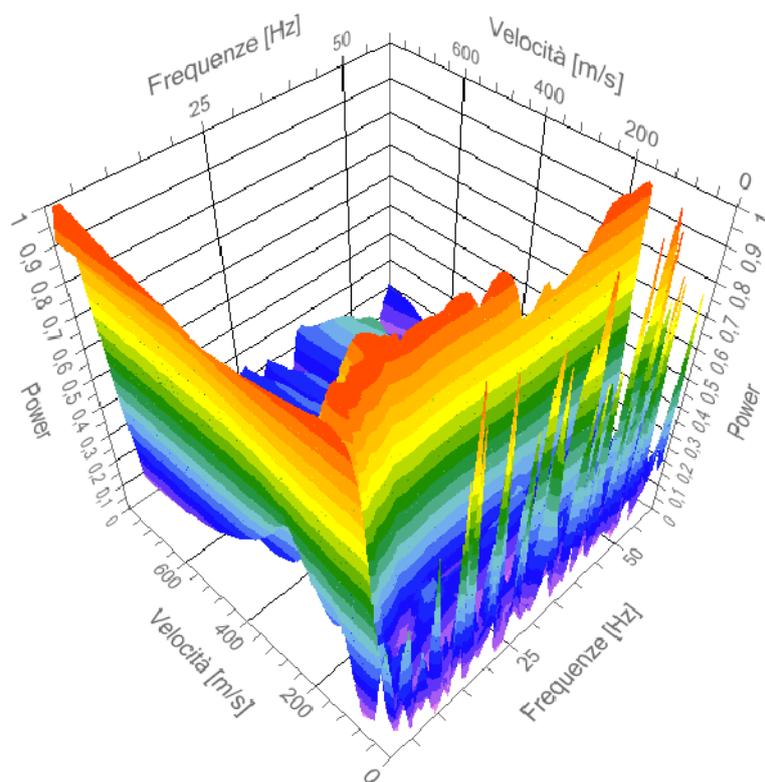
Committente: ASA DI LEONARDO NOLASCO  
Cantiere: TOR DI VALLE  
Località: ROMA  
Data della prova: 19/07/2014  
Latitudine: 41,8242°, Longitudine: 12,4322°



## Analisi spettrale MASW 2

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

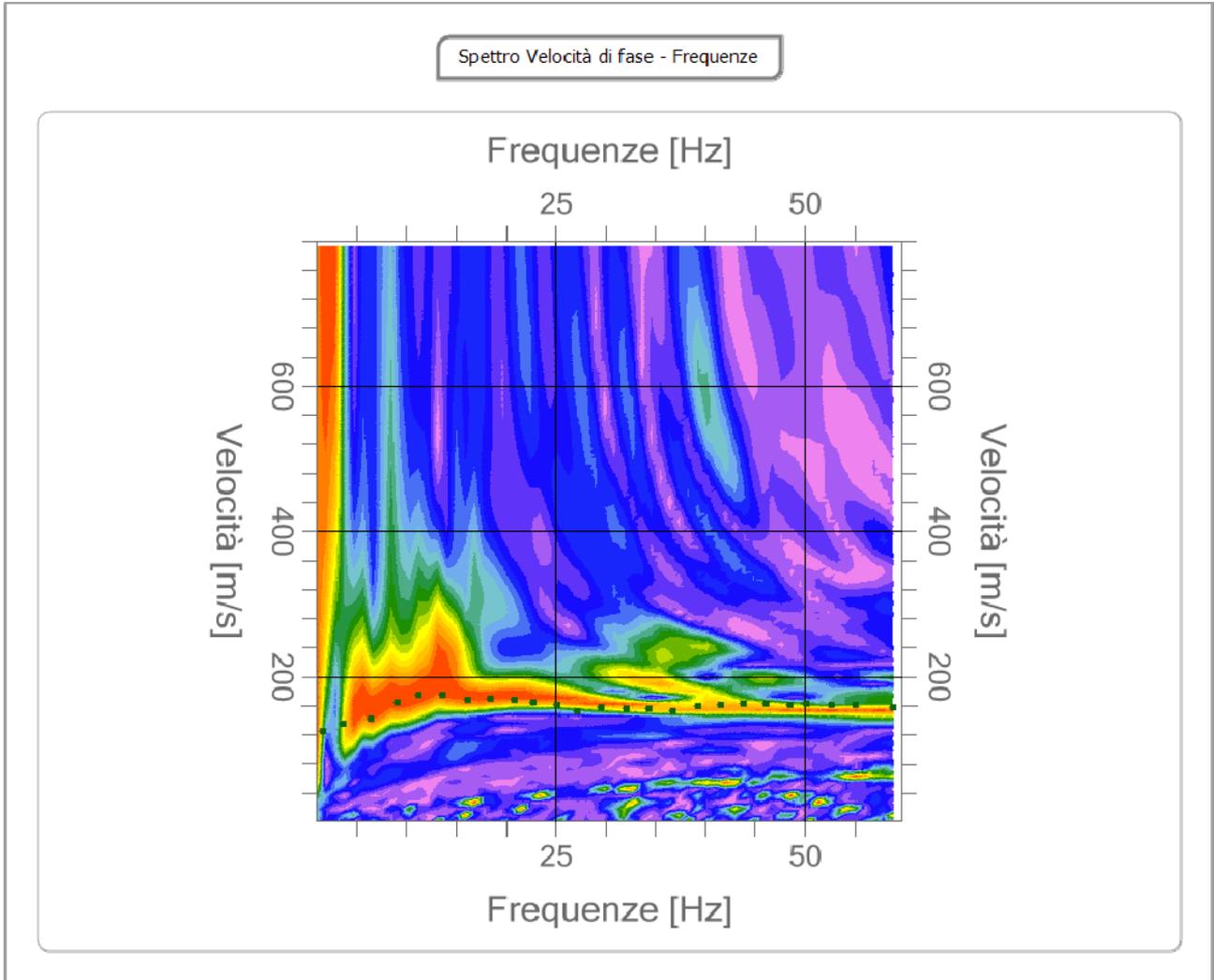
Spettro Numero d'onda - Frequenze



### Curva di dispersione **MASW 2**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	1,7	123,9	0
2	3,8	135,2	0
3	6,5	142,2	0
4	9,2	164,8	0
5	11,3	174,6	0
6	13,7	174,6	0
7	16,3	167,6	0
8	18,4	169,0	0
9	20,9	167,6	0
10	22,8	164,8	0
11	25,2	160,5	0
12	27,2	152,1	0
13	29,6	157,7	0
14	32,1	154,9	0
15	34,4	156,3	0
16	36,7	152,1	0
17	39,3	159,1	0
18	41,5	160,5	0
19	43,9	161,9	0
20	46,2	161,9	0
21	48,5	160,5	0
22	50,1	161,9	0
23	52,8	160,5	0
24	55,1	160,5	0

25	58,9	157,7	0
----	------	-------	---

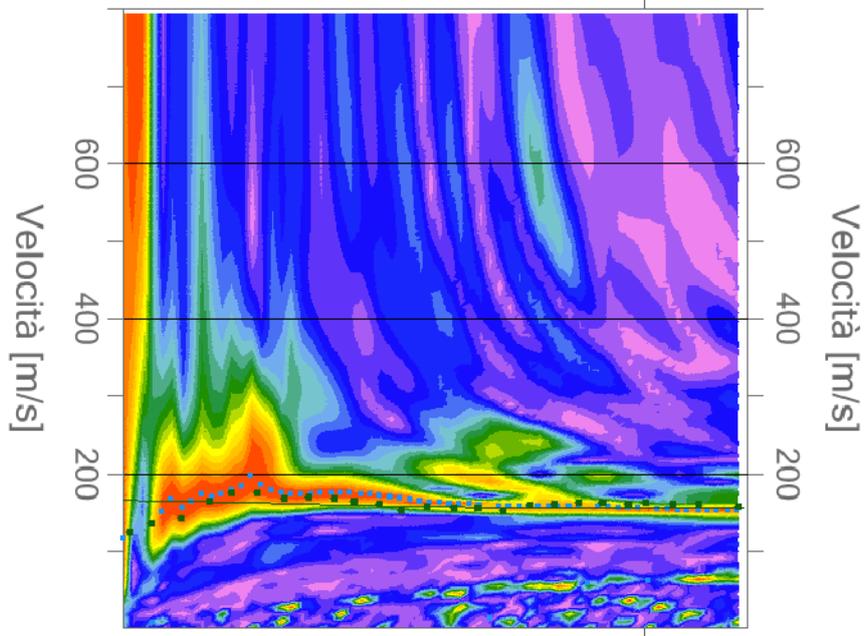


### Inversione **MASW 2**

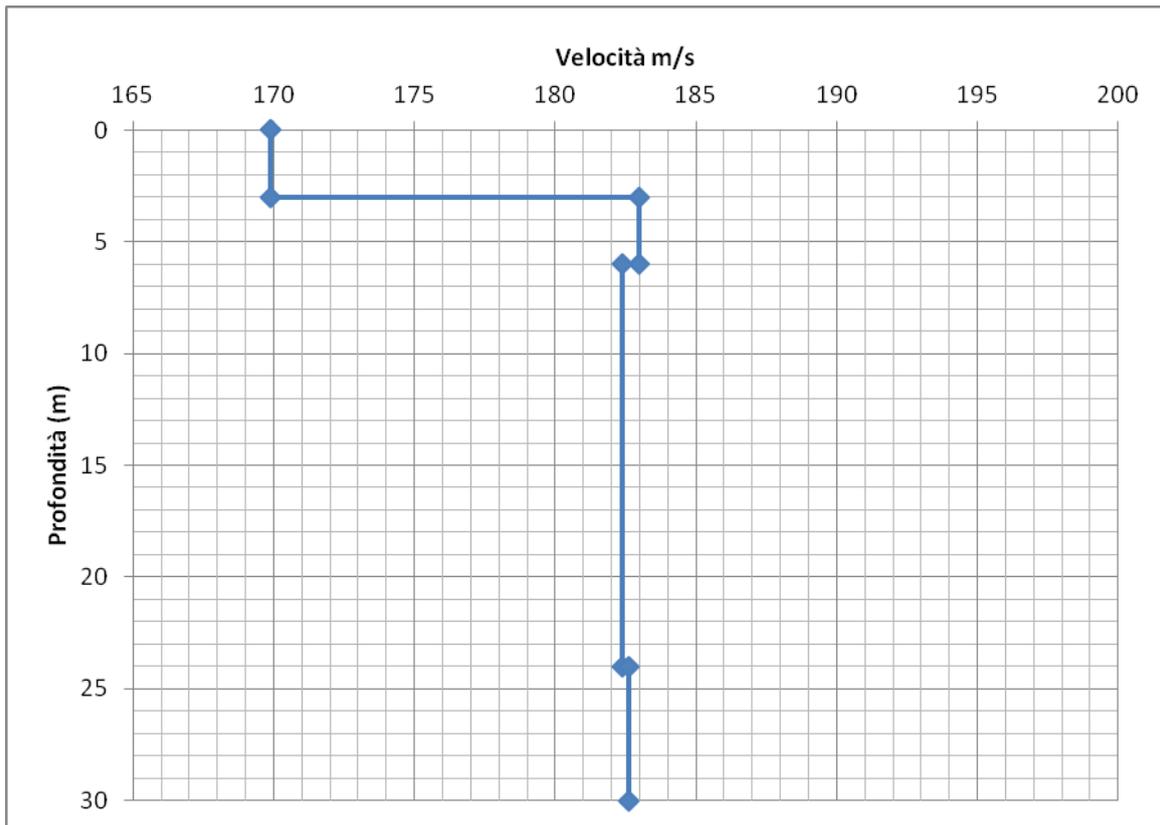
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso saturato per unità di volume [kg/mc]	Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	Riporto	3,00	3,00	1800,0	0,2	No	277,5	169,9
2	Argilla essiccata	6,00	3,00	1800,0	0,2	Si	298,9	183,0
3	Limo argilloso organico	30,00	24,00	1800,0	0,2	Si	297,9	182,4
4	Limo argilloso	oo	oo	1800,0	0,2	Si	298,2	182,6

Inversione

Frequenze [Hz]



Frequenze [Hz]



### Risultati MASW 2

Profondità piano di posa [m]	0,00
Vs30 [m/sec]	181,16
<b>Categoria del suolo</b>	<b>C</b>

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

**GEOstudi srl**

---

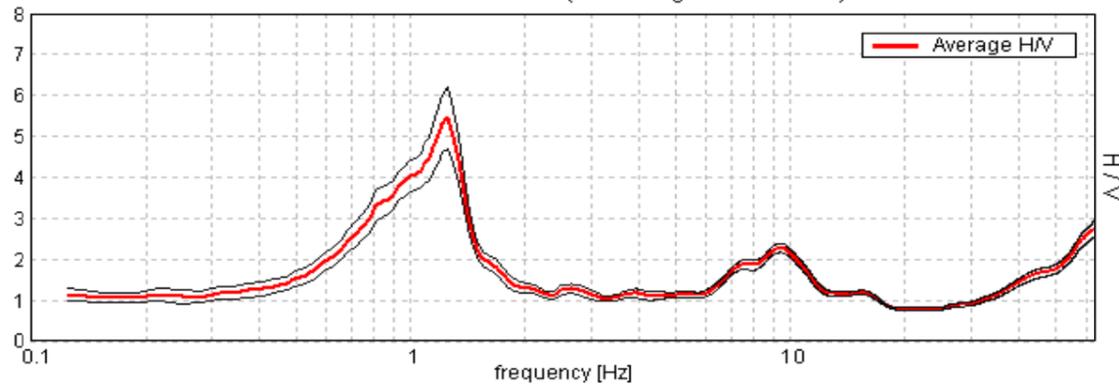
**ALLEGATO 5 :  
MISURE HVSR**

**ROMA, ippodromo Tor di Valle trom1 (S1)**  
 Coordinate WGS84: N 41°49'34.78" E 12°25'50.27"  
 Strumento: TRZ-0067/01-10  
 Inizio/fine registrazione: 18/07/14 12:43:59 13:03:59  
 Durata registrazione: 0h20'00"  
 Software: Grilla rel. 6.4 (2012)  
 Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Intervallo di analisi: 0.0÷48 Hz  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%  
 Condizioni meteo: sereno, poco ventilato  
 Tipo di superficie: prato erboso  
 Disturbi: rari transienti

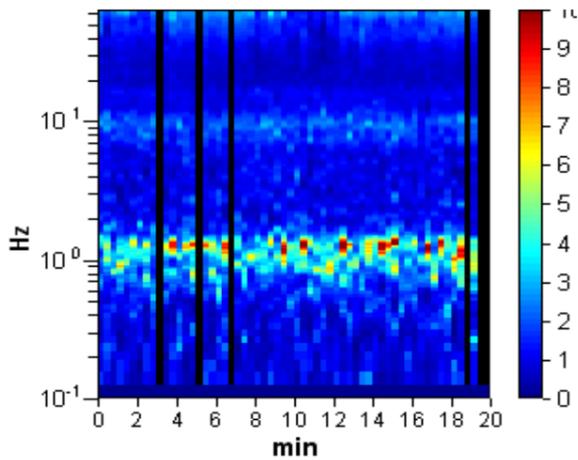


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

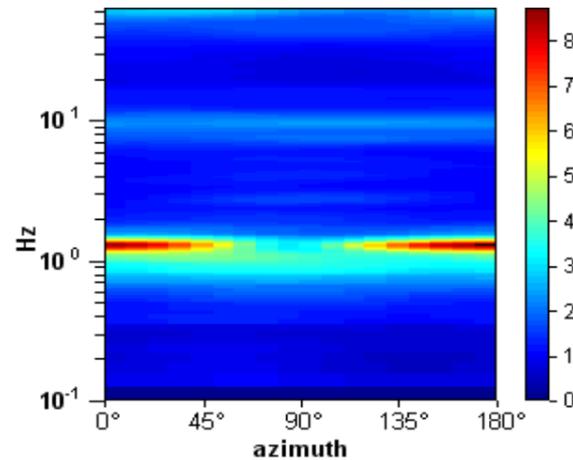
Max. H/V at 1.25 ± 0.1 Hz. (In the range 0.0 - 48.0 Hz).



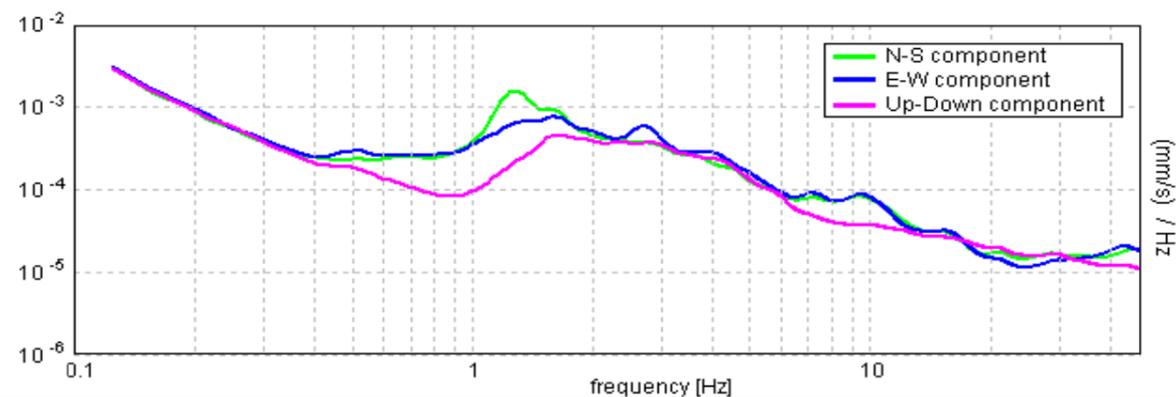
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Max. H/V at 1.25 ± 0.1 Hz (in the range 0.0 - 48.0 Hz)

Criteria per una curva H/V affidabile  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.25 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1350.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 61 times	OK	
Criteria per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]   A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.719 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]   A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.469 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.46 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.07795  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.09744 < 0.125	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.7535 < 1.78	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

	Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$				
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti 3 classi di qualità:

**Classe A:** H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola

- La forma H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura (*stazionarietà*) - 2. Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo (*isotropia*) - 3. Assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza d'interesse - 4. I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale - 5. I primi 3 criteri SESAME per una curva H/V affidabile sono soddisfatti - 6. Durata della misura di almeno 15-20 minuti

**Eccezione:** nel caso di assenza di contrasti d'impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (curva tipo 2, vedi sotto)

**Classe B:** curva H/V da interpretare, va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze (almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta, a meno che non si rientri nell'eccezione succitata)

**Classe C:** curva H/V scadente e di difficile interpretazione, non va utilizzata

- Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura (basculamento) - 2. Misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze d'interesse

Per le classi A e B si definiscono le seguenti 2 sottoclassi

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco chiaro secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi chiari nell'intervallo di frequenze d'interesse (*assenza di risonanza*)

**NOTE:** curva classificata in classe B di tipo 1 perché non rispetta il criterio di isotropia ma presenta un picco chiaro e significativo nell'intervallo di frequenze d'interesse

(1) SESAME Project (2204) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, derivable no. D23.12

(2) Albarello D., Cesi C., Eulilli V., et alii (2010) - The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the 26<sup>th</sup> April 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3)

(3) Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione sismica. Suppl. Riv. Ingegneria Sismica Anno XXVIII, n.2, 2011

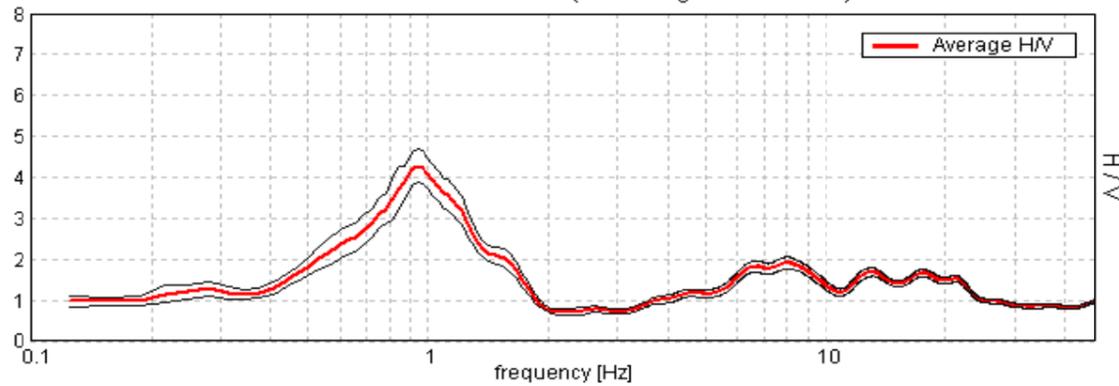
**ROMA, ippodromo Tor di Valle trom2 (S2)**

Coordinate WGS84: N 41°49'23.88" E 12°26'8.78"  
 Strumento: TRZ-0067/01-10  
 Inizio/fine registrazione: 18/07/14 13:21:39 12:41:39  
 Durata registrazione: 0h20'00"  
 Software: Grilla rel. 6.4 (2012)  
 Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Intervallo di analisi: 0.0÷48 Hz  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%  
 Condizioni meteo: sereno, poco ventilato  
 Tipo di superficie: prato erboso  
 Disturbi: rari transienti

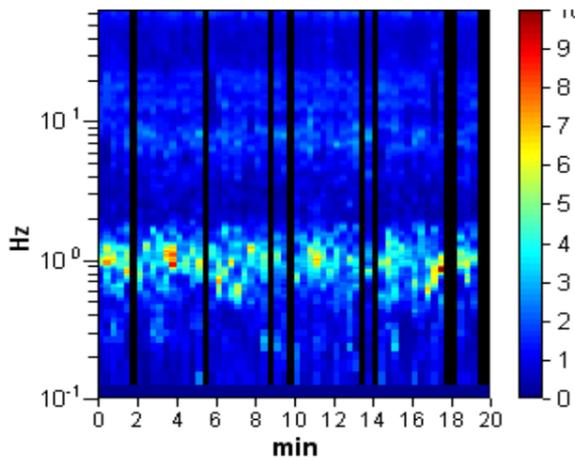


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

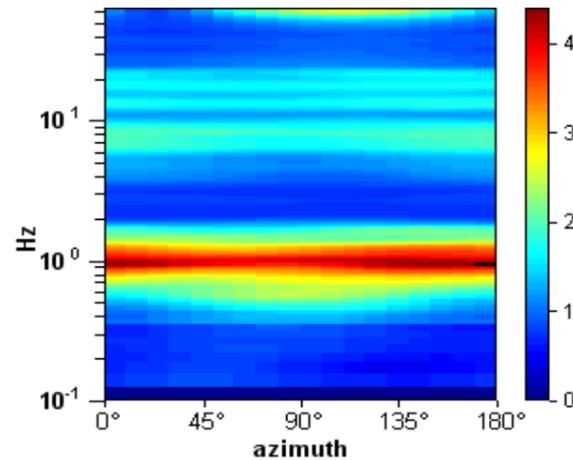
Max. H/V at 0.94 ± 0.03 Hz. (In the range 0.0 - 48.0 Hz).



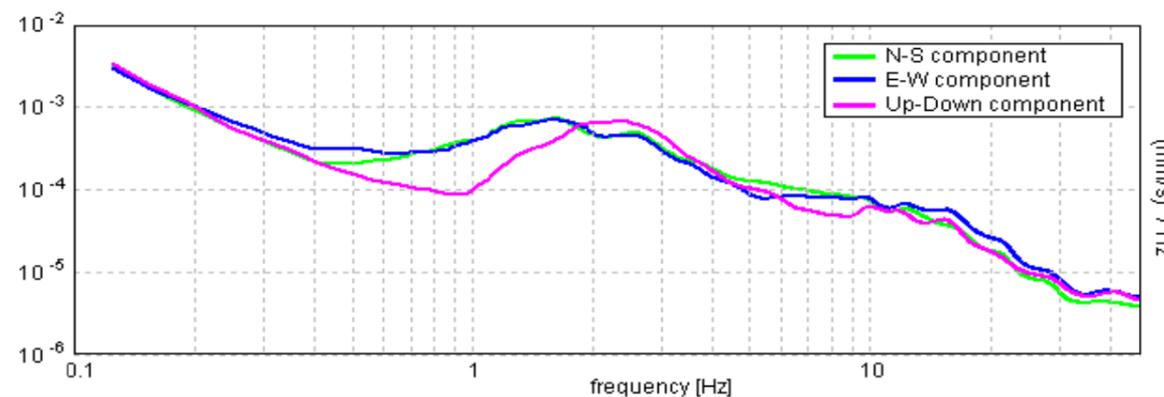
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Max. H/V at 0.94 ± 0.03 Hz (in the range 0.0 - 48.0 Hz)

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	0.94 > 0.50	OK
$n_c(f_0) > 200$	937.5 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 46 times	OK

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]   A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.531 Hz	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]   A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.438 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.28 > 2	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02867  < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02688 < 0.14063	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3952 < 2.0	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti 3 classi di qualità:

**Classe A:** H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola

- La forma H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura (*stazionarietà*) - 2. Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo (*isotropia*) - 3. Assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza d'interesse - 4. I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale - 5. I primi 3 criteri SESAME per una curva H/V affidabile sono soddisfatti - 6. Durata della misura di almeno 15-20 minuti

**Eccezione:** nel caso di assenza di contrasti d'impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (curva tipo 2, vedi sotto)

**Classe B:** curva H/V da interpretare, va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze (almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta, a meno che non si rientri nell'eccezione succitata)

**Classe C:** curva H/V scadente e di difficile interpretazione, non va utilizzata

- Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura (basculamento) - 2. Misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze d'interesse

Per le classi A e B si definiscono le seguenti 2 sottoclassi

**Tipo 1:** H/V con almeno un picco chiaro secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

**Tipo 2:** H/V senza picchi chiari nell'intervallo di frequenze d'interesse (*assenza di risonanza*)

NOTE:

(1) SESAME Project (2204) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, derivable no. D23.12

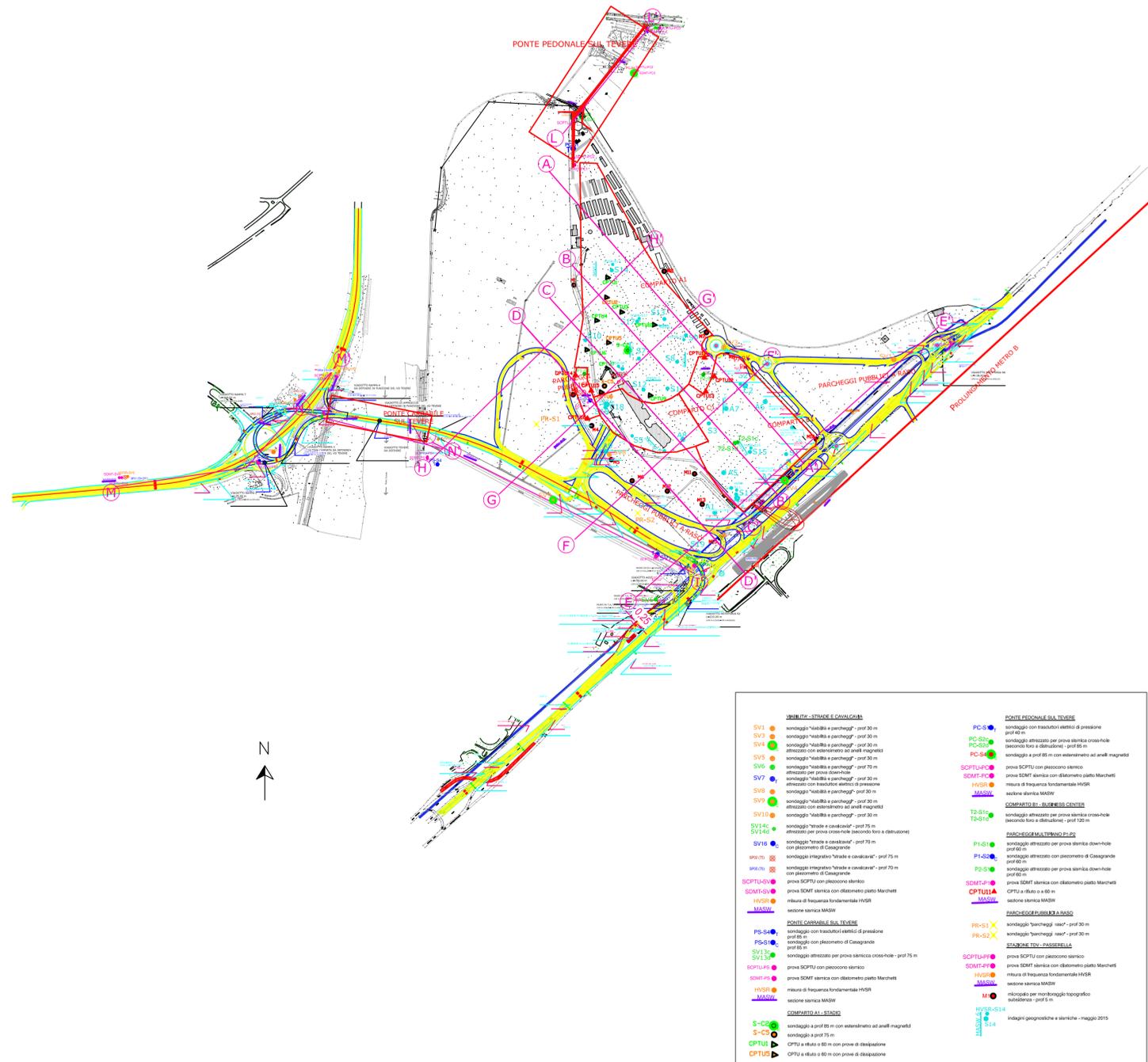
(2) Albarello D., Cesi C., Eulilli V., et alii (2010) - The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the 26<sup>th</sup> April 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3)

(3) Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione sismica. Suppl. Riv. Ingegneria Sismica Anno XXVIII, n.2. 2011

ESTRATTO INDAGINI GEORES SRL

APRILE 2015 – APRILE 2016

VALLERANO



- **G1** sondaggio per manufatto/argine attrezzato con piezometro Norton - prof. 25 m
- **G1** sondaggio per manufatto attraversamento attrezzato per prova sismica Down Hole - prof. 30 m
- **A1** sondaggio per argine - prof. 25 m
- **A2** sondaggio per argine - prof. 25 m
- **SA1** sondaggio archeologico - prof. 15 m
- **SV16** sondaggio realizzato per la Viabilità - prof. 75 m attrezzato con piezometro Casagrande (2015)
- **SCPTU-SV1** prova penetrometrica statica con piezocono sismico per la Viabilità (2015)
- **SDMT-SV3** prova dilatometrica sismica per la Viabilità (2015)
- **HVSR-SV4** misura di frequenza fondamentale HVSR per la Viabilità (2015)
- **SA1/1** sondaggio a carotaggio continuo (2004)
- **CPT-S1** prova penetrometrica statica (2005)
- **S9** sondaggio a carotaggio continuo (2001)
- **HVSR-V1** misura di frequenza fondamentale HVSR per il Fosso di Vallerano (2015)
- **MASW-V1** sezione sismica MASW per il Fosso di Vallerano (2015)

Eurnova s.r.l.  
Stadio TvV S.p.A.

**STADIO DELLA ROMA, Tor di Valle**

PROPRIORE  
**Eurnova s.r.l.**

Programma management  
**Lend Lease**  
via Risorgimento, n°3  
20121 Milano (MI) - Italia  
T. +39 02 66781801

---

Development management  
**Parsitalia**  
via Terence, n°48  
00198 Roma (RM) Italia  
T. +39 06 857621

Programma management  
**Lend Lease**  
via Risorgimento, n°3  
20121 Milano (MI) - Italia  
T. +39 02 66781801

---

PROGETTISTA INCARICATO

TABIRI E FRIMA

SELO ON TOR DI VALLE  
GENERALE

---

Descrizione	GEOGNOSTICA/GEOTECNICA				
Stato del progetto	PROGETTO DEFINITIVO				
Oggetto	RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE				
Definizione	PLANIMETRIA INDAGINI GEOGNOSTICHE E SISMICHE				
00	Emissione per Conferenza di Servizi Decisoria ai fini dell'ottenimento del PdC	28.04.16	GEO	GEO	GEO

---

TDV | 28.04.16 | 1:10.000

TDV PDGGEN0,0GG0,0,0,0,0,2,0,0,0,0G0,0,0,0,0GEO,0,0

nome del file



Committente: Eurnova S.r.l. - Stadio Tor di Valle S.p.A.	Sondaggio: S4
Riferimento: Tor di Valle - Roma	Data: 06-08/05/2015
Coordinate:	Quota: 10,5 metri s.l.m.
Perforazione: Asta e carotiere - Trivella EGT VD710	

SCALA 1:200

## STRATIGRAFIA - S4

Pagina 1/2

Ø mm	metri batt.	R V	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	S.P.T.		Campioni	prove in foro	Prel. % 0 --- 100	Cass.
								S.P.T.	S.P.T.				
	1			1.1	1.1	Terreno di riporto antropico costituito per i primi 0.1 metri da asfalto, seguito da una matrice di natura vulcanica, sabbiosa, di colore marrone-rossastro, con inclusi eterogenei.		4-5-7					
	2					Limo argilloso debolmente sabbioso, grigio-verdastro, consistente, con materia organica a 1.75 metri dal p.c..	1.8 2.2						1
	3						2.8	10-13-15	1) She < 3.50 4.00		Lfr.V		
	4						2.9						
	5												
	6			5.9	4.8	Argilla da limosa (fino a 7.0 metri) a sabbiosa, da mediamente a poco consistente, da marrone chiaro a marrone-verdastro (da 7.70 a 8.0), con ossidazioni e sottili livelli sabbioso-limosi di spessore pluricentimetrico.	2.2 2.1	7-8-9					2
	7						0.6 1.3						
	8			8.0	2.1	Argilla limosa torbosa (con torba abbondante da 11.40 a 11.70, da 11.80 a 12.0 e da 12.40 a 15.40 metri dal p.c.), a tratti debolmente sabbiosa, scarsamente consistente, con livelli maggiormente consistenti da 8.0 a 11.40 metri di profondità dal p.c.	1.8						
	9						2.3	5-9-12					
	10						2.6						
	11						2.2						
	12						2.4						
	13						1.5 1.1	7-9-13	2) She < 12.50 13.00				3
	14												
	15						0.8 0.7						
	16			15.5	7.5	Sabbia medio-fine, limosa e argillosa, da poco a mediamente addensata, di colore grigio, con livelli argilloso-limosi, argilloso-sabbiosi e limoso-argillosi.	1.2	7-7-10					4
	17					Da 27.50 a 30.30 limo argilloso-sabbioso poco consistente, più consistente da 27.50 a 28.0.							
	18					Da 32.90 a 35.0 argilla limosa debolmente sabbiosa con livelli limoso-sabbiosi.		6-8-9					
	19					Da 35.0 a 37.50 argilla sabbiosa debolmente limosa con livelli sabbioso-argillosi.							
	20					Da 37.50 a 40.0 limo argilloso-sabbioso con livelli sabbioso-argillosi.		5-7-9					5
	21					Da 41.70 a 42.40 limo sabbioso-argilloso.							
	22					Da 47.0 a 49.50 limo argilloso-sabbioso.							
	23					Da 54.30 a 54.80 limo argilloso-sabbioso.							
	24					Da 55.50 a 57.40 argilla sabbioso-limosa con livelli limoso-sabbiosi debolmente argillosi.		6-8-9					
	25					Da 57.40 a 59.80 argilla limosa debolmente sabbiosa.							
	26												
	27												
	28						1.2 0.8	5-8-8					6
	29												
	30						0.8						
	31						1.2	7-9-10					
	32												
	33						1						7
	34						1.5	9-9-11					
	35						0.7						
	36												
	37						0.9	9-12-12	3) She < 35.50 36.00				
	38						0.5 0.5						8
	39												
	40						1.2						

101



Committente: Eurnova S.r.l. - Stadio Tor di Valle S.p.A.	Sondaggio: S4
Riferimento: Tor di Valle - Roma	Data: 06-08/05/2015
Coordinate:	Quota: 10,5 metri s.l.m.
Perforazione: Asta e carotiere - Trivella EGT VD710	

SCALA 1 :200

## STRATIGRAFIA - S4

Pagina 2/2

Ø mm	metri batt.	R V	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	S.P.T.		Campioni	prove in foro	Prel. % 0 --- 100	Cass.	
								S.P.T.	S.P.T.					
41						Sabbia medio-fine, limosa e argillosa, da poco a mediamente addensata, di colore grigio, con livelli argilloso-limosi, argilloso-sabbiosi e limoso-argillosi. Da 27.50 a 30.30 limo argilloso-sabbioso poco consistente, più consistente da 27.50 a 28.0. Da 32.90 a 35.0 argilla limosa debolmente sabbiosa con livelli limoso-sabbiosi. Da 35.0 a 37.50 argilla sabbiosa debolmente limosa con livelli sabbioso-argillosi. Da 37.50 a 40.0 limo argilloso-sabbioso con livelli sabbioso-argillosi. Da 41.70 a 42.40 limo sabbioso-argilloso. Da 47.0 a 49.50 limo argilloso-sabbioso. Da 54.30 a 54.80 limo argilloso-sabbioso. Da 55.50 a 57.40 argilla sabbioso-limosa con livelli limoso-sabbiosi debolmente argillosi. Da 57.40 a 59.80 argilla limosa debolmente sabbiosa.								
42				0.6										
43				1										9
44				0.6										
45														
46														
47														
48														
49														
50														
51														
52														
53														
54														
55														
56														
57														
58														
59														
60				59.8	44.3									
61						Ghiaia in matrice sabbiosa, di colore beige, a tratti cementata, con ciottoli calcarei arrotondati di dimensioni da sub-centimetriche a pluricentriche. Al tetto sabbia ghiaiosa di colore grigio.								
62														
63														
64														
65														
66														
67														
68														
69				69.0	9.2	Argilla limo-sabbiosa, consistente, di colore grigio, con resti di gusci di bivalvi.								
70				70.0	1.0									

4) She < 51.50  
52.00



Committente: Eurnova S.r.l. - Stadio Tor di Valle S.p.A.	Sondaggio: S8
Riferimento: Tor di Valle - Roma	Data: 26-30/04/2015
Coordinate:	Quota: 9,67 metri s.l.m.
Perforazione: Asta e carotiere - Trivella Mori S20	

SCALA 1 :200

## STRATIGRAFIA - S8

Pagina 1/2

Ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	S.P.T.		Campioni	prove in foro	A r s	Prel. % 0 --- 100	Cass.
	1			0.4	0.4	Terreno vegetale sabbioso-limoso, nocciola, poco consistente, con resti vegetali.								
	2					Deposito colluviale di colore nocciola limo sabbioso fino a 3 metri, poco consistente, sabbioso fine limoso fino a 3.70 metri, marrone, con inclusi antropici.					Lfr.V			1
	3			3.7	3.3									
	4					Argilla limosa a tratti debolmente sabbiosa, nocciola, poco consistente fino a 5.1 metri, poi mediamente consistente, con ossidazioni.	1.1			1) She < 4.00				
	5						1.1							
	6			6.1	2.4		0.9							
	7					Argilla limosa torbosa (con torba abbondante da 12.40 a 18.30 metri dal p.c.), di colore grigio, a tratti debolmente sabbiosa, scarsamente consistente, maggiormente consistente da 9.20 a 12.40 metri di profondità dal p.c.								2
	8					Da 18.30 metri dal p.c. la torba si presenta in tracce.	0.5							
	9					Da 20.0 a 21.30 livello sabbioso fine argilloso.	0.5							
	10					Da 29.90 a 35.0 sabbia fine argillosa e limosa con abbondante torba da 29.90 a 33.70 metri dal p.c..	0.7							
	11					Da 42.20 a 45.0 limo argilloso grigio poco consistente.	2							
	12					Da 46.50 a 50.0 limo argilloso da poco a mediamente consistente.	2.3							
	13					Da 51.0 limo argilloso debolmente sabbioso poco consistente.	1.7			11-17-20				3
	14						0.7							
	15						0.6							
	16						0.9							
	17						1			4-7-8				
	18						0.8							
	19						0.8							4
	20						0.4							
	21						0.4							
	22						0.6			7-8-8	2) She < 22.00			5
	23						0.6							
	24						0.6							
	25						0.6			6-7-11				
	26						0.6							
	27						0.7							
	28						0.6			8-10-14				6
	29						0.5							
	30						0.7							
	31						1			7-11-17				
	32						1.1							
	33													
	34									6-12-18				
	35													
	36						2							
	37						2.2							
	38						2			9-18-26				
	39						2.3							
	40						1.7							
							1.9							
										8-16-26				8



Committente: Eurnova S.r.l. - Stadio Tor di Valle S.p.A.	Sondaggio: S8
Riferimento: Tor di Valle - Roma	Data: 26-30/04/2015
Coordinate:	Quota: 9,67 metri s.l.m.
Perforazione: Asta e carotiere - Trivella Mori S20	

SCALA 1:200

## STRATIGRAFIA - S8

Pagina 2/2

Ø mm	metri batt.	R V	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	S.P.T.	Campioni	prove in foro	A r s	Prel. % 0 --- 100	Cass.	
								S.P.T.						
41						Argilla limosa torbosa (con torba abbondante da 12.40 a 18.30 metri dal p.c.), di colore grigio, a tratti debolmente sabbiosa, scarsamente consistente, maggiormente consistente da 9.20 a 12.40 metri di profondità dal p.c. Da 18.30 metri dal p.c. la torba si presenta in tracce. Da 20.0 a 21.30 livello sabbioso fine argilloso. Da 29.90 a 35.0 sabbia fine argillosa e limosa con abbondante torba da 29.90 a 33.70 metri dal p.c.. Da 42.20 a 45.0 limo argilloso grigio poco consistente. Da 46.50 a 50.0 limo argilloso da poco a mediamente consistente. Da 51.0 limo argilloso debolmente sabbioso poco consistente.	1.6 2.5 2.2 2.5							9
42														
43														
44														
45														
46														
47														
48														
49														
50														
51														
52														
53														
54				54.0	47.9									
55						Sabbia limosa, grigia, poco addensata, da fine a media.								
56														
57														
58				58.0	4.0									
59						Ghiaia in matrice sabbiosa, di colore grigio chiaro, a tratti cementata, con ciottoli eterometrici eterogenei arrotondati da sub-centimetrici a centimetrici.								
60														
61														
62														
63														
64														
65														
66														
67														
68				68.1	10.1									
69						Argilla consistente, di colore grigio-azzurro, a tratti sabbiosa, con resti di gusci di bivalvi.	2.3 2							
70				70.0	1.9		2.4							



Committente: Eurnova S.r.l. - Stadio Tor di Valle S.p.A.	Sondaggio: S12
Riferimento: Tor di Valle - Roma	Data: 04-06/05/2015
Coordinate:	Quota: 9,46 metri s.l.m.
Perforazione: Asta e carotiere - Trivella EGT VD710	

SCALA 1 :200

## STRATIGRAFIA - S12

Pagina 1/2

Ø mm	metri batt.	R V	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	S.P.T.		Campioni	A r s	Prel. % 0 --- 100	Cass.
								S.P.T.	S.P.T.				
	1			1.5	1.5	Terreno di riporto antropico di natura vulcanica, sabbiosa, di colore marrone-rossastro, con alla base ciottoli arrotondati eterometrici.							
	2					Deposito colluviale costituito da limo argilloso debolmente sabbioso, marrone-verdastro, da poco a mediamente consistente, con rare tracce di materia organica.	2.4						1
	3						1.1	5-5-7					
	4			3.9	2.4	Argilla limosa fino a 5.0 metri, mediamente consistente, marrone chiaro, poi sabbiosa e poco consistente.	2.4						
	5						2.6			1) She < 4.50 5.00			
	6						2.5	9-11-13					
	7					Argilla limosa torbosa (con torba abbondante da 10.80 a 12.30 e da 15.0 a 15.40 metri dal p.c.), debolmente sabbiosa alla base, di colore grigio, scarsamente consistente, con livelli maggiormente consistenti da 8.0 a 10.80 metri di profondità dal p.c.	1.2					2	
	8			7.5	3.6		1.0						
	9						2.1	10-12-13					
	10						1.9						
	11						1.2						
	12						1.8					3	
	13						0.9	5-6-6					
	14						1.1						
	15						1.1						
	16			15.6	8.1		0.7	3-5-6					
	17					Sabbia medio-fine, limosa e argillosa al tetto, mediamente addensata, di colore grigio, con presenza di materia organica e sottili livelli argilloso-limosi di spessore massimo pari a 0.5 metri da 22.30 a 23.0.	0.5					4	
	18							7-7-10					
	19					Da 23.50 a 24.0 metri dal p.c. argilla sabbiosa poco consistente. Da 35.0 a 50.60 sabbia medio-grossolana a tratti debolmente limosa da grigio a grigio scuro. Da 50.60 aumenta il contenuto della frazione fine. Da 54.80 a 55.50 argilla sabbiosa poco consistente. Da 55.50 a 57.0 limo sabbioso-argilloso poco consistente. Da 58.40 a 60.0 argilla sabbiosa debolmente limosa poco consistente.						2) She < 19.00 19.50	
	20												
	21							7-8-10					
	22						0.8					5	
	23						1.0	8-9-11					
	24											6	
	25							4-4-5					
	26							5-5-5					
	27											7	
	28							7-7-8					
	29											8	
	30							9-10-11					
	31												
	32												
	33							11-15-15					
	34												
	35												
	36												
	37												
	38												
	39												
	40												

101





Committente: Eurnova S.r.l. - Stadio Tor di Valle S.p.A.	Sondaggio: S15
Riferimento: Tor di Valle - Roma	Data: 06-08/05/2015
Coordinate:	Quota: 9,27 metri s.l.m.
Perforazione: Asta e carotiere - Trivella Mori S20	

SCALA 1 :200

## STRATIGRAFIA - S15

Pagina 1/2

Ø mm	metri batt.	R V	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	S.P.T.		Campioni	prove in foro	Prel. % 0 --- 100	Cass.
								S.P.T.	S.P.T.				
	1			0.3	0.3	Terreno vegetale sabbioso-argilloso, marrone, poco addensato, con resti vegetali.	1.5						
	2			2.6	2.3	Deposito colluviale sabbioso-argilloso, di colore marrone a tratti rossastro, da poco a mediamente addensato.	2.3	2-4-7					1
	3					Argilla limosa debolmente sabbiosa di colore nocciola, consistente, con ossidazioni e materia organica.	1.3						
	4						2.6			1) She < 4.00	Lfr.V		
	5						2.2	3-6-9					
	6						2						
	7			7.0	4.4	Argilla limosa torbosa (con torba abbondante da 13.30 a 18.0 metri dal p.c.), di colore grigio, a tratti debolmente sabbiosa, scarsamente consistente.	2.2						
	8					Da 7.0 a 8.0 di colore grigio chiaro mediamente consistente.	1.7						
	9					Da 8.0 a 9.60 di colore grigio scuro mediamente consistente.	1.5	3-5-10					2
	10					Da 9.60 a 10.0 livello debolmente sabbioso.	1.2						
	11					Da 10.0 a 12.0 di colore grigio chiaro mediamente consistente.	1.8						
	12					Da 12.50 diminuisce la consistenza.	1.4	2-6-9					
	13					Da 18.0 metri dal p.c. la torba si presenta in tracce e sono presenti livelli centimetrici più consistenti.	1.3						
	14						1.1						
	15						0.7	2-4-7					
	16						1.1						
	17						0.6						
	18						0.5	3-4-8					4
	19						0.7						
	20						0.6	3-5-6					
	21						0.6						
	22						0.4						
	23						0.5			2) She < 22.00			
	24						0.7	2-6-9					5
	25						1.4						
	26						0.4						
	27						1.1	3-5-11					
	28			27.8	20.8	Sabbia limosa e argillosa, a tratti limo sabbioso, grigia, poco addensata, con livelli argillosi centimetrici.	1						
	29					Da 25.0 a 25.60 limo argilloso.	0.5						
	30					Da 30.0 a 30.60 limo argilloso.	0.5	7-9-13					
	31					Da 34.0 a 34.40 limo argilloso.							
	32					Da 35.0 a 38.0 diminuisce la frazione limosa.							
	33					Da 38.0 a 40.70 sabbia grossolana e media in scarsa matrice limosa.		12-14-16					7
	34					Da 40.90 a 41.20 livello argilloso-limoso.							
	35					Da 41.80 a 42.0 livello argilloso-limoso.							
	36					Da 44.70 a 45.60 livello argilloso-limoso.	0.7						
	37					Da 46.70 a 47.90 livello argilloso-limoso.							
	38					Da 48.0 a 50.0 tracceditorba.		7-14-18					
	39					Da 50.50 a 51.0 livello limoso-argilloso.							
	40					Da 55.0 a 57.0 livello limoso-argilloso.		8-10-14					8





Committente: Eurnova S.r.l. - Stadio Tor di Valle S.p.A.	Sondaggio: S18
Riferimento: Tor di Valle - Roma	Data: 11-14/04/2015
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Asta e carotiere - Trivella EGT VD710	

SCALA 1 :200

## STRATIGRAFIA - S18

Pagina 1/2

Ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	S.P.T.		Campioni	prove in foro	Prel. % 0 --- 100	Cass.
								S.P.T.	S.P.T.				
	1			0.7	0.7	Terreno di riporto antropico costituito per i primi 0.1 metri da asfalto seguito da una matrice di natura vulcanica, sabbiosa grossolana, di colore rosso-violaceo, poco addensata, con inclusi vulcanici.	1.4 1.7 1.4 1.7	5-5-7					
	2			2.6	1.9	Deposito colluviale costituito da argilla limosa debolmente sabbiosa, marrone-verdastro, mediamente consistente.	1.8 2.7 2.9 3.2 3.2						1
	3					Argilla limosa marrone chiaro, consistente, con sottili livelli sabbioso-argillosi da 5.70 a 7.0 metri dal p.c.	2.1	7-10-10	1) She < 5.00 5.50				
	4			8.0	5.4	Argilla limosa torbosa (con torba abbondante da 9.70 a 10,20 e da 10,80 a 13.20 metri dal p.c.), a tratti sabbiosa, di colore da grigio azzurro a grigio, scarsamente consistente, con livelli maggiormente consistenti grigio scuro da 8.20 a 9.70 metri di profondità dal p.c.	1.0 1 1.2 1.2 1.7	9-10-12		Lfr.V			2
	5			13.6	5.6	Sabbia medio-fine limosa e argillosa, mediamente addensata, di colore grigio, con sottili livelli torbosi di spessore centimetrico e orizzonti in cui prevale la frazione fine. Da 25.20 a 26.0 livello limoso-argilloso debolmente sabbioso grigio. Da 28.70 a 29.30 livello argilloso-limoso debolmente sabbioso. Da 33.40 a 33.80 limo sabbioso-argilloso. Da 34.10 a 34.90 limo argilloso-sabbioso con sottili livelli sabbiosi. Da 36.30 a 40.0 argilla limosa debolmente sabbiosa mediamente consistente. Da 40.40 a 40.90 argilla limosa consistente. Da 45.70 a 46.90 argilla limosa debolmente sabbiosa. Da 52.0a 52.50 limo argilloso debolmente sabbioso. Da 52.90 a 55.0 limo argilloso debolmente sabbioso con sottili livelli sabbiosi. Da 55.50 a 57.50 argilla limosa debolmente sabbiosa.	1.2 1.2 0.8 1 0.7	6-7-7	2) She < 11.00 11.50				3
	6						0.7 1.2 0.9 0.9	9-11-12					
	7						0.9 0.9	9-11-15					4
	8						1 1.2	11-11-14					
	9						1.2 1.1	10-12-14					6
	10						0.8	10-13-15					5
	11						1 1.2	11-11-14					
	12						1.2 1.1	10-12-14					
	13						0.6	9-10-14	3) She < 31.10 31.60				7
	14						1.3 1.2 0.8	8-8-10					
	15						0.8 1.2 1.3 1.4	10-11-11					8
	16						1.4 1.4 1.4						

101



Committente: Eurnova S.r.l. - Stadio Tor di Valle S.p.A.	Sondaggio: S18
Riferimento: Tor di Valle - Roma	Data: 11-14/04/2015
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Asta e carotiere - Trivella EGT VD710	

SCALA 1 :200

## STRATIGRAFIA - S18

Pagina 2/2

Ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	S.P.T.		Campioni	prove in foro	Prel. % 0 --- 100	Cass.		
								S.P.T.	S.P.T.						
41						Sabbia medio-fine limosa e argillosa, mediamente addensata, di colore grigio, con sottili livelli torbosi di spessore centimetrico e orizzonti in cui prevale la frazione fine. Da 25.20 a 26.0 livello limoso-argilloso debolmente sabbioso grigio. Da 28.70 a 29.30 livello argilloso-limoso debolmente sabbioso. Da 33.40 a 33.80 limo sabbioso-argilloso. Da 34.10 a 34.90 limo argilloso-sabbioso con sottili livelli sabbiosi. Da 36.30 a 40.0 argilla limosa debolmente sabbiosa mediamente consistente. Da 40.40 a 40.90 argilla limosa consistente. Da 45.70 a 46.90 argilla limosa debolmente sabbiosa. Da 52.0a 52.50 limo argilloso debolmente sabbioso. Da 52.90 a 55.0 limo argilloso debolmente sabbioso con sottili livelli sabbiosi. Da 55.50 a 57.50 argilla limosa debolmente sabbiosa.	2								
42								1.2							
43															9
44															
45															
46															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53															
54															
55															
56															
57															
58															
59				59.0	45.4										
60						Ghiaia in matrice sabbiosa, di colore da marrone chiaro a beige, a tratti cementata, con ciottoli calcarei arrotondati di dimensioni da sub-centimetriche a pluricentriche.									
61															
62															
63															
64															
65															
66															
67															
68				68.0	9.0										
69						Argilla limo-sabbiosa, consistente, di colore grigio, con sottili livelli sabbiosi e con resti di gusci di bivalvi.									
70					70.0	2.0									

Sondaggio attrezzato per prova sismica in foro di tipo down hole.



Committente: Eurnova S.r.l. - Stadio Tor di Valle S.p.A.	Sondaggio: PC-S4
Riferimento: Tor di Valle - Roma	Data: 24-28/07/2015
Coordinate:	Quota: metri s.l.m.
Perforazione: Asta e carotiere - Trivella Beretta T47S	

SCALA 1 :200 **STRATIGRAFIA - PC-S4** Pagina 1/3

Ø mm	metri batt.	R V	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	S.P.T.		Campioni	Prel. % 0 --- 100	Cass.
								S.P.T.	S.P.T.			
1						Terreno vegetale da 0.0 a 0.3 metri dal p.c. e poi terreno di riporto antropico:						
2						0.3- 1.0 metri dal p.c. matrice limo sabbiosa, marrone chiaro, con sporadici ciottoli						
3						1.0-3.0 metri dal p.c. matrice di natura vulcanica, sabbiosa			2-4-3			1
4						debolmente argillosa, di colore marrone, mediamente addensata, con frammenti ceramici centimetrici, inclusi ghiaiosi eterometrici, e frammenti tufacei semilitoidi						
5						3.0-6.0 metri dal p.c. matrice sabbioso-limosa debolmente argillosa e debolmente ghiaiosa, di colore marrone chiaro, poco addensata, con inclusi ceramici a 4.5 metri dal p.c.			4-5-7			2
6						6.0-7.0 metri dal p.c. matrice sabbioso argillosa, con sottili livelli pluricentimetrici argilloso-limosi, di colore grigio-azzurro, poco addensata, con inclusi ghiaiosi, un incluso tufaceo pluricentimetrico a 6.2 metri dal p.c. e sporadici inclusi ceramici						
7						7.0-8.4 metri dal p.c. matrice limo sabbiosa debolmente argillosa, di colore marrone, con livelli decimetrici argilloso limosi di colore nocciola, poco consistente, con sporadici inclusi antropici				1) She < 10.00 10.50		
8						8.4-11.8 metri dal p.c. matrice sabbiosa argillosa, poco addensata, di colore da grigiastro a marrone chiaro						
9						11.8-12.9 metri dal p.c. matrice sabbiosa a tratti limosa debolmente argillosa, di colore grigio, poco addensata, con ciottoli eterometrici appiattiti e inclusi antropici			7-7-8			3
10												
11												
12												
13				12.9	12.9							
14												
15						Sabbia medio-fine, a tratti debolmente argillosa, di colore grigio, mediamente addensata, con resti vegetali lignei e con sottili livelli limoso argillosi da 14.65 a 14.85 metri dal p.c. e da 15.6 a 15.9 metri dal p.c., da 12.9 a 13.0 metri dal p.c. livello sabbioso grossolano	1.4			2) She < 15.00 15.50		
16				16.6	3.7							
17												
18						Argilla limosa torbosa, di colore da grigio azzurro a grigio (con torba abbondante da 18.9 a 20.9, da 29.0 a 33.0, da 34.3 a 34.6, da 38.4 a 38.6, da 39.4 a 40.9, da 43.7 a 45.6, da 46.7 a 47.9 metri dal p.c.), scarsamente consistente, maggiormente consistente, da 23.7 a 25.0 metri dal p.c. livello argilloso limoso debolmente sabbioso	2.1 1.6 1.1 1.2		5-7-7			4
19												
20												
21						da 39.0 a 40.9 metri dal p.c. argilloso sabbioso poco consistente con torba	1.1 0.7 0.8 0.8					
22						da 43.7 a 45.0 metri dal p.c. limo argilloso sabbioso poco consistente con torba	1 1.3					
23						da 46.6 a 47.9 metri dal p.c. limo argilloso sabbioso poco consistente con torba	0.8 1 2.2					5
24						da 55.0 metri dal p.c. aumenta il grado di consistenza e la torba è presente solo in tracce	1.1 1.1 1.1					
25						da 56.2 a 60.1 e da 60.5 a 60.8 metri dal p.c. livelli sabbioso limosi	0.9 0.7			3) She < 25.00 25.50		
26												
27												
28												
29												
30									7-8-8			6
31												
32												
33												
34												
35									8-9-10			
36												
37												
38												
39												
40									9-10-11			8





Committente: Eurnova S.r.l. - Stadio Tor di Valle S.p.A.	Sondaggio: PC-S4
Riferimento: Tor di Valle - Roma	Data: 24-28/07/2015
Coordinate:	Quota: metri s.l.m.
Perforazione: Asta e carotiere - Trivella Beretta T47S	

SCALA 1 :200

## STRATIGRAFIA - PC-S4

Pagina 3/3

Ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	S.P.T.	Campioni	Prel. % 0 --- 100	Cass.
								S.P.T.			
	81					Argilla limo-sabbiosa, di colore grigio, consistente, con livelli sabbiosi di spessore pluridecimetrico (da 70.0 a 76.0 metri dal p.c. alternanza di livelli sabbioso argillosi e argilloso sabbiosi decimetrici)	3.5		5) Rim < 80.80 81.30		17
	82					da 77.9 a 78.4 metri dal p.c. livello sabbioso fine argilloso	3.6				
	83					da 80.8 a 81.3 metri dal p.c. livello sabbioso fine argilloso	4				
	84						3				
	85			85.0	16.3		3.4		7) She < 84.50 85.00		
							4.2				

Sondaggio attrezzato con estensimetro ad anelli magnetici



Committente: Eurnova S.r.l. - Stadio Tor di Valle S.p.A.	Sondaggio: PS-S1
Riferimento: Tor di Valle - Roma	Data: 31/08-04/09/2015
Coordinate:	Quota: 7,47 metri s.l.m.
Perforazione: Asta e carotiere - Trivella Beretta T47S	

SCALA 1 :200 **STRATIGRAFIA - PS-S1** Pagina 1/3

Ø mm	metri batt.	R V	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	S.P.T.		Campioni	A r s	Pz	Prel. % 0 --- 100	Cass.
								S.P.T.	S.P.T.					
1						Terreno vegetale argilloso sabbioso, di colore nocciola, con resti vegetali fino a 0,30 metri dal p.c., poi terreno di riporto antropico limoso argilloso, di colore marrone, mediamente consistente, con scarsi ciottoli centimetrici e resti vegetali fino a 1.0 metri dal p.c. e con scorie rossastre e violacee.								
2				1.8	1.8			2.3						
3								2.2	2-3-4					1
4						Deposito colluviale limoso debolmente sabbioso, di colore nocciola, mediamente consistente, con resti vegetali.		2.3						
5				4.9	3.1			2.6						
6						Argilla sabbiosa, di colore nocciola, poco consistente, con tracce di ossidazione.		2.2						
7								1	2-2-3					
8				7.8	2.9			1.1						2
9						Argilla limosa, poco consistente, di colore grigio, con torba in tracce e livelli sabbiosi		1						
10						da 8.45 a 9.3 metri dal p.c.		1.2						
11						da 9.45 a 10.9 metri dal p.c.		0.9		1) She < 10.00				
12						da 12.9 a 13.1 metri dal p.c.		0.9		10.50				
13						da 14.9 a 15.1 metri dal p.c.		0.5	6-7-7					3
14								0.9						
15								0.7						
16				15.9	8.1			0.9						
17						Sabbia medio-fine limosa debolmente argillosa, di colore da grigio a grigio scuro, poco addensata, con resti vegetali lignei.		0.8						
18						Da 18.0 a 28.4 metri dal p.c. sabbia da media a grossolana debolmente ghiaiosa, poco addensata, con clasti eterogenei prevalentemente subcentimetrici e resti di gusci di bivalvi.		0.7						
19						Da 28.4 a 29.7 metri dal p.c. limo argilloso-sabbioso, poco consistente, con resti vegetali lignei.		0.9						
20						Da 35.6 a 36.0 metri dal p.c. argilla sabbiosa.		0.9						
21								1		2) She < 16.00				4
22								0.9		16.50				
23								0.7						
24								0.9						
25								0.8						
26								0.7						
27								1		1) Rim < 20.50				5
28								0.9		21.00				
29								0.9						
30								0.8						
31								0.5						
32								0.8						
33								0.8						
34								0.8						
35								0.8						
36								0.8						
37								0.8						
38								0.8						
39				38.7	22.8	Argilla limosa, di colore grigio, mediamente consistente, con livelli limoso-argillosi pluridecimetrici poco consistenti e livelli sabbioso-limosi pluricentimetrici.		0.8						
40								1.9		3) She < 27.00				6
								2.5		27.50				
								2.0						
								1.9						
								2.5		2) Rim < 31.50				7
								2.0		32.00				
								1.9						
								2.5						
								2.0						
								1.9		4) She < 39.50				8
								2.5		40.00				





Committente: Eurnova S.r.l. - Stadio Tor di Valle S.p.A.	Sondaggio: PS-S1
Riferimento: Tor di Valle - Roma	Data: 31/08-04/09/2015
Coordinate:	Quota: 7,47 metri s.l.m.
Perforazione: Asta e carotiere - Trivella Beretta T47S	

SCALA 1 :200

## STRATIGRAFIA - PS-S1

Pagina 3/3

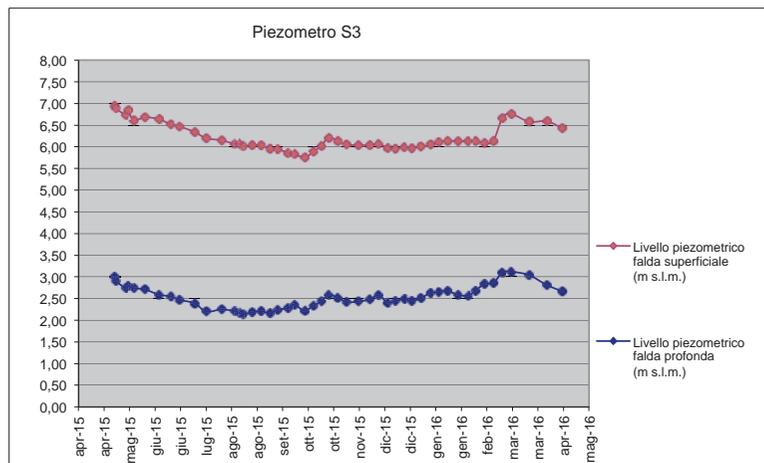
Ø mm	metri batt.	R v	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	S.P.T.	Campioni	A r s	Pz	Prel. % 0 --- 100	Cass.
								S.P.T.					
81						Argilla limo-sabbiosa, di colore grigio, consistente, con resti di gusci di microrganismi e livelli sabbioso fine argillosi	2,2		7) She < 82.00 82.50				17
82					da 70.5 a 70.8 metri dal p.c.	1,8							
					da 73.0 a 73.3 metri dal p.c.	2,2							
83					da 75.1 a 75.3 metri dal p.c.	2,5							
84					da 77.0 a 78 metri dal p.c.	2,4							
						2,4							
85				85.0	15.2		2,6						

Sondaggio attrezzato con Piezometro Casagrande.

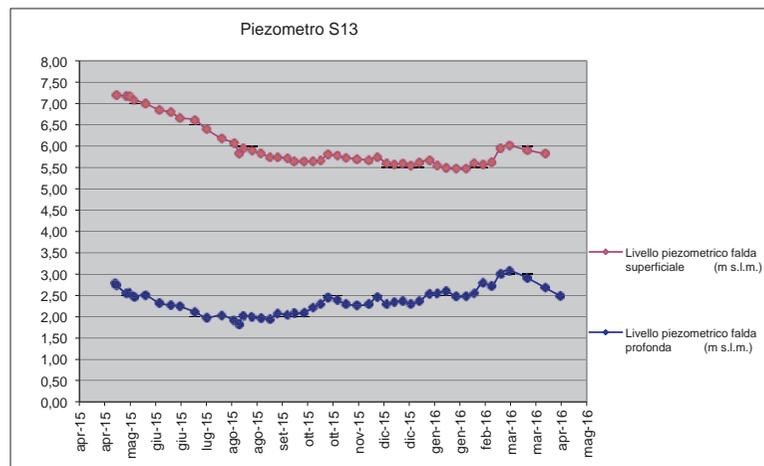
**COMMITTENTI:** STADIO TdV S.p.A. - EURNOVA S.r.l.  
**LOCALITA':** TOR DI VALLE - ROMA  
**GRAFICI DEI LIVELLI PIEZOMETRICI**



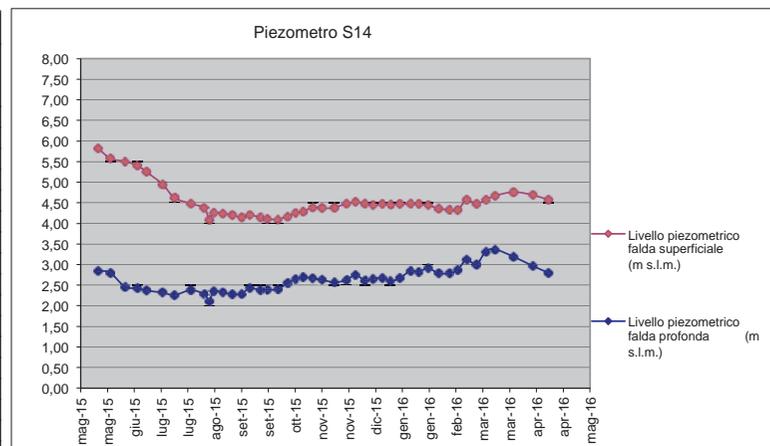
<b>S3 - Norton (quota piano campagna 10,29 m s.l.m.)</b>				
DATA	Livello piezometrico falda profonda (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda profonda (m dal p.c.)	Livello piezometrico falda superficiale (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda superficiale (m dal p.c.)
04/05/15	3,00	7,29	6,95	3,34
05/05/15	2,91	7,38	6,89	3,40
13/05/15	2,74	7,55	6,74	3,55
15/05/15	2,79	7,50	6,84	3,45
19/05/15	2,74	7,55	6,61	3,68
28/05/15	2,71	7,58	6,68	3,61
08/06/15	2,59	7,70	6,64	3,65
17/06/15	2,55	7,74	6,52	3,77
24/06/15	2,47	7,82	6,47	3,82
06/07/15	2,39	7,90	6,34	3,95
15/07/15	2,20	8,09	6,20	4,09
27/07/15	2,25	8,04	6,15	4,14
06/08/15	2,21	8,08	6,07	4,22
10/08/15	2,17	8,12	6,07	4,22
13/08/15	2,14	8,15	6,02	4,27
20/08/15	2,18	8,11	6,04	4,25
27/08/15	2,21	8,08	6,03	4,26
03/09/15	2,16	8,13	5,96	4,33
09/09/15	2,24	8,05	5,95	4,34
17/09/15	2,28	8,01	5,86	4,43
22/09/15	2,36	7,93	5,84	4,45
30/09/15	2,22	8,07	5,75	4,54
07/10/15	2,34	7,95	5,89	4,40
13/10/15	2,43	7,86	6,02	4,27
19/10/15	2,59	7,70	6,21	4,08
26/10/15	2,52	7,77	6,14	4,15
02/11/15	2,42	7,87	6,05	4,24
11/11/15	2,43	7,86	6,04	4,25
20/11/15	2,48	7,81	6,04	4,25
27/11/15	2,58	7,71	6,07	4,22
04/12/15	2,41	7,88	5,98	4,31
10/12/15	2,44	7,85	5,96	4,33
17/12/15	2,49	7,80	5,99	4,30
23/12/15	2,44	7,85	5,97	4,32
30/12/15	2,51	7,78	6,00	4,29
07/01/16	2,63	7,66	6,05	4,24
13/01/16	2,65	7,64	6,11	4,18
20/01/16	2,68	7,61	6,14	4,15
28/01/16	2,59	7,70	6,13	4,16
05/02/16	2,57	7,72	6,13	4,16
11/02/16	2,68	7,61	6,14	4,15
18/02/16	2,84	7,45	6,09	4,20
25/02/16	2,86	7,43	6,14	4,15
03/03/16	3,10	7,19	6,66	3,63
10/03/16	3,12	7,17	6,76	3,53
24/03/16	3,04	7,25	6,58	3,71
07/04/16	2,81	7,48	6,59	3,70
19/04/16	2,67	7,62	6,43	3,86



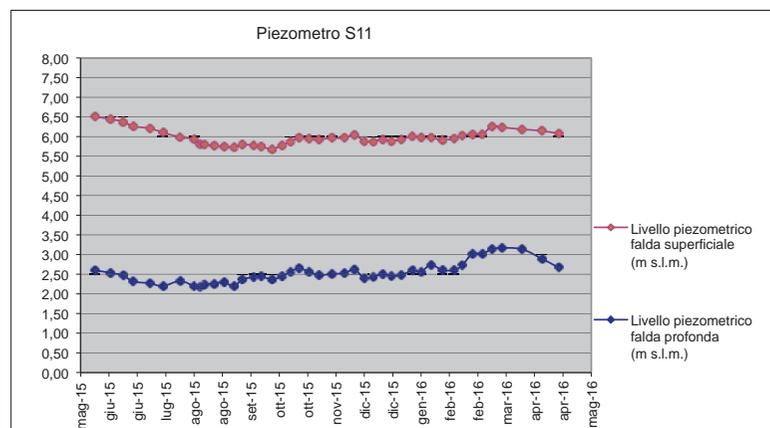
S13 - Norton (quota piano campagna 9,05 m s.l.m.)				
DATA	Livello piezometrico falda profonda (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda profonda (m dal p.c.)	Livello piezometrico falda superficiale (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda superficiale (m dal p.c.)
04/05/15	2,78	6,27		
05/05/15	2,73	6,32	7,20	1,85
13/05/15	2,55	6,50	7,18	1,87
15/05/15	2,57	6,48	7,17	1,88
19/05/15	2,47	6,58	7,09	1,96
28/05/15	2,50	6,55	7,00	2,05
08/06/15	2,32	6,73	6,85	2,20
17/06/15	2,27	6,78	6,80	2,25
24/06/15	2,24	6,81	6,67	2,38
06/07/15	2,11	6,94	6,61	2,44
15/07/15	1,98	7,07	6,40	2,65
27/07/15	2,03	7,02	6,18	2,87
06/08/15	1,91	7,14	6,07	2,98
10/08/15	1,82	7,23	5,82	3,23
13/08/15	2,02	7,03	5,95	3,10
20/08/15	2,00	7,05	5,89	3,16
27/08/15	1,97	7,08	5,83	3,22
03/09/15	1,95	7,10	5,74	3,31
09/09/15	2,07	6,98	5,74	3,31
17/09/15	2,05	7,00	5,72	3,33
22/09/15	2,08	6,97	5,65	3,40
30/09/15	2,09	6,96	5,64	3,41
07/10/15	2,21	6,84	5,65	3,4
13/10/15	2,30	6,75	5,67	3,38
19/10/15	2,45	6,60	5,80	3,25
26/10/15	2,39	6,66	5,77	3,28
02/11/15	2,30	6,75	5,73	3,32
11/11/15	2,26	6,79	5,70	3,35
20/11/15	2,30	6,75	5,68	3,37
27/11/15	2,46	6,59	5,74	3,31
04/12/15	2,30	6,75	5,60	3,45
10/12/15	2,34	6,71	5,57	3,48
17/12/15	2,37	6,68	5,59	3,46
23/12/15	2,30	6,75	5,54	3,51
30/12/15	2,37	6,68	5,62	3,43
07/01/16	2,54	6,51	5,67	3,38
13/01/16	2,55	6,50	5,55	3,50
20/01/16	2,60	6,45	5,49	3,56
28/01/16	2,48	6,57	5,47	3,58
05/02/16	2,48	6,57	5,47	3,58
11/02/16	2,55	6,50	5,61	3,44
18/02/16	2,80	6,25	5,57	3,48
25/02/16	2,72	6,33	5,63	3,42
03/03/16	3,01	6,04	5,95	3,10
10/03/16	3,08	5,97	6,01	3,04
24/03/16	2,91	6,14	5,91	3,14
07/04/16	2,68	6,37	5,82	3,23
19/04/16	2,49	6,56	5,74	3,31



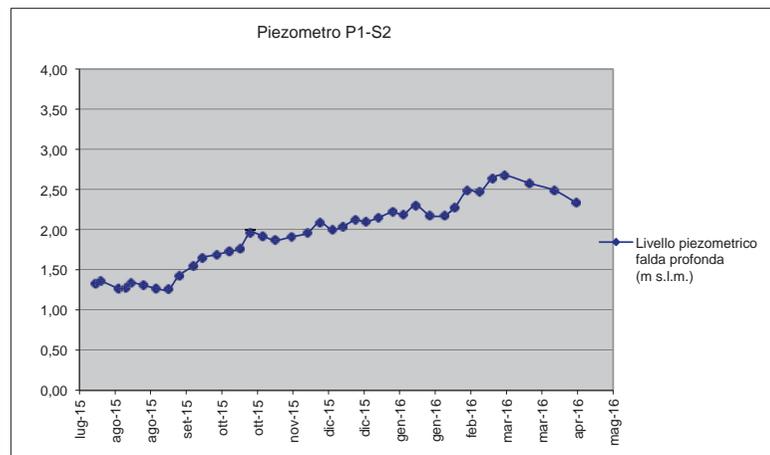
<b>S14 - Norton (quota piano campagna 10,06 m s.l.m.)</b>				
DATA	Livello piezometrico falda profonda (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda profonda (m dal p.c.)	Livello piezometrico falda superficiale (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda superficiale (m dal p.c.)
19/05/15	2,85	7,21	5,82	4,24
28/05/15	2,80	7,26	5,58	4,48
08/06/15	2,46	7,60	5,50	4,56
17/06/15	2,43	7,63	5,41	4,65
24/06/15	2,37	7,69	5,25	4,81
06/07/15	2,32	7,74	4,95	5,11
15/07/15	2,26	7,80	4,62	5,44
27/07/15	2,38	7,68	4,48	5,58
06/08/15	2,28	7,78	4,37	5,69
10/08/15	2,11	7,95	4,09	5,97
13/08/15	2,35	7,71	4,26	5,80
20/08/15	2,32	7,74	4,24	5,82
27/08/15	2,28	7,78	4,20	5,86
03/09/15	2,29	7,77	4,15	5,91
09/09/15	2,43	7,63	4,20	5,86
17/09/15	2,38	7,68	4,15	5,91
22/09/15	2,39	7,67	4,11	5,95
30/09/15	2,4	7,66	4,10	5,96
07/10/15	2,55	7,51	4,17	5,89
13/10/15	2,64	7,42	4,25	5,81
19/10/15	2,70	7,36	4,29	5,77
26/10/15	2,66	7,40	4,39	5,67
02/11/15	2,63	7,43	4,37	5,69
11/11/15	2,57	7,49	4,38	5,68
20/11/15	2,62	7,44	4,48	5,58
27/11/15	2,75	7,31	4,52	5,54
04/12/15	2,61	7,45	4,48	5,58
10/12/15	2,65	7,41	4,44	5,62
17/12/15	2,68	7,38	4,47	5,59
23/12/15	2,60	7,46	4,46	5,60
30/12/15	2,67	7,39	4,47	5,59
07/01/16	2,85	7,21	4,48	5,58
13/01/16	2,82	7,24	4,47	5,59
20/01/16	2,91	7,15	4,44	5,62
28/01/16	2,79	7,27	4,36	5,70
05/02/16	2,79	7,27	4,33	5,73
11/02/16	2,87	7,19	4,32	5,74
18/02/16	3,12	6,94	4,57	5,49
25/02/16	3,00	7,06	4,47	5,59
03/03/16	3,31	6,75	4,57	5,49
10/03/16	3,37	6,69	4,67	5,39
24/03/16	3,19	6,87	4,76	5,30
07/04/16	2,97	7,09	4,69	5,37
19/04/16	2,80	7,26	4,57	5,49



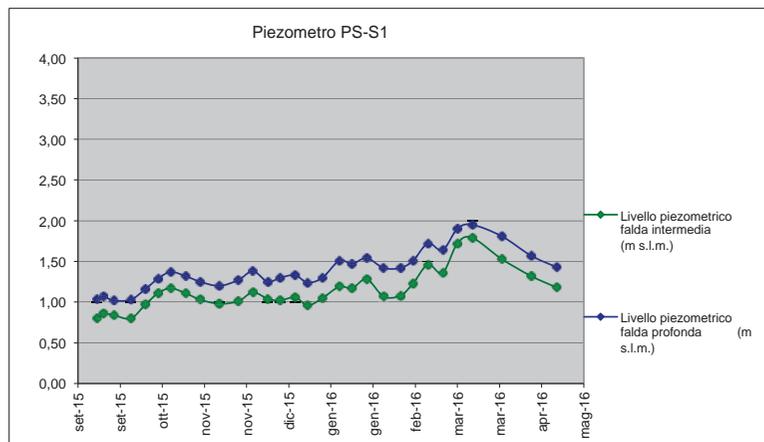
S11 - Norton (quota piano campagna 9,00 m s.l.m.)				
DATA	Livello piezometrico falda profonda (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda profonda (m dal p.c.)	Livello piezometrico falda superficiale (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda superficiale (m dal p.c.)
28/05/15	2,60	6,40	6,51	2,49
08/06/15	2,54	6,46	6,45	2,55
17/06/15	2,47	6,53	6,38	2,62
24/06/15	2,32	6,68	6,27	2,73
06/07/15	2,27	6,73	6,21	2,79
15/07/15	2,20	6,80	6,11	2,89
27/07/15	2,33	6,67	5,99	3,01
06/08/15	2,20	6,80	5,94	3,06
10/08/15	2,18	6,82	5,81	3,19
13/08/15	2,24	6,76	5,80	3,20
20/08/15	2,26	6,74	5,77	3,23
27/08/15	2,30	6,70	5,75	3,25
03/09/15	2,20	6,80	5,74	3,26
09/09/15	2,37	6,63	5,80	3,20
17/09/15	2,43	6,57	5,78	3,22
22/09/15	2,45	6,55	5,75	3,25
30/09/15	2,37	6,63	5,69	3,31
07/10/15	2,45	6,55	5,78	3,22
13/10/15	2,57	6,43	5,88	3,12
19/10/15	2,65	6,35	5,97	3,03
26/10/15	2,57	6,43	5,95	3,05
02/11/15	2,48	6,52	5,93	3,07
11/11/15	2,51	6,49	5,97	3,03
20/11/15	2,53	6,47	5,97	3,03
27/11/15	2,62	6,38	6,05	2,95
04/12/15	2,40	6,60	5,89	3,11
10/12/15	2,44	6,56	5,88	3,12
17/12/15	2,50	6,50	5,93	3,07
23/12/15	2,46	6,54	5,89	3,11
30/12/15	2,48	6,52	5,93	3,07
07/01/16	2,60	6,40	6,01	2,99
13/01/16	2,57	6,43	5,98	3,02
20/01/16	2,74	6,26	5,97	3,03
28/01/16	2,61	6,39	5,92	3,08
05/02/16	2,61	6,39	5,95	3,05
11/02/16	2,73	6,27	6,03	2,97
18/02/16	3,02	5,98	6,06	2,94
25/02/16	3,02	5,98	6,07	2,93
03/03/16	3,14	5,86	6,26	2,74
10/03/16	3,17	5,83	6,24	2,76
24/03/16	3,14	5,86	6,19	2,81
07/04/16	2,90	6,10	6,15	2,85
19/04/16	2,67	6,33	6,08	2,92



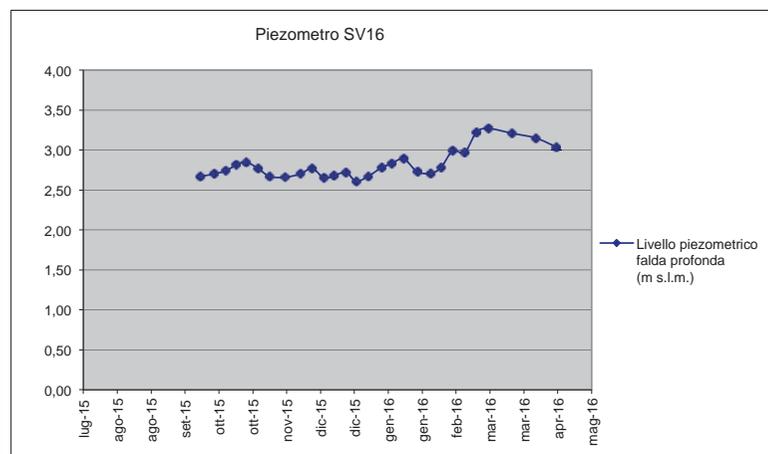
P1-S2 - Casagrande (quota piano campagna 8,26 m s.l.m.)			
DATA	Livello piezometrico falda profonda (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda profonda (m dal p.c.)	
24/07/15	1,33	6,93	
27/07/15	1,36	6,90	
06/08/15	1,27	6,99	
10/08/15	1,28	6,98	
13/08/15	1,34	6,92	
20/08/15	1,31	6,95	
27/08/15	1,27	6,99	
03/09/15	1,26	7,00	
09/09/15	1,43	6,83	
17/09/15	1,55	6,71	
22/09/15	1,65	6,61	
30/09/15	1,69	6,57	
07/10/15	1,73	6,53	
13/10/15	1,77	6,49	
19/10/15	1,96	6,30	
26/10/15	1,92	6,34	
02/11/15	1,87	6,39	
11/11/15	1,91	6,35	
20/11/15	1,96	6,30	
27/11/15	2,09	6,17	
04/12/15	2,00	6,26	
10/12/15	2,04	6,22	
17/12/15	2,12	6,14	
23/12/15	2,10	6,16	
30/12/15	2,15	6,11	
07/01/16	2,22	6,04	
13/01/16	2,19	6,07	
20/01/16	2,30	5,96	
28/01/16	2,18	6,08	
05/02/16	2,18	6,08	
11/02/16	2,28	5,98	
18/02/16	2,49	5,77	
25/02/16	2,47	5,79	
03/03/16	2,64	5,62	
10/03/16	2,68	5,58	
24/03/16	2,58	5,68	
07/04/16	2,49	5,77	
19/04/16	2,34	5,92	



PS-S1 - doppia cella di Casagrande (quota piano campagna 7,47 m s.l.m.)				
DATA	Livello piezometrico falda profonda (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda profonda (m dal p.c.)	Livello piezometrico falda intermedia (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda intermedia (m dal p.c.)
14/09/15	1,04	6,43	0,80	6,67
17/09/15	1,07	6,40	0,86	6,61
22/09/15	1,02	6,45	0,84	6,63
30/09/15	1,03	6,44	0,80	6,67
07/10/15	1,16	6,31	0,97	6,5
13/10/15	1,29	6,18	1,11	6,36
19/10/15	1,37	6,10	1,17	6,30
26/10/15	1,32	6,15	1,11	6,36
02/11/15	1,25	6,22	1,03	6,44
11/11/15	1,20	6,27	0,98	6,49
20/11/15	1,27	6,20	1,01	6,46
27/11/15	1,38	6,09	1,12	6,35
04/12/15	1,25	6,22	1,04	6,43
10/12/15	1,30	6,17	1,02	6,45
17/12/15	1,33	6,14	1,06	6,41
23/12/15	1,24	6,23	0,96	6,51
30/12/15	1,30	6,17	1,05	6,42
07/01/16	1,51	5,96	1,19	6,28
13/01/16	1,47	6,00	1,17	6,30
20/01/16	1,54	5,93	1,28	6,19
28/01/16	1,42	6,05	1,07	6,40
05/02/16	1,42	6,05	1,08	6,39
11/02/16	1,51	5,96	1,23	6,24
18/02/16	1,72	5,75	1,46	6,01
25/02/16	1,64	5,83	1,36	6,11
03/03/16	1,90	5,57	1,72	5,75
10/03/16	1,95	5,52	1,79	5,68
24/03/16	1,81	5,66	1,53	5,94
07/04/16	1,57	5,90	1,32	6,15
19/04/16	1,43	6,04	1,18	6,29

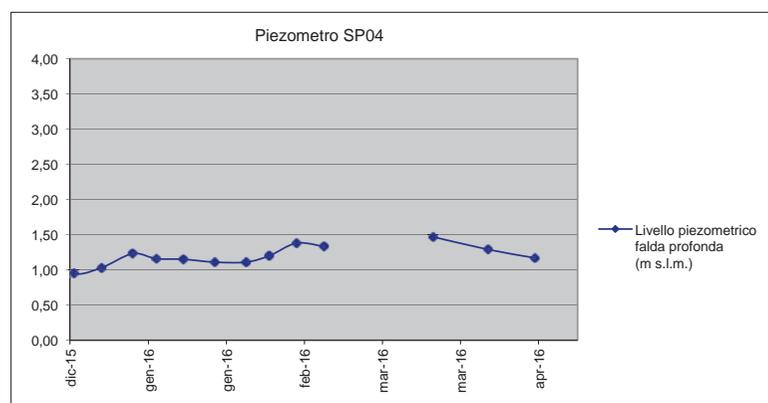


SV16 - Casagrande (quota piano campagna 10,5 m s.l.m.)			
DATA	Livello piezometrico falda profonda (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda profonda (m dal p.c.)	
22/09/15	2,67	7,83	
30/09/15	2,70	7,80	
07/10/15	2,74	7,76	
13/10/15	2,81	7,69	
19/10/15	2,85	7,65	
26/10/15	2,77	7,73	
02/11/15	2,67	7,83	
11/11/15	2,66	7,84	
20/11/15	2,70	7,80	
27/11/15	2,77	7,73	
04/12/15	2,65	7,85	
10/12/15	2,68	7,82	
17/12/15	2,72	7,78	
23/12/15	2,61	7,89	
30/12/15	2,67	7,83	
07/01/16	2,78	7,72	
13/01/16	2,83	7,67	
20/01/16	2,89	7,61	
28/01/16	2,73	7,77	
05/02/16	2,71	7,79	
11/02/16	2,78	7,72	
18/02/16	2,99	7,51	
25/02/16	2,97	7,53	
03/03/16	3,22	7,28	
10/03/16	3,27	7,23	
24/03/16	3,21	7,29	
07/04/16	3,15	7,35	
19/04/16	3,04	7,46	

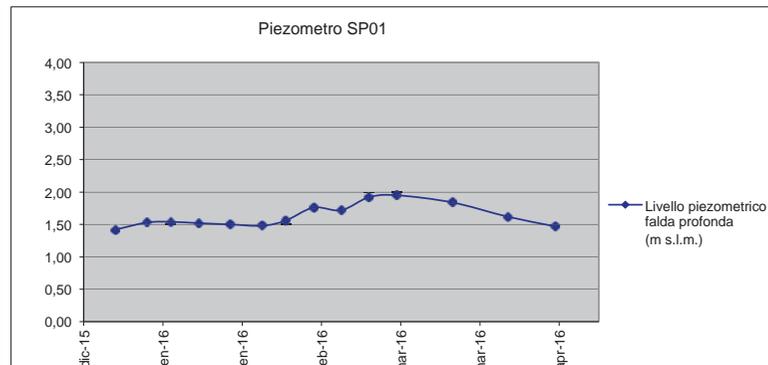




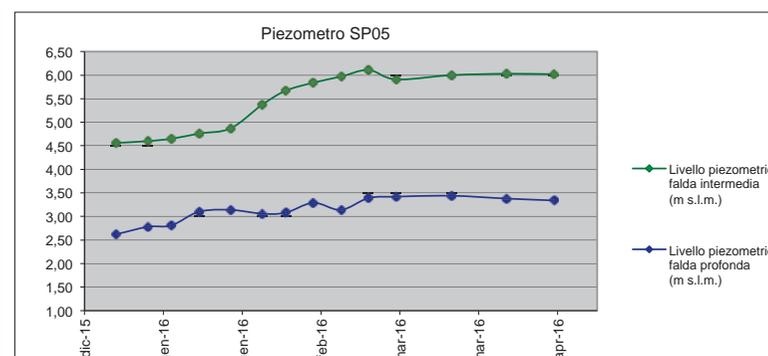
SP04 - Casagrande (quota piano campagna 8,87 m s.l.m.)				
DATA	Livello piezometrico falda profonda (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda profonda (m dal p.c.)		
17/12/15	1,22	7,65		
23/12/15	0,95	7,92		
30/12/15	1,03	7,84		
07/01/16	1,23	7,64		
13/01/16	1,16	7,71		
20/01/16	1,15	7,72		
28/01/16	1,11	7,76		
05/02/16	1,11	7,76		
11/02/16	1,20	7,67		
18/02/16	1,38	7,49		
25/02/16	1,33	7,54		
03/03/16				
10/03/16				
24/03/16	1,47	7,40		
07/04/16	1,29	7,58		
19/04/16	1,17	7,70		



SP01 - Casagrande (quota piano campagna 10,20 m s.l.m.)				
DATA	Livello piezometrico falda profonda (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda profonda (m dal p.c.)		
30/12/15	1,42	8,78		
07/01/16	1,53	8,67		
13/01/16	1,54	8,66		
20/01/16	1,52	8,68		
28/01/16	1,50	8,70		
05/02/16	1,48	8,72		
11/02/16	1,56	8,64		
18/02/16	1,76	8,44		
25/02/16	1,72	8,48		
03/03/16	1,92	8,28		
10/03/16	1,95	8,25		
24/03/16	1,84	8,36		
07/04/16	1,62	8,58		
19/04/16	1,47	8,73		



SP05 - doppia cella di Casagrande (quota piano campagna 9,30 m s.l.m.)				
DATA	Livello piezometrico falda profonda (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda profonda (m dal p.c.)	Livello piezometrico falda intermedia (m s.l.m.)	Livello piezometrico falda intermedia (m dal p.c.)
30/12/15	2,62	6,68	4,56	4,74
07/01/16	2,78	6,52	4,60	4,70
13/01/16	2,81	6,49	4,65	4,65
20/01/16	3,10	6,20	4,76	4,54
28/01/16	3,14	6,16	4,87	4,43
05/02/16	3,06	6,24	5,37	3,93
11/02/16	3,08	6,22	5,67	3,63
18/02/16	3,29	6,01	5,84	3,46
25/02/16	3,14	6,16	5,97	3,33
03/03/16	3,39	5,91	6,11	3,19
10/03/16	3,42	5,88	5,91	3,39
24/03/16	3,44	5,86	6,00	3,30
07/04/16	3,38	5,92	6,03	3,27
19/04/16	3,34	5,96	6,02	3,28



COMMITTENTI: STADIO TdV S.p.A. - EURNOVA S.r.l.

LOCALITA': TOR DI VALLE - ROMA



ESECUZIONE PROVE S.P.T. IN FORO - CAMPAGNA GEOGNOSTICA LUGLIO-DICEMBRE 2015

Sondaggio	Profondità	N. Colpi			N <sub>SPT</sub>
SV1	3,00	4	8	13	21
SV1	25,00	9	11	13	24
SV3	6,00	1	2	4	6
SV3	20,00	6	10	16	26
SV4	12,00	6	7	6	13
SV4	18,00	6	7	7	14
SV5	2,80	3	5	8	13
SV5	18,00	5	6	6	12
SV6	5,00	2	5	8	13
SV6	15,00	6	7	7	14
SV6	25,00	8	8	10	18
SV6	35,00	9	10	10	20
SV7	3,50	3	7	8	15
SV7	16,00	4	5	5	10
SV7	22,00	5	5	6	11
SV7	37,00	10	15	17	32
SV8	6,00	1	6	8	14
SV8	15,00	2	3	3	6
SV9	8,00	5	6	8	14
SV9	25,00	9	9	10	19
SV10	4,00	4	12	16	28
SV10	15,00	6	8	12	20
SV13c	4,50	2	3	3	6
SV13c	10,00	4	5	5	10
SV13c	17,50	10	12	16	28
SV13c	20,00	8	8	10	18
SV13c	26,00	5	7	9	16
SV13c	33,00	6	8	10	18
SV13c	36,00	8	8	12	20
SV14c	3,00	3	5	6	11
SV14c	5,00	4	6	8	14
SV14c	12,00	3	4	4	8
SV14c	18,50	6	8	8	16
SV14c	22,00	8	10	11	21
SV14c	30,00	9	11	13	24
SV14c	35,00	7	13	14	27
SV16	1,50	3	3	4	7
SV16	5,00	4	5	5	10
SV16	11,00	1	6	7	13
SV16	18,00	2	7	8	15
SV16	26,00	6	8	10	18
SV16	34,00	13	15	18	33
SV16	39,00	18	22	25	47
P1-S1	8,00	2	5	7	12
P1-S1	12,00	3	4	5	9
P1-S1	15,00	4	5	6	11
P1-S1	18,50	6	6	6	12
P1-S1	25,00	7	7	8	15
P1-S1	35,00	8	10	12	22
P1-S1	40,00	10	11	14	25
P1-S2	2,50	2	7	8	15
P1-S2	9,00	1	3	4	7
P1-S2	15,00	5	8	8	16
P1-S2	18,00	9	10	12	22
P1-S2	21,00	9	10	13	23
P1-S2	28,00	11	15	19	34
P1-S2	36,00	11	16	21	37
P2-S1	7,00	3	4	6	10
P2-S1	10,00	3	6	8	14
P2-S1	14,00	3	9	10	19
P2-S1	19,50	4	8	12	20
P2-S1	25,00	7	8	8	16
P2-S1	30,00	10	12	15	27
P2-S1	35,00	10	13	16	29

Sondaggio	Profondità	N. Colpi			N <sub>SPT</sub>
T2-S1c	6,00	1	2	3	5
T2-S1c	12,00	3	4	4	8
T2-S1c	18,00	4	6	6	12
T2-S1c	24,00	4	6	7	13
T2-S1c	30,00	9	10	10	20
T2-S1c	33,00	7	10	11	21
T2-S1c	36,00	7	10	13	23
T2-S1c	39,00	8	10	14	24
T2-S1c	42,00	8	10	15	25
T2-S1c	45,00	7	8	8	16
T2-S1c	48,00	9	11	15	26
T2-S1c	51,00	9	13	14	27
T2-S1c	54,00	10	12	16	28
T2-S1c	57,00	10	13	17	30
T2-S1c	60,00	27	33	45	78
T2-S1c	63,00	33	44	R	R
PC-S1	3,00	4	5	6	11
PC-S1	8,30	2	2	2	4
PC-S1	11,00	3	5	8	13
PC-S1	18,00	6	10	17	27
PC-S1	28,00	6	12	16	28
PC-S1	31,00	5	9	14	23
PC-S1	38,00	3	7	7	14
PC-S2c	2,00	2	3	3	6
PC-S2c	5,00	3	3	3	6
PC-S2c	12,00	3	4	4	8
PC-S2c	19,60	6	7	9	16
PC-S2c	23,00	7	10	10	20
PC-S2c	32,00	5	5	5	10
PC-S2c	36,00	6	6	7	13
PC-S4	3,00	2	4	3	7
PC-S4	7,00	4	5	7	12
PC-S4	13,00	7	7	8	15
PC-S4	18,00	5	7	7	14
PC-S4	30,00	7	8	8	16
PC-S4	35,00	8	9	10	19
PC-S4	40,00	9	10	11	21
PC-S6c	2,00	2	3	3	6
PC-S6c	6,00	3	3	5	8
PC-S6c	12,00	4	6	9	15
PC-S6c	19,00	7	8	10	18
PC-S6c	28,00	5	9	9	18
PC-S6c	34,00	4	7	12	19
PC-S6c	38,00	7	10	13	23
PR-S1	2,00	4	8	12	20
PR-S1	15,00	4	6	6	12
PR-S2	5,00	2	6	8	14
PR-S2	12,00	3	5	6	11
SP01	2,50	3	3	2	5
SP01	8,00	4	6	7	13
SP01	15,00	3	4	4	8
SP01	19,00	3	5	6	11
SP01	25,00	4	6	7	13
SP01	28,00	5	5	7	12
SP01	37,00	8	10	13	23
SP02	4,00	7	10	14	24
SP02	11,00	2	2	3	5
SP02	14,00	4	5	6	11
SP02	20,00	5	7	7	14
SP02	23,00	6	7	8	15
SP02	33,00	5	6	8	14
SP02	40,00	6	8	10	18

Sondaggio	Profondità	N. Colpi			N <sub>SPT</sub>
S-C2	2,00	2	3	4	7
S-C2	5,50	6	8	8	16
S-C2	8,00	7	8	8	16
S-C2	11,00	7	8	9	17
S-C2	14,00	8	10	10	20
S-C2	17,00	9	9	11	20
S-C2	20,50	8	10	12	22
S-C2	23,00	9	11	11	22
S-C2	26,00	10	11	11	22
S-C2	29,50	10	11	12	23
S-C2	33,00	10	12	14	26
S-C2	36,00	12	14	16	30
S-C2	40,50	13	15	17	32
S-C2	43,50	15	16	18	34
S-C2	46,50	15	18	19	37
S-C2	49,50	17	18	20	38
S-C5	3,00	7	8	9	17
S-C5	6,00	8	8	9	17
S-C5	9,00	9	9	10	19
S-C5	12,50	9	10	10	20
S-C5	15,00	10	10	11	21
S-C5	18,00	10	11	11	22
S-C5	21,00	10	12	14	26
S-C5	24,00	11	12	15	27
S-C5	28,00	11	12	16	28
S-C5	31,00	11	14	17	31
S-C5	34,50	12	15	18	33
S-C5	37,00	13	17	18	35
S-C5	40,00	15	17	19	36
S-C5	42,50	15	18	20	38
S-C5	45,00	16	17	22	39
S-C5	48,00	10	12	12	24
PS-S1	3,00	2	3	4	7
PS-S1	6,00	2	2	3	5
PS-S1	12,00	6	7	7	14
PS-S1	19,50	13	15	22	37
PS-S1	24,00	15	16	22	38
PS-S1	33,00	12	14	19	33
PS-S1	37,00	14	16	20	36
PS-S4	3,00	4	4	7	11
PS-S4	6,00	3	5	6	11
PS-S4	12,50	4	7	7	14
PS-S4	19,00	4	6	7	13
PS-S4	22,00	5	8	10	18
PS-S4	30,00	3	5	7	12
PS-S4	35,00	6	8	11	19
SP03	3,00	6	10	16	26
SP03	9,20	1	2	2	4
SP03	15,00	7	7	8	15
SP03	18,00	8	9	9	18
SP03	27,00	3	3	4	7
SP03	30,00	3	5	5	10
SP03	38,00	4	5	7	12
SP04	3,00	4	5	7	12
SP04	8,00	3	5	6	11
SP04	15,00	4	6	8	14
SP04	18,00	6	8	11	19
SP04	25,00	7	10	11	21
SP04	29,00	9	10	12	22
SP04	38,00	9	9	10	19
SP05	3,00	6	7	7	14
SP05	5,50	5	6	8	14
SP05	12,00	4	6	6	12
SP05	19,50	7	9	11	20
SP05	27,00	8	10	13	23
SP05	31,00	6	8	10	18
SP05	40,00	11	14	16	30

COMMITTENTI: STADIO TdV S.p.A. - EURNOVA S.r.l.

LOCALITA': TOR DI VALLE - ROMA



ESECUZIONE PROVE S.P.T. IN FORO - CAMPAGNA GEOGNOSTICA APRILE-MAGGIO 2015

Sondaggio	Profondità	N. Colpi			N <sub>SPT</sub>
S1	3,00	3	5	9	14
S1	6,00	2	2	3	5
S1	10,00	2	5	8	13
S1	13,00	4	4	6	10
S1	18,00	4	4	6	10
S1	21,00	2	7	7	14
S1	27,00	3	6	10	16
S1	30,00	9	10	12	22
S1	33,00	15	15	17	32
S1	36,00	9	15	20	35
S1	39,00	9	9	15	24
S2	1,00	1	2	2	4
S2	3,00	2	4	8	12
S2	6,00	3	3	7	10
S2	9,00	2	6	7	13
S2	12,00	3	6	8	14
S2	15,00	4	5	7	12
S2	19,00	3	5	6	11
S2	22,00	2	6	9	15
S2	25,00	3	7	9	16
S2	30,50	8	9	12	21
S2	33,50	10	14	18	32
S2	36,50	7	15	18	33
S2	39,50	8	10	19	29
S3	2,00	2	4	9	13
S3	9,00	1	4	6	10
S3	12,00	11	18	22	40
S3	18,00	8	10	12	22
S3	21,00	4	9	11	20
S3	24,00	6	8	10	18
S3	27,00	6	8	12	20
S3	30,00	7	12	16	28
S3	34,00	6	14	17	31
S3	38,00	7	13	20	33
S4	1,00	4	5	7	12
S4	4,00	10	13	15	28
S4	7,00	7	8	9	17
S4	10,00	5	9	12	21
S4	13,00	7	9	13	22
S4	16,00	7	7	10	17
S4	19,00	6	8	9	17
S4	22,00	5	7	9	16
S4	25,00	6	8	9	17
S4	28,00	5	8	8	16
S4	31,00	7	9	10	19
S4	34,00	9	9	11	20
S4	37,00	9	12	12	24
S5	3,00	5	8	10	18
S5	6,00	4	4	7	11
S5	9,50	8	8	12	20
S5	12,00	6	6	8	14
S5	15,00	7	9	10	19
S5	19,00	6	7	7	14
S5	22,00	8	8	9	17
S5	25,00	9	9	11	20
S5	28,00	9	10	11	21
S5	31,00	10	10	12	22
S5	34,00	10	11	13	24
S5	37,00	11	11	13	24
S5	40,00	10	12	15	27

Sondaggio	Profondità	N. Colpi			N <sub>SPT</sub>
S6	5,00	4	7	10	17
S6	8,00	9	10	12	22
S6	15,00	5	7	9	16
S6	17,00	5	7	9	16
S6	20,50	6	6	6	12
S6	24,00	8	10	13	23
S6	27,00	9	9	15	24
S6	30,50	8	11	12	23
S6	33,00	9	10	14	24
S6	36,00	9	16	21	37
S6	39,00	11	15	22	37
S7	2,50	5	11	15	26
S7	5,50	7	12	17	29
S7	8,00	10	12	20	32
S7	11,50	4	4	7	11
S7	14,50	3	5	6	11
S7	17,50	4	6	9	15
S7	20,50	3	7	10	17
S7	23,50	4	9	14	23
S7	26,50	3	8	13	21
S7	29,50	8	14	16	30
S7	32,50	5	10	12	22
S7	35,50	12	18	19	37
S7	38,50	10	15	21	36
S8	1,50	2	2	2	4
S8	7,50	2	5	6	11
S8	10,00	9	11	16	27
S8	13,00	11	17	20	37
S8	16,00	4	7	8	15
S8	19,00	3	6	7	13
S8	22,50	7	8	8	16
S8	25,00	6	7	11	18
S8	28,00	8	10	14	24
S8	31,00	7	11	17	28
S8	34,00	6	12	18	30
S8	37,00	9	18	26	44
S8	40,00	8	16	26	42
S9	3,50	2	4	6	10
S9	9,00	20	25	27	52
S9	15,00	22	25	31	56
S9	20,00	6	12	15	27
S10	3,00	5	9	14	23
S10	6,00	7	7	9	16
S10	9,00	2	4	6	10
S10	12,00	4	4	8	12
S10	15,00	5	6	8	14
S10	18,00	6	7	7	14
S10	21,00	7	7	8	15
S10	24,00	7	7	7	14
S10	27,00	8	8	9	17
S10	30,00	9	10	11	21
S10	33,00	9	10	12	22
S10	36,00	9	15	15	30
S10	39,00	9	15	17	32

Sondaggio	Profondità	N. Colpi			N <sub>SPT</sub>
S11	2,50	4	8	10	18
S11	4,50	4	5	7	12
S11	8,00	5	7	7	14
S11	11,00	4	5	6	11
S11	16,00	4	7	7	14
S11	19,00	7	9	10	19
S11	22,00	2	3	3	6
S11	25,00	1	1	2	3
S11	28,00	2	5	6	11
S11	31,00	9	11	11	22
S11	37,00	5	9	13	22
S11	40,00	6	10	15	25
S12	3,00	5	5	7	12
S12	6,00	9	11	13	24
S12	9,00	10	12	13	25
S12	12,00	5	6	6	12
S12	14,00	3	5	6	11
S12	17,00	7	7	10	17
S12	21,00	7	8	10	18
S12	24,00	8	9	11	20
S12	27,00	4	4	5	9
S12	29,00	5	5	5	10
S12	32,00	7	7	8	15
S12	36,00	9	10	11	21
S12	39,00	11	15	15	30
S13	2,50	1	2	3	5
S13	5,50	5	8	10	18
S13	8,50	6	9	14	23
S13	11,00	5	7	10	17
S13	14,00	7	10	12	22
S13	17,00	8	11	12	23
S13	20,00	9	14	15	29
S13	23,00	9	15	15	30
S13	26,00	10	12	15	27
S13	29,00	10	12	16	28
S13	32,00	15	15	23	38
S13	35,00	15	16	23	39
S13	38,00	13	15	20	35
S14	2,00	5	7	12	19
S14	5,00	6	10	14	24
S14	8,00	4	6	9	15
S14	11,00	3	6	8	14
S14	14,00	2	5	8	13
S14	17,00	3	5	9	14
S14	20,50	2	6	8	14
S14	23,00	3	7	10	17
S14	26,00	4	6	12	18
S14	29,00	5	8	13	21
S14	32,00	4	6	10	16
S14	35,50	5	9	14	23
S14	38,00	6	10	14	24
S15	2,00	2	4	7	11
S15	5,00	3	6	9	15
S15	8,00	3	5	10	15
S15	11,00	2	6	9	15
S15	14,00	2	4	7	11
S15	17,00	3	4	8	12
S15	20,00	3	5	6	11
S15	24,00	2	6	8	14
S15	27,00	3	5	11	16
S15	30,00	7	9	13	22
S15	33,00	12	14	16	30
S15	36,00	7	14	18	32
S15	39,00	8	10	14	24

Sondaggio	Profondità	N. Colpi			N <sub>SPT</sub>
S16	4,00	4	5	8	13
S16	12,00	4	4	8	12
S16	18,00	7	7	15	22
S16	24,00	6	8	10	18
S17	5,80	5	7	7	14
S17	11,00	1	2	4	6
S17	17,90	4	5	7	12
S17	25,00	10	12	14	26
S18	2,00	5	5	7	12
S18	5,50	7	10	10	20
S18	8,50	9	10	12	22
S18	11,50	6	7	7	14
S18	14,50	9	11	12	23
S18	17,50	9	11	15	26
S18	20,50	10	12	15	27
S18	23,50	10	13	15	28
S18	26,50	11	11	14	25
S18	29,50	10	12	14	26
S18	32,50	9	10	14	24
S18	35,50	8	8	10	18
S18	38,50	10	11	11	22
S19	2,00	3	3	5	8
S19	8,00	5	6	8	14
S19	11,00	4	4	5	9
S19	16,00	10	10	10	20
S19	19,00	9	10	12	22
S19	22,00	19	21	23	44
S19	25,00	8	10	14	24
S19	28,00	8	10	11	21
S19	31,00	10	11	11	22
S19	34,00	13	16	18	34
S19	37,00	12	16	16	32
S19	40,00	20	24	26	50

COMMITTENTI: STADIO TdV S.p.A. - EURNOVA S.r.l.

LOCALITA': TOR DI VALLE - ROMA



TABELLA DEI RISULTATI DELLE PROVE DI LABORATORIO - CAMPAGNA GEOGNOSTICA LUGLIO-DICEMBRE 2015

Unità litotecniche	Ambito geomorfologico	Riferimento campione	Profondità (metri dal p.c.)	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Umidità naturale (%)	Indice dei vuoti	Grado di saturazione %	Limite Liquido %	Limite Plastico %	Indice di plasticità IP	Indice di consistenza IC	Contenuto sostanza organica (%)	Peso di volume $\gamma$ (kN/mc)	Peso volume secco $\gamma_s$ (kN/mc)	Peso specifico GS	Angolo di attrito $\phi$ (°)	Coesione drenata c (kPa)	Coesione non drenata Cu (kPa)	Modulo edometrico Ed (kPa) (100-200 kPa)	Coeff Consolid.Cv (cm/s) (100-200 kPa)	Permeabilità k (cm/s) (100-200 kPa)	
UNITA' A	B	SV5 C1	6,0-6,5	4,8	31,6	49,1	14,5	32,7	0,920	93,5						17,8	13,4	2,63	29,3	9,0		4338	0,000687	1,55E-08	
	B1	SV6 C1	3,0-3,5	1,8	6,3	26,0	65,9	34,6	0,874	100,0						17,9	13,3	2,54	28,6	8,1					
	A1	PCS4 C1	10,0-10,5	2,9	41,5	30,2	25,4	25,6	0,664	99,8	28,7	15,4	13,3	0,24		19,2	15,3	2,59	29,9	10,0		4357	0,000838	1,89E-08	
UNITA' B	A	SV3 C1	2,0-2,5	0,1	60,1	24,5	15,3	14,0	0,471	78,2						20,0	17,5	2,63	20,0			6579	0,002307	3,44E-08	
	B	P2-S1 C1	3,5-4,0	1,5	33,0	41,7	23,8	31,9	0,863	98,6	34,9	21,1	13,8	0,22		18,5	14,0	2,67	28,3	18,0		4098	0,002060	4,93E-08	
	A	SV16C1	3,5-4,0	0,2	11,2	56,2	32,4	22,2	0,604	95,1	38,8	22,7	16,1	1,03		19,3	15,8	2,59	29,7	22,0	102	6006	0,001180	1,93E-08	
	B	PR-S2 C1	3,0-3,5	0,0	9,5	42,2	48,3	22,4	0,635	94,7	48,9	28,8	20,1	1,31		19,7	16,1	2,68	24,3	23,0		8163	0,000308	3,70E-09	
	B2	SP03 C1	4,5-5,0	0,0	2,2	45,5	52,3	22,9	0,634	95,5	52,5	23,3	29,2	1,01		19,5	15,9	2,64	24,0	25,0	159	7877	0,000299	3,72E-09	
	B	P1S1 C1	5,0-5,5	0,0	2,5	38,0	59,5	23,6	0,631	98,8	52,1	25,4	26,7	1,07		19,6	15,9	2,64	27,8	26,0		3854	0,000710	2,44E-08	
UNITA' C	B	SV8 C1	2,5-3,0	0,0	3,2	34,1	62,7	24,3	0,649	99,5	58,3	21,1	37,2	0,92		19,7	15,8	2,66			101				
	B	P1S2 R1	5,2-5,7	0,0	0,2	43,0	56,8	24,7	0,678	95,1	61,2	30,1	31,1	1,17		19,0	15,3	2,61	26,6	33,0					
	B	SV1 C1	5,2-5,7	0,0	9,5	55,5	35,0	25,0	0,670	98,8	52,1	25,7	26,4	1,03		19,5	15,6	2,65	27,9	24,0		3937	0,000677	1,69E-08	
	B	SV9 C1	5,0-5,4	0,0	2,8	43,6	53,6	22,0	0,655	89,0	58,9	28,4	30,5	1,21		19,2	15,7	2,65	27,7	16,1	82				
	B	SC5 C1	2,5-3,0	1,2	6,0	46,2	46,6	23,5	0,647	94,6	59,0	24,3	34,7	1,02		19,2	15,5	2,61	25,8	21,3		6079	0,000170	2,74E-09	
	A	SC2 R1	5,0-5,5	0,0	3,2	34,7	62,1	22,8	0,665	89,0	59,5	21,9	37,6	0,97		18,7	15,3	2,59	27,7	18,8					
	B2	SP02 C1	7,1-7,6	0,3	14,9	49,8	35,0	24,9	0,664	99,3	50,2	21,9	28,3	0,89		19,5	15,6	2,65	28,1	25,0		3914	0,001329	3,33E-08	
	B2	SP04 C1	5,0-5,5	0,0	39,9	42,1	18,0	19,1	0,756	70,1	48,0	23,5	24,5	1,18		18,4	15,5	2,77	30,8	17,8		7220	0,000531	7,21E-09	
	C	PCS6c C1	9,0-9,5	6,4	27,5	21,2	44,9	31,9	0,902	94,1	48,3	23,9	24,4	0,67		18,1	13,7	2,66	24,2	19,0		3781	0,001525	3,95E-08	
	A2	SP01 C1	5,0-5,5	0,9	0,3	38,5	60,3	27,4	0,752	97,5	64,2	27,8	36,4	1,01		19,1	15,0	2,68	25,1	26,0		6623	0,000198	2,93E-09	
	UNITA' H	A1	PC-S2c C1	8,0-8,5	0,4	39,2	40,0	20,4	29,6	0,808	97,1						18,7	14,4	2,65	28,3	16,0		3367	0,001151	3,35E-08
		A1	PCS1 C1	5,0-5,5	0,7	53,7	25,2	20,4	18,9	0,572	86,3						19,4	16,3	2,61	32,5	21,0		5000	0,001409	2,76E-08
B2		SV13c C1	8,0-8,5	0,1	31,1	43,5	25,3	25,0	0,656	98,4	34,5	20,3	14,2	0,67		19,1	15,3	2,58	28,6	15,0		3584	0,001161	3,18E-08	
UNITA' I	A1	PC-S2c C2	17,5-18,0	0,3	74,6	16,8	8,3	14,1	0,390	97,7						21,8	19,1	2,71	33,6	4,7		11173	0,001026	9,01E-09	
	A1	PC-S2c R1	14,5-15,0	3,7	83,9	8,4	4,0	11,8	0,596	54,2						18,8	16,9	2,74	34,6	6,6					
	A1	PCS1 R1	12,0-12,5	12,3	76,3	8,7	2,7	15,1	0,454	92,1						21,5	18,7	2,77	36,8	0,6					
	A1	PCS1 C2	15,5-16,0	7,7	70,7	14,4	7,2	15,1	0,420	97,9						21,7	18,9	2,73	35,1	6,0					
	A1	PCS1 R2	20,0-20,5	1,0	83,6	10,2	5,2	27,2	0,781	95,7						19,2	15,1	2,75	39,7	4,0					
	A1	PCS1 C3	25,0-25,5	0,0	58,6	18,0	23,4	28,7	0,797	95,7						18,7	14,5	2,66	32,8	7,4		7143	0,001285	1,76E-08	
	A1	PCS1 R3	29,5-30,0	0,0	67,0	23,8	9,2	22,7	0,601	99,1						19,7	16,1	2,63	32,5	9,5					
	A1	PCS4 C2	15,0-15,5	0,7	69,9	17,7	11,7	24,5	0,662	99,8						19,8	15,9	2,69	33,0	7,1		5495	0,001638	2,92E-08	
	C	PCS6c R1	14,0-14,5	15,2	29,6	27,3	27,9	32,3	0,894	97,4	36,6	22,8	13,8	0,31		18,5	14,0	2,70	31,8	13,0					
	C	PCS6c R2	16,5-17,0	62,5	17,9	8,5	11,1	14,0	0,566	68,7						19,8	17,4	2,77	34,6	6,8					
A2	SP01 C2	12,0-12,5	0,2	69,4	18,1	12,3	23,0	0,603	99,6						19,7	16,0	2,61	35,0	11,8		11905	0,001234	1,02E-08		
UNITA' D	B	P1S1 R1	11,5-12,0	0,0	0,9	47,0	52,1	33,9	0,895	98,9	75,5	37,9	37,6	1,11		18,1	13,5	2,61	26,8	9,1					
	A	SV3 C2	15,5-16,0	1,6	17,8	24,0	56,6	49,7	1,210	99,8	98,1	60,0	38,1	1,27		16,1	10,8	2,43	26,4	15,0					
	B	P2-S1 C2	16,3-16,8	4,6	12,9	41,2	41,3	99,0	2,280	99,0	132,7	88,8	43,9	0,77	17,09	13,6	6,8	2,28	23,4	14,0		1008	0,000159	1,55E-08	
	B	P2-S1 R1	12,5-13,0	0,0	4,0	16,0	80,0	57,4	1,519	97,6	84,2	39,4	44,8	0,60		15,8	10,0	2,58	24,0	12,4					
	B	P1-S2 C1	11,5-12,0	4,2	13,9	69,4	12,5	104,5	2,497	95,3	120,6	99,1	21,5	0,75	13,08	13,1	6,4	2,28	24,7	21,5			1776	0,000214	1,18E-08
	A1	PC-S2c C3	28,0-28,5	0,0	4,8	21,7	73,5	62,5	1,883	88,5	70,9	33,7	37,2	0,23	16,65	14,7	9,1	2,66	27,2	18,0			2439	0,000126	5,94E-09
	A1	PC-S2c C4	39,5-40,0	0,1	1,1	43,9	54,9	26,9	0,840	84,7	62,7	31,7	31,7	1,16	11,59	17,9	14,1	2,65	25,9	9,6			3788	0,000184	4,77E-09
	A1	PC-S2c C5	52,5-53,0	0,0	1,1	40,8	58,1	29,5	0,779	98,2	55,0	26,7	28,3	0,90		18,5	14,3	2,60	27,0	19,0			3350	0,000223	6,52E-09
	B	SV5 C2	13,0-13,5	0,2	1,1	36,0	62,7	37,0	1,024	94,5	48,8	20,7	28,1	0,42		17,4	12,7	2,62	26,8	24,0			3929	0,000143	3,59E-09
	B1	SV7 C1	10,0-10,5	0,0	7,3	34,2	58,5	38,0	1,082	93,4	57,1	25,6	31,5	0,61		17,3	12,5	2,66			59				
	B1	SV14c C1	8,0-8,5	0,0	1,1	47,0	51,9	40,0	1,284	82,1	69,9	35,2	34,7	0,86	14,20	15,8	11,3	2,64	26,9	17,0			2904	0,000293	9,89E-09
	B	T2-S1c C1	15,0-15,5	0,2	3,8	42,2	53,8	34,5	0,950	94,8	61,6	30,5	31,1	0,87	11,06	17,7	13,1	2,61	27,7	11,5					
	B	T2-S1c C2	20,5-21,0	0,0	6,4	26,8	66,8	27,4	0,826	88,2	71,1	31,8	39,3	1,11	12,18	18,2	14,3	2,66	27,3	9,4	46		2498	0,000153	6,00E-09
	B	SV4 C1	9,0-9,5	0,0	0,6	43,9	55,5	30,4	0,794	100,0	55,2	25,0	30,2	0,82		18,7	14,5	2,65			31		8197	0,000627	7,50E-09
	B	SV4 C2	28,28,5	0,0	0,6	45,6	53,8	29,8	0,769	100,0	52,7	24,6	28,1	0,81		18,7	14,4	2,60	25,0	20,0					
	B	PS-S4 C1	11,5-12,0	0,0	1,4	37,9	60,7	29,9	0,738	100,0	60,6	31,2	29,4	1,04	10,64	18,6	14,7	2,60	24,9	22,0			2277	0,000177	7,63E-09
	B	PS-S4 C2	16,0-16,5	0,0	2,8	41,5	55,7	44,0	1,270	90,2	61,6	33,1	28,5	0,61		16,2	11,2	2,59	26,7	16,6			1761	0,000274	1,53E-08
	B	PS-S4 C3	26,5-27,0	0,2																					



Unità litotecniche	Ambito geomorfologico	Riferimento campione	Profondità (metri dal p.c.)	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Umidità naturale (%)	Indice dei vuoti	Grado di saturazione (%)	Limite Liquido %	Limite Plastico %	Indice di plasticità IP	Indice di consistenza IC	Contenuto sostanza organica (%)	Peso di volume $\gamma$ (kN/mc)	Peso volume secco $\gamma_s$ (kN/mc)	Peso specifico GS	Angolo di attrito $\phi$ (°)	Coesione drenata c (kPa)	Coesione non drenata Cu (kPa)	Modulo edometrico Ed (kPa) (100-200 kPa)	Coeff Consolid.Cv (cm/s) (100-200 kPa)	Permeabilità k (cm/s) (100-200 kPa)	
B		P1-S1 C2	30,0-30,5	5,2	62,4	21,5	10,9	24,4	0,831	72,5						16,4	13,2	2,47	34,1	14,5		2370	0,000208	8,61E-09	
B		P1-S1 C3	48,0-48,5	0,0	1,0	45,8	53,2	27,1	0,742	97,7	39,8	19,8	20,0	0,63		19,1	15,0	2,67	27,6	19,0		4706	0,000257	5,35E-09	
B		P1-S1 C4	58,5-59,0	0,0	22,3	53,2	24,5	26,8	0,715	99,8	31,4	22,9	8,5	0,54		19,3	15,2	2,66	31,0	19,2		4141	0,000848	2,01E-08	
B		P1-S1 R2	38,0-38,5	0,2	72,2	17,4	10,2	19,7	0,604	87,4						19,6	16,4	2,68	33,2	10,6					
B		P1-S1 R3	44,0-44,5	9,8	63,9	16,1	10,2	15,9	0,629	68,0						18,7	16,2	2,69	33,7	5,7					
B		P1-S1 R4	51,2-51,7	0,0	0,7	50,8	48,5	28,6	0,777	98,5	43,7	21,2	22,2	0,67		19,0	14,8	2,68	28,8	14,8					
B		SV8 C2	22,0-22,5	0,3	10,9	49,2	39,6	34,4	0,929	99,2						18,3	13,6	2,68	28,0	9,4					
B		P2-S1 C3	32,5-33,0	0,0	64,1	20,2	15,7	18,4	0,513	94,2						20,1	17,0	2,62	35,5	18,2		8368	0,001124	1,32E-08	
B		P2-S1 C4	51,5-52,0	0,1	7,3	51,8	40,8	21,6	0,574	98,9	39,5	22,4	17,1	1,05		19,9	16,4	2,63	31,4	26,8		4237	0,001673	3,87E-08	
B		P2-S1 R2	37,5-38,0	0,0	73,1	15,8	11,1	21,4	0,619	92,9						19,8	16,3	2,69	35,6	12,2					
B		P2-S1 R3	46,3-46,8	0,1	43,5	23,2	33,2	26,3	0,697	98,7						19,1	15,1	2,61	27,4	16,1					
B		P2-S1 R4	53,5-54,0	0,2	70,4	19,4	10,0	16,1	0,505	84,6						20,1	17,3	2,65	35,2	12,0					
B		P1-S2 C2	25,0-25,5	0,1	60,8	22,9	16,2	26,6	0,796	88,0						18,2	14,4	2,63	25,2	17,4		2625	0,000370	1,38E-08	
B		P1-S2 C3	38,4-38,9	0,0	2,4	52,1	45,5	22,0	0,604	95,7	44,7	21,1	23,6	0,96		19,6	16,1	2,63	27,5	26,0		4684	0,000365	7,64E-09	
B		P1-S2 C4	46,0-46,5	0,0	3,8	49,9	46,3	27,4	0,728	98,5	34,7	18,7	16,0	0,46		19,0	14,9	2,62	25,1	16,0		6024	0,005840	9,51E-09	
B		P1-S2 R2	23,0-23,4	0,0	46,9	32,3	20,8	27,4	0,790	91,9	31,4	16,6	14,8	0,27		18,5	14,5	2,64	26,3	17,1					
B		P1-S2 R3	50,3-50,8	0,2	37,1	40,3	22,4	23,6	0,666	93,9	32,7	21,4	11,3	0,80		19,2	15,6	2,64	32,6	21,0					
B		P1-S2 R4	55,0-55,5	0,1	66,4	19,8	13,7	12,3	0,347	96,4						22,2	19,7	2,71	34,8	15,8					
A1		PC-S2c R2	58,5-59,0	0,0	74,1	17,8	8,1	23,0	0,624	97,3						19,6	15,9	2,64	33,8	5,5					
B1		SV6 C2	20,0-20,5	0,1	34,1	44,8	21,0	28,3	0,742	100,0						18,9	14,8	2,62				6079	0,000210	6,78E-09	
B1		SV6 C4	65,0-65,5	0,0	62,1	23,7	14,2	20,4	0,574	92,1						19,5	16,2	2,60	37,1	1,9					
B		SV1 C2	20,0-20,5	0,4	29,0	49,5	21,1	29,8	0,922	86,6						17,7	13,7	2,68	30,6	15,9		3009	0,000599	1,95E-08	
B2		SV10 C1	10,0-10,5	0,0	0,8	26,7	72,5	30,4	0,979	83,6						17,4	13,3	2,69	29,6	25,3					
B2		SV10 C2	28,0-28,5	0,0	1,6	30,5	67,9	28,8	0,774	99,6						19,1	14,8	2,68	28,9	31,4		3205	0,000589	1,80E-08	
B1		SV14c C2	15,0-15,5	0,0	1,1	49,1	31,8	26,5	0,707	97,5						18,6	14,7	2,55	32,9	9,2		2728	0,000858	3,09E-08	
B1		SV14c C3	25,0-25,5	0,0	47,8	36,8	15,4	26,9	0,759	92,5						18,4	14,5	2,61	29,8	22,3		3863	0,000776	1,97E-08	
B1		SV14c R1	19,5-20,0	1,3	50,8	30,7	17,2	22,1	0,635	88,3						18,6	15,2	2,54	29,2	18,8					
B1		SV14c R2	27,5-28,0	0,0	12,3	53,8	33,9	25,1	0,701	92,6						18,6	14,9	2,58	27,7	16,2					
B		T2-S1c C3	44,0-44,5	1,6	36,1	48,5	13,8	24,1	0,640	100,0	33,6	20,4	13,2	0,72		19,7	15,9	2,66	29,8	18,7					
B		T2-S1c C4	55,0-55,5	0,3	69,7	22,4	7,6	26,5	0,767	92,7						18,8	14,9	2,68	30,2	21,5					
B		T2-S1c R1	27,5-28,0	0,0	38,8	40,7	20,5	31,6	0,867	94,4															
B		T2-S1c R2	32,5-33,0	0,0	76,4	19,3	4,3	14,4	0,627	60,2															
B		T2-S1c R3	38,5-39,0	0,0	22,5	41,9	35,6	23,3	0,673	92,8															
B		T2-S1c R4	50,5-51,0	0,0	40,1	40,4	19,5	25,0	0,806	82,0															
B		PS-S4 C4	44,0-44,5	0,6	68,9	20,4	10,1	17,1	0,458	100,0						20,9	18,0	2,67	36,4	8,4		9041	0,001031	1,12E-08	
B		PS-S4 C5	57,0-57,5	0,0	58,4	26,8	14,1	21,5	0,623	93,9						20,0	16,5	2,73	32,8	11,1		7968	0,002961	3,64E-08	
B		PS-S4-R1	39,0-39,5	0,0	59,1	23,0	17,9	16,0	0,533	79,7						19,8	17,0	2,66	34,8	10,9					
B		PS-S4-R2	49,5-50,0	1,6	40,6	42,5	15,3	22,7	0,631	94,3						19,3	15,7	2,62	29,3	23,0					
B1		PSS1 C2	16,0-16,5	0,1	79,2	14,9	5,8	25,3	0,665	100,0						19,4	15,5	2,62	34,1	9,9		8299	0,001395	1,65E-08	
B1		PSS1 C3	27,0-27,5	8,4	86,9		4,7	23,1	0,641	97,7						20,0	16,2	2,71	36,7	0,9					
B1		PSS1 R1	20,5-21,0	0,0	82,8	12,7	4,5	24,4	0,646	99,3						19,5	15,7	2,63	31,8	5,4					
B1		PSS1 R2	31,5-32,0	0,2	77,3	14,7	7,8	12,0	0,382	84,3						21,3	19,1	2,69	33,9	7,7					
B2		SV13c C2	15,0-15,5	0,0	95,3		4,7	13,2	0,367	96,1						21,7	19,1	2,67	39,9	5,6		11905	0,002086	1,72E-08	
B2		SV13c C3	30,0-30,5	0,0	57,2	28,3	14,5	22,3	0,605	97,1						19,7	16,1	2,64	27,4	24,0		12210	0,001657	1,33E-08	
B2		SV13c C4	43,0-43,5	0,0	75,1	20,3	4,6	23,0	0,667	91,3						19,2	15,6	2,65	32,5	13,4		11494	0,001883	1,61E-08	
B2		SV13c C5	58,0-58,5	0,0	0,7	52,7	46,6	24,0	0,631	97,4	44,0	21,4	22,6	0,88		19,1	15,4	2,56	27,5	15,3		4893	0,000298	5,97E-09	
B2		SV13c R1	22,5-23,0	0,0	18,7	59,0	22,3	24,4	0,634	100,0	30,7	23,3	7,4	0,85		19,3	15,7	2,61	31,8	5,4					
B2		SV13c R2	38,0-38,5	0,5	51,4	38,5	9,6	26,5	0,746	91,1						18,2	14,4	2,56	30,4	15,4					
B2		SV13c R3	48,0-48,5	1,1	63,9	28,2	6,8	30,2	0,828	99,8						18,9	14,5	2,70	34,7	4,7					
B2		SV13c R4	62,0-62,5	0,0	54,0	27,7	18,3	27,5	0,746	98,1						19,1	15,0	2,67	32,1	13,3					
B		SC5 C3	22,5-23,0	0,1	31,8	40,0	28,1	27,6	0,714	99,9	31,7	19,3	12,4	0,33		18,9	14,8	2,59	27,6	24,3		3246	0,001154	3,49E-08	
B		SC5 C4	34,0-34,5	0,0	79,0	13,4	7,6	34,0	0,933	98,5						18,4	13,7	2,70	32,9	3,4		5320	0,001062	1,96E-08	
B		SC5 C5	44,5-45,0	2,7	80,0	12,1	5,2	20,9	0,559	99,6						20,3	16,8	2,67	35,9	9,5		7874	0,003719	4,63E-08	
B		SC5 C6	56,0-56,5	0,1	54,0	30,9	15,0	20,3	0,565	95,1	26,9	16,2	10,7	0,61		19,9	16,5	2,64	35,5	3,1		5063	0,000769	1,49E-08	
B		SC5 R3	27,5-28,0	0,0	57,2	23,1	19,7	23,8	0,657	97,0						19,6	15,9	2,68							
B		SC5 R4	39,0-39,5	0,0	36,8	38,7	24,5	21,4	0,575	96,0	30,6	18,9	11,7	0,78		19,5	16,0	2,57							
B		SC5 R5	51,0-51,5	0,0	11,0	46,3	42,7	27,9	0,753	99,5	39,1	19,9	19,2	0,58		19,2	15,0	2,68							
A		SV16C6	45,0-45,5	0,2	7,3	60,5	32,0	27,6	0,745	98,7	33,8	18,6	15,2	0,41		19,1	15,0	2,66	28,5	27,0		2833	0,001175	4,07E-08	
A		SV16R1	41,0-41,5	0,0	71,4	19,7	8,9	16,4	0,473	92,4						20,7	17,8	2,67	34,2	8,6					
A		SV16R2	52,0-52,5	0,0	3,4	60,8	35,8	23,7	0,644	97,3	35,1	20,8	14,3	0,79		19,5	15,7	2,63	28,0	20,2					
A		SC2 C4	40,0-40,5	0,0	66,3	22,7	11,0	29,4	0,844	92,7						18,3	14,1	2,66	32,4	12,9		4825	0,001476	3,00E-08	
A		SC2 C5	49,0-49,5	0,0																					



Unità litotecniche	Ambito geomorfologico	Riferimento campione	Profondità (metri dal p.c.)	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Umidità naturale (%)	Indice dei vuoti	Grado di saturazione (%)	Limite Liquido %	Limite Plastico %	Indice di plasticità IP	Indice di consistenza IC	Contenuto sostanza organica (%)	Peso di volume $\gamma$ (kN/mc)	Peso volume secco $\gamma_s$ (kN/mc)	Peso specifico GS	Angolo di attrito $\phi$ (°)	Coazione drenata c (kPa)	Coazione non drenata Cu (kPa)	Modulo edometrico Ed (kPa) (100-200 kPa)	Coeff Consolid.Cv (cmq/s) (100-200 kPa)	Permeabilità k (cm/s) (100-200 kPa)		
UNITA' E1	B1	SV6 C3	50,0-50,5	0,0	1,5	48,1	50,4	25,1	0,710	93,4	39,2	20,1	19,1	0,74		18,9	15,1	2,64			82	3774	0,000275	7,15E-09		
	B1	SV7 C2	30,0-30,5	0,0	3,5	44,5	52,0	26,6	0,753	93,8	38,7	19,1	19,6	0,62		18,8	14,9	2,66								
	B1	SV7 C3	56,5-57,0	0,1	3,2	50,6	46,1	23,1	0,707	88,4	42,8	19,8	23,0	0,85		19,1	15,5	2,70								
	B1	SV14c C4	40,0-40,5	0,0	3,5	49,9	46,6	23,0	0,697	88,1						19,0	15,4	2,67					4254	0,000326	7,51E-09	
	B1	SV14c C5	55,0-55,5	0,1	53,2	32,2	14,5	24,3	0,667	97,6						19,6	15,8	2,68					4762	0,000932	1,92E-08	
	B1	SV14c C6	63,5-64,0	0,0	3,3	47,9	48,8	25,2	0,679	98,2	37,2	24,9	12,3	0,98		19,4	15,5	2,65			24		4211	0,000501	1,17E-08	
	B1	SV14c R3	37,0-37,5	0,0	2,0	52,8	45,2	22,2	0,597	94,8	54,7	23,5	31,2	1,04		19,1	15,6	2,55	27,1	17,7						
	B1	SV14c R4	52,0-52,5	0,0	5,3	49,8	44,9	25,3	0,646	99,3	36,5	20,0	16,5	0,68		19,0	15,1	2,54	28,4	12,7						
	B1	PSS1 C4	39,5-40,0	0,0	0,2	40,8	59,0	26,4	0,713	99,0	53,8	24,5	29,3	0,93		19,3	15,3	2,67	27,9	23,3	92		4878	0,000302	6,06E-09	
	B1	PSS1 C5	55,5-56,0	0,0	0,7	31,5	67,8	25,8	0,711	97,6	42,0	19,2	22,8	0,71		19,4	15,4	2,69	26,5	19,0			4474	0,000361	7,92E-09	
	B1	PSS1 R3	52,0-52,5	0,5	57,3	33,1	9,1	24,8	0,672	99,3						19,7	15,8	2,69	29,5	13,1						
	B1	SP05 C6	55,0-55,5	0,0	0,5	55,0	44,5	27,4	0,738	98,8	40,2	21,9	18,3	0,70		19,1	15,0	2,66	27,4	18,0	55		4329	0,000195	4,41E-09	
B1	SP05 R4	50,0-50,5	0,4	0,6	51,3	47,7	27,6	0,794	94,4	43,7	21,2	22,5	0,72		19,0	14,90	2,72	28,5	16,6							
UNITA' F	B	P1-S1 R5	59,5-60,0	0,0	67,9	20,2	11,9	18,7	0,510	97,3						20,5	17,3	2,66	36,1	4,2						
	B	P2-S1 R5	59,5-60,0	63,4	26,2		10,4	9,4	0,428	60,0						20,5	18,7	2,72	44,4	3,7						
	B	P1-S2 R5	59,5-59,9	23,8	42,0		20,2	14,0	12,9	0,352	99,1					22,1	19,5	2,69	42,0	14,5						
	A1	PC-S2c R3	64,1-64,6	45,3	34,7		11,6	8,4	8,7	0,290	79,3					21,9	20,1	2,65	43,8	3,9						
	B1	SV14c R5	65,5-66,0	61,5	26,5		9,9	2,1	8,4	0,369	60,6					21,0	19,4	2,71	43,7	2,3						
	B	T2-S1c R5	60,5-61,0	71,4	20,2		7,7	0,7	9,7	0,382	66,8					22,1	18,8	2,64	43,6	2,8						
	B	PS-S4 R3	63,5-64,0	31,1	64,1		4,8		12,3	0,387	86,1					21,5	19,2	2,71	42,7	3,9						
	B	PS-S4 R4	69,5-70,0	52,8	35,2		7,5	4,5	8,1	0,379	58,4					21,1	19,5	2,74	43,8	2,5						
	A1	PCS4 R2	67,5-68,0	77,6	18,8		3,6		7,4	0,278	71,5					22,1	20,5	2,68	39,9	5,6						
	B1	PSS1 R4	67,5-68,0	83,0	15,5		1,5		10,5	0,382	73,2					20,9	18,9	2,67	43,9	1,2						
	B2	SV13c R5	65,5-66,0	68,1	25,8		5,7	0,4	10,6	0,319	82,1					21,9	20,2	2,71	44,1	2,6						
	B	SC5 R6	62,0-62,5	45,6	50,5		3,9		15,1	0,504	81,7					20,5	17,8	2,73	43,4	3,4						
	A	SV16R3	63,0-63,5	62,9	33,5		3,6		6,7	0,362	49,8					20,7	19,4	2,69	44,8	0,8						
	A	SC2 R6	60,0-60,5	69,6	19,3		7,0	4,1	7,6	0,355	58,0					21,0	19,6	2,70	44,1	1,0						
	A	SC2 R7	65,0-65,5	57,9	26,3		9,7	6,1	8,4	0,418	54,4					20,2	18,6	2,70	41,3	3,3						
	B2	SP03 R5	67,5-68,0	54,0	35,4		6,6	4,0	7,7	0,345	61,4					21,7	20,2	2,77	42,7	1,9						
	B2	SP02 R4	61,0-61,5	43,8	39,8		9,0	7,4	7,4	0,352	56,3					20,9	19,4	2,68	42,3	3,2						
	B2	SP02 R5	66,5-67,0	42,4	43,6		7,2	6,8	13,0	0,422	81,0					20,5	18,2	2,63	41,9	5,0						
	B2	SP04 R4	61,0-61,3	43,2	33,1		8,0	15,7	8,0	0,393	55,3					20,6	19,1	2,71	42,3	1,3						
	B2	SP04 R5	69,0-60,4	41,9	44,4		7,0	6,7	10,8	0,402	72,4					20,9	18,9	2,70	40,2	3,7						
	A2	SP01 R5	66,6-67,0	48,1	28,1		6,2	17,6	13,7	0,378	98,1					21,9	19,3	2,71	42,8	13,3						
	B1	SP05 R5	62,0-62,5	32,1	43,4		14,5	10,0	10,6	0,344	82,0					21,4	19,3	2,65	41,8	8,1						
	UNITA' G	A1	PC-S2c C6	70,0-70,5	0,0	2,8	51,2	46,0	21,1	0,568	98,8	34,6	19,2	15,4	0,88		20,2	16,7	2,66	27,3	17,0			5970	0,000655	1,08E-08
		A1	PC-S2c C7	82,0-82,5	0,0	3,2	55,4	41,4	20,1	0,532	99,2	37,3	21,3	16,0	1,08		20,2	16,8	2,63	27,5	16,0			6309	0,000634	9,86E-09
A1		PC-S2c R4	76,5-76,9	0,0	54,3	26,2	19,5	21,4	0,563	99,6	28,4	20,6	7,8	0,90		20,0	16,5	2,62	30,6	19,3						
A1		PC-S2c R5	79,0-79,5	0,0	67,0	19,6	13,4	20,9	0,554	98,8						20,0	16,5	2,62	30,1	20,5						
B1		SV7 C4	68,5-69,0	0,0	2,2	47,1	50,7	20,0	0,535	99,0	34,9	13,1	21,7	0,68		20,3	17,0	2,65	27,2	20,0			6452	0,000594	9,03E-09	
B1		SV14c C7	74,5-75,0	0,0	5,5	56,6	37,9	22,3	0,583	99,4	35,4	18,4	17,0	0,77		19,7	16,1	2,60	28,9	18,0			5280	0,000117	2,17E-09	
B		T2-S1c C5	70,0-70,5	0,2	11,0	31,1	57,7	20,5	0,571	95,1	26,9	17,9	9,0	0,72		20,0	16,6	2,65	29,3	28,0			12048	0,000719	5,86E-09	
B		T2-S1c C6	75,0-75,5	0,0	1,6	46,7	51,7	20,5	0,551	99,5	30,8	18,6	12,2	0,84		20,3	16,9	2,67	28,4	25,1	136		4788	0,000167	3,41E-09	
B		T2-S1c C7	81,5-82,0	0,0	0,5	43,1	56,4	18,2	0,497	94,6	31,4	18,2	13,2	1,00		20,0	17,0	2,59	28,5	21,1						
B		T2-S1c C8	90,0-90,5	0,4	8,9	33,7	57,0	20,9	0,540	98,9	29,5	17,3	12,2	0,70		19,5	16,3	2,55	28,8	24,0			6126 (200-400 kPa)	0,000371	5,94E-09	
B		T2-S1c C9	100,0-100,5	0,0	3,1	30,6	66,3	21,6	0,641	89,9	31,5	18,3	13,2	0,75		19,4	15,9	2,67	28,4	12,9						
B		T2-S1c C10	111,0-111,5	0,0	2,9	38,0	59,1	19,9	0,567	94,7	31,7	19,4	12,3	0,96		20,2	16,8	2,69	28,3	15,2	146					
B		T2-S1c R6	78,5-79,0	0,0	19,5	52,7	27,8	20,0	0,568	94,1	32,1	17,6	14,5	0,83		20,0	16,7	2,67								
B		T2-S1c R7	85,0-85,5	0,0	0,9	42,2	56,9	16,9	0,480	91,2	31,7	17,4	14,3	1,03		20,0	17,1	2,58								
B		T2-S1c R8	96,0-96,5	0,0	14,6	32,4	53,0	18,3	0,491	98,4	25,4	16,7	8,7	0,82		20,5	17,4	2,64								
B		T2-S1c R9	104,5-105,0	0,0	2,5	38,9	58,6	20,7	0,555	96,9	33,2	21,1	12,1	1,03		19,8	16,4	2,60								
B		T2-S1c R10	109,5-110,0	0,0	8,6	33,8	57,6	18,0	0,513	93,7	30,4	19,6	10,8	1,14		20,4	17,3	2,66								
B		T2-S1c R11	114,5-115,0	0,0	1,0	42,1	56,9	20,8	0,558	98,2	32,9	21,0	11,9	1,01		20,0	16,5	2,63								
B		T2-S1c R12	119,00-119,5	0,0	4,1	24,9	71,0	19,9	0,515	99,8	28,7	20,2	8,5	1,03		20,0	16,7	2,58								
B		PS-S4 C6	71,5-72,0	0,0	8																					

COMMITTENTI: STADIO TdV S.p.A. - EURNOVA S.r.l.

LOCALITA': TOR DI VALLE - ROMA



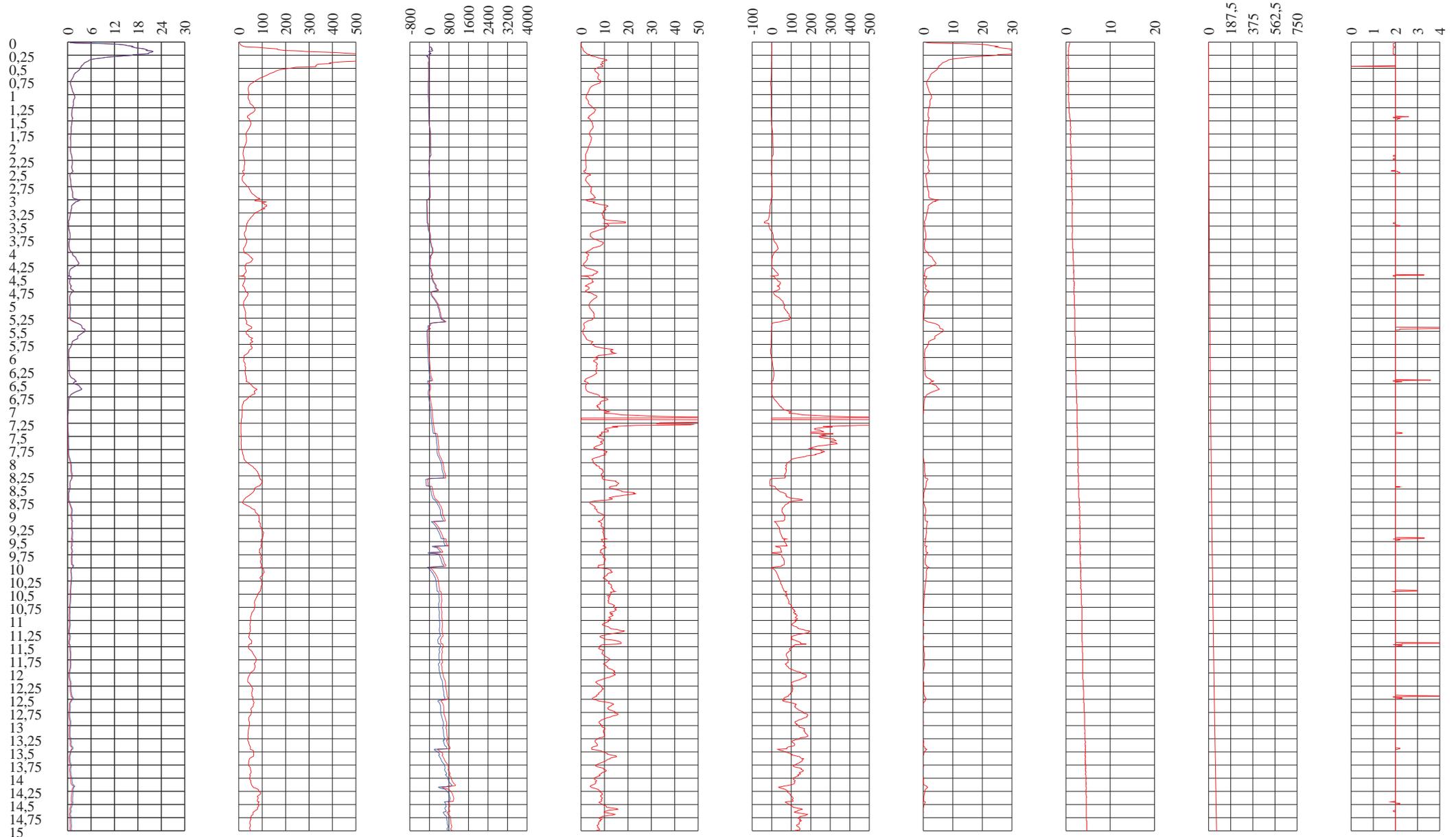
GRAFICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DESUNTI DALLE PROVE DI LABORATORIO - CAMPAGNA GEOGNOSTICA APRILE-MAGGIO 2015

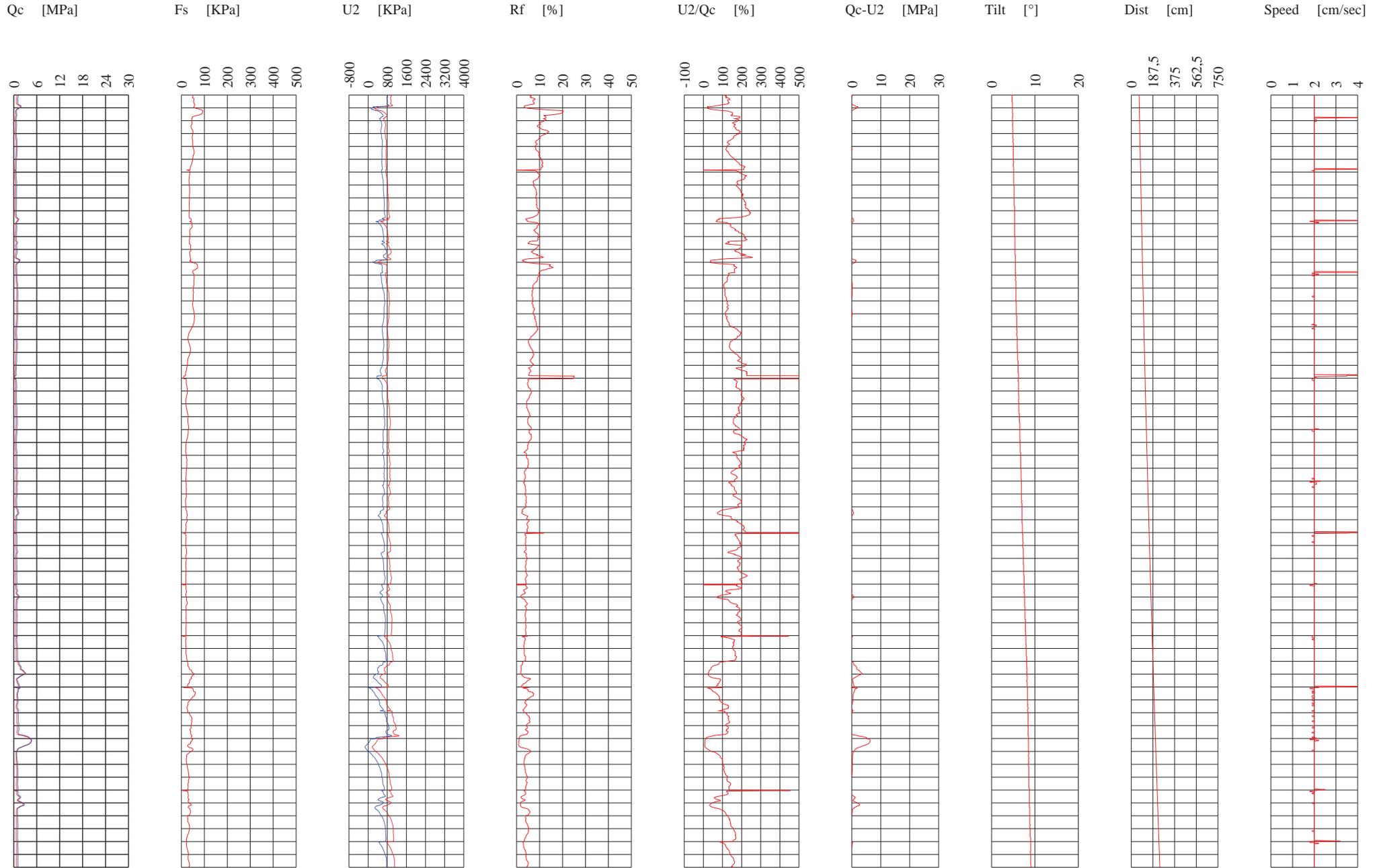
Unità litotecniche	Ambito geomorfologico	Riferimento campione	Profondità (metri dal p.c.)	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Umidità naturale (%)	Indice dei vuoti	Grado di saturazione %	Limite Liquido %	Limite Plastico %	Indice di plasticità IP	Indice di consistenza IC	Peso di volume $\gamma$ (kN/mc)	Peso volume secco $\gamma_s$ (kN/mc)	Angolo di attrito $\phi$ (°)	Coesione drenata c (kPa)	Coesione non drenata Cu (kPa)	Modulo edometrico Ed (kPa) (100-200 KPa)	Coeff Consolid.Cv (cmq/s) (100 200 kPa)	Permeabilità k (cm/s) (100-200 kPa)		
UNITA' A	B	S19C1	5,00	0,3	6,1	56,5	37,1	41,30	1,169	90,2					16,30	11,5	26,8	9,2		4525	0,000265	5,74E-09		
UNITA' B	A	S17C1	3,00	0,6	30,6	29,9	38,9	25,40	0,682	96,6	35,3	19,8	15,5	0,64	19,00	15,2	28,8	20,9		3831	0,000273	6,99E-09		
	A	S6C1	3,00	1,2	10,4	31,4	57,0	18,90	0,522	96,8	48,3	25,1	23,2	1,27	20,50	17,2	29,6	22,0		3110	0,000369	1,16E-08		
	B	A4C1	2,00		70,5	15,3	14,2	20,20	0,578	94,3					20,10	16,7								
	B	A7C1	1,50	0,3	38,3	25,7	35,7	23,60	0,658	94,1	43,0	24,0	19,0	1,02	19,20	15,5								
	B	S4C1	3,50		4,9	33,0	62,1	27,80	0,754	99,7	54,4	30,3	24,2	1,10	19,30	15,1			102					
UNITA' C	B	S16C1	7,50		7,1	46,1	46,8	26,40	0,710	99,6	33,4	23,7	9,7	0,72	19,40	15,3	28,7	27,0						
	A	S9C1	5,50	0,5	16,9	40,9	41,7	22,00	0,637	92,1					19,50	16,0				7143	0,001958	2,69E-08		
	A	S8C1	4,00	0,5	22,4	34,7	42,4	22,40	0,579	100,0	37,9	19,5	18,4	0,84	19,70	16,1			45					
	B	S12C1	4,50	1,9	1,6	38,8	57,7	23,70	0,698	91,4	50,9	26,0	24,9	1,09	19,30	15,6	28,9	12,6						
	B	S15C1	4,00	0,5	3,2	24,5	71,8	25,90	0,703	99,7	61,6	24,3	37,3	0,95	19,60	15,5	24,8	19,0						
	B	S2C1	4,50	1,2	19,4	37,7	41,7	25,60	0,758	89,1	37,7	22,5	15,2	0,80	18,50	14,7					2725	0,000372	1,34E-08	
	B	S18C1	5,00	1,0	1,2	24,8	73,0	26,00	0,704	100,0					19,60	15,6			97					
	A	S14C1	6,50		6,5	31,9	61,6	22,50	0,652	90,9	46,7	21,2	25,5	0,95	19,20	15,6	26,6	18,4						
	B	A2C1	3,50	0,7	4,1	18,8	76,4	30,20	0,829	98,2	38,9	20,5	18,4	0,47	18,80	14,4								
	B	A9C1	4,50	0,2	4,1	21,0	74,7	23,20	0,606	99,3	58,3	23,4	34,9	1,01	19,50	15,9								
B	S11C1	2,00	0,6	2,8	21,9	74,7	30,20	0,791	99,7	73,6	40,3	33,3	1,30	18,60	14,3					4675	0,002289	2,49E-08		
UNITA' D	A	S17C2	16,00		8,6	24,1	67,3	73,30	1,814	96,7	84,6	50,0	34,6	0,33	14,50	8,3	27,5	21,0						
	A	S9C2	12,20	1,3	10,3	24,3	64,1	33,20	0,892	100,0	60,2	26,1	34,1	0,79	18,60	14,0				3215	0,000154	4,70E-09		
	A	S9C3	31,50		6,1	19,5	74,4	50,50	1,330	99,8					16,60	11,0			29					
	A	S8C2	22,00		0,0	34,8	65,2	32,50	0,884	98,9	49,6	29,1	20,5	0,83	18,50	14,0	25,6	26,0						
	B	S3C1	15,00	0,1	17,7	62,3	19,9	87,40	2,202	83,1	140,6	95,4	45,2	1,18	12,00	6,4					1314	0,000248	1,85E-08	
	A	S6C2	10,00	0,6	2,2	40,9	56,3	28,00	0,779	97,8					19,20	15,0			33					
	A	S8C3	43,00	0,1	1,1	45,4	53,4	28,90	0,833	96,9					19,10	14,7	28,7	13,9						
	A	S13C1	8,00		0,2	29,0	70,8	23,70	0,617	98,8					19,30	15,6	29,0	26,0						
	A	S13C2	28,20	0,5	5,6	12,7	81,2	50,20	1,300	99,8	71,1	37,4	33,7	0,62	16,60	11,0					2853	0,000224	7,70E-09	
	A	S7C1	8,00	3,3	2,6	21,7	72,4	32,70	0,889	96,5	68,1	37,0	31,1	1,14	18,10	13,6					4843	0,000179	3,63E-09	
	A	S7C2	25,50	0,1	2,5	32,7	64,7	37,50	1,017	99,3	56,4	26,2	30,2	0,62	18,00	13,1			23					
	B	S4C2	12,50		4,4	16,6	79,0	83,50	2,221	95,0	103,9	63,3	40,6	0,50	14,10	7,7	25,4	26,0						
	B	S1C1	8,00	1,6	3,3	24,5	70,6	38,20	1,020	99,8	50,5	31,1	19,4	0,63	17,90	12,9	25,2	15,1						
	B	S1C2	15,00		18,2	40,2	41,6	127,20	3,119	87,6					11,60	5,1			40					
	B	S1C3	25,00		1,3	30,3	68,4	37,80	1,140	90,2					17,20	12,5	24,5	20,0						
	B	S18C2	11,00	1,8	9,0	74,5	14,7	69,60	1,791	99,6	102,1	54,8	47,3	0,69	15,30	9,0					1437	0,000091	6,21E-09	
	B	S10C1	13,50		16,9	31,4	51,7	29,80	0,723	99,1					17,80	13,7	25,1	8,8						
	A	S14C2	20,00		0,9	52,6	46,5	26,40	0,712	99,4					20,50	15,4					3774	0,000389	1,01E-08	
	B	S11C2	13,00		5,2	51,3	43,5	31,70	0,854	99,9	38,1	22,2	15,9	0,40	18,70	14,2			20					
	B	S5C1	9,00	3,3	1,7	32,8	62,2	26,40	0,755	96,9	53,3	29,5	23,8	1,13	19,60	15,5	26,7	28,0						
	B	S19C2	13,00		7,8	30,9	61,3	66,20	1,734	99,2	97,8	50,3	47,5	0,67	15,50	9,3	26,1	17,1						
	A	S9C4	46,50		0,6	19,4	80,0	30,30	0,840	96,9	57,4	26,1	31,3	0,87	18,70	14,3	24,8	29,0						
	A	S6C3	30,00		1,4	25,6	73,0	29,40	0,779	100,0	38,7	21,0	17,7	0,52	18,90	14,6					3565	0,000250	6,87E-09	
	A	S13C3	43,50		1,6	43,0	55,4	23,00	0,696	90,2	32,4	18,9	13,5	0,69	19,40	15,8			57					
B	S15C2	22,00		1,3	26,3	72,4	42,80	1,136	99,1	64,0	33,1	30,9	0,69	17,30	12,1	24,6	13,2							
B	A1C1	9,10		1,0	24,8	74,2	30,00	0,798	99,7	61,3	30,6	30,7	1,02	18,80	14,5									
B	A3C1	8,50		2,7	23,2	74,1	38,20	1,007	99,9	51,4	28,9	22,5	0,59	17,80	12,9									
B	A5C1	11,50		5,7	21,0	73,3	59,70	1,526	97,9	75,2	35,3	39,9	0,39	15,50	9,7									
B	A6C1	11,60	0,3	3,2	29,1	67,4	30,20	0,795	99,4	51,4	30,1	21,3	1,00	18,60	14,3									
B	A8C1	7,20		6,6	50,7	42,7	24,90	0,679	97,2	40,3	21,4	18,9	0,82	19,40	15,5									
A	S14C3	30,00		64,4	17,6	18,0	20,80	0,562	99,9					20,50	17,0			29						

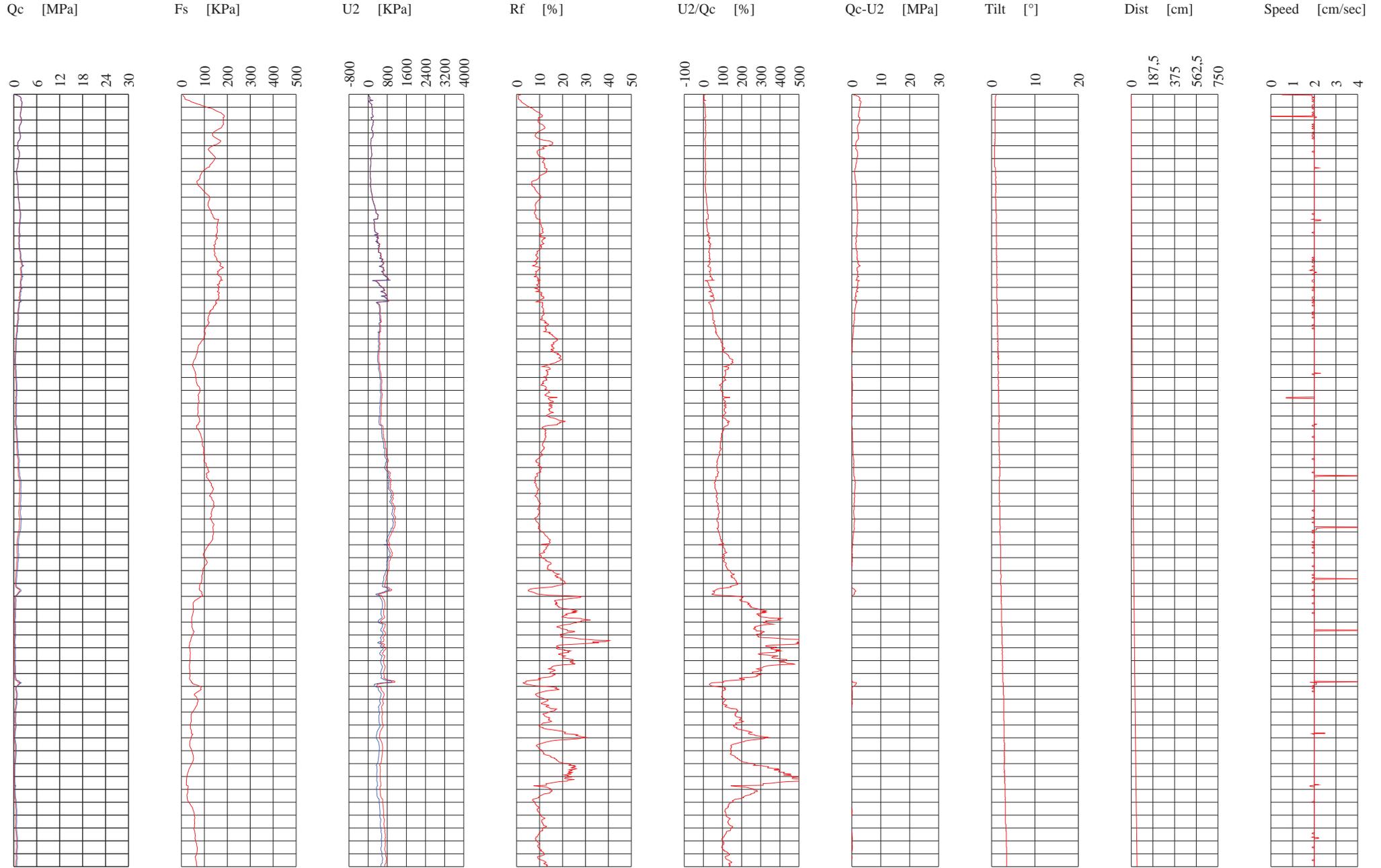
Unità litotecniche	Ambito geomorfologico	Riferimento campione	Profondità (metri dal p.c.)	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Umidità naturale (%)	Indice dei vuoti	Grado di saturazione %	Limite Liquido %	Limite Plastico %	Indice di plasticità IP	Indice di consistenza IC	Peso di volume $\gamma$ (kN/mc)	Peso volume secco $\gamma_s$ (kN/mc)	Angolo di attrito $\phi$ (°)	Coesione drenata c (kPa)	Coesione non drenata Cu (kPa)	Modulo edometrico Ed (kPa) (100-200 KPa)	Coeff Consolid.Cv (cmq/s) (100 200 kPa)	Permeabilità k (cm/s) (100-200 kPa)
UNITA'E	B	S16C2	27,50		31,9	33,8	34,3	27,60	0,733	98,9					18,90	14,8				4348	0,001119	2,52E-08
	B	S16C3	38,50		84,5	8,4	7,1	13,20	0,579	60,7					18,70	16,6	32,7	11,6				
	A	S17C3	50,00		72,4	13,5	14,1	19,30	0,570	90,4					19,90	16,7	31,4	16,4				
	A	S8C4	56,50	1,1	67,7	15,2	16,0	16,30	0,455	97,1					21,20	18,2				10811	0,000560	5,08E-09
	B	S3C2	20,00	0,2	53,8	23,1	22,9	27,40	0,784	93,9	30,3	23,0	7,3	0,40	18,80	14,8				5236	0,001685	3,16E-08
	B	S3C3	32,50		71,5	13,4	15,1	13,70	0,470	77,7					20,20	17,8	31,3	4,9				
	B	S3C4	54,50		49,1	25,7	25,2	26,50	0,723	96,8					19,00	15,0	30,7	23,6				
	A	S7C3	41,50		63,7	19,1	17,2	13,20	0,413	86,2					21,20	18,7	29,2	30,8				
	A	S7C4	55,40		48,5	30,4	21,1	23,10	0,752	85,4					19,10	15,6	29,4	9,0				
	B	S12C2	19,00	0,4	24,6	43,8	31,2	26,10	0,730	98,0					19,60	15,6				4963	0,002538	5,02E-08
	B	S12C3	44,50	0,4	64,7	19,4	15,5	16,00	0,523	85,4					20,80	18,0	42,8	8,1				
	B	S4C3	35,50		0,6	53,4	46,0	27,30	0,790	95,7					19,30	15,2				4608	0,001297	2,76E-08
	B	S4C4	51,50		63,2	21,7	15,1	22,80	0,633	95,0					19,50	15,9	34,8	9,1				
	B	S15C3	42,50		18,2	39,4	42,4	27,30	0,761	94,2					18,60	14,6				2793	0,000325	1,14E-08
	B	S15C4	58,50		55,2	25,4	19,4	25,10	0,670	99,3					19,50	15,6	33,0	27,9				
	B	S2C2	28,00		15,5	43,6	40,9	28,90	0,785	98,1					18,90	14,7				3617	0,000620	1,68E-08
	B	S2C3	36,00		60,6	20,9	18,5	29,70	0,814	98,4					18,90	14,6	34,0	7,3				
	B	S2C4	49,50	0,8	67,9	16,3	15,0	30,30	0,957	83,2					17,20	13,2	36,2	20,9				
	B	S18C3	31,10		65,0	18,4	16,6	24,10	0,705	91,1					19,00	15,3	30,0	7,0				
	B	S18C4	56,50	2,6	4,6	51,5	41,3	24,30	0,659	98,9	30,2	19,8	10,4	0,57	19,70	15,9	25,8	30,0				
B	S10C2	47,50		0,5	21,4	78,1	27,70	0,885	86,3	46,9	20,4	20,4	0,94	18,30	14,4				3883	0,000383	9,67E-09	
B	S11C3	32,50		67,3	17,2	15,5	22,10	0,608	94,5					19,40	15,9	32,4	23,2					
B	S5C2	21,00		51,5	23,9	24,6	26,90	0,729	97,6					19,10	15,0	32,9	18,4					
B	S5C3	41,00		0,2	13,7	86,1	32,60	0,885	98,8					18,50	14,0				2878	0,000165	5,62E-09	
B	S5C4	58,00		71,6	14,0	14,4	15,70	0,467	91,2					20,90	18,1	32,1	22,3					
B	S19C3	51,00		10,2	42,4	47,4	28,30	0,790	93,3	39,6	22,5	17,1	0,66	18,30	14,3	28,4	16,2		4572	0,000540	1,16E-08	
UNITA' F	A	S6C4	61,50	18,9	48,9	16,9	15,3	8,10	0,407	55,0					20,90	19,3	35,9	8,7				
	A	S13C4	58,00	17,0	50,1	16,5	16,4	8,00	0,337	65,2					21,70	20,0	41,2	1,0				
	B	S10C3	66,50	55,8	43,5	0,7		4,50	0,259	47,5					22,10	21,1	44,4	2,4				
	B	S11C4	63,50	37,0	58,6	4,4		9,20	0,298	83,4					22,40	20,5	44,0	0,3				
	A	S14C4	69,00	0,5	55,3	24,2	20,0	17,20	0,457	98,5					20,70	17,7	36,6	16,0				
UNITA' G	B	S16C4	69,00		11,2	32,8	56,0	16,80	0,472	93,7	31,2	20,0	11,2	1,28	20,60	17,6	28,8	13,0		3945	0,000600	1,49E-08
	A	S17C4	71,00		8,3	50,9	40,8	19,40	0,550	95,8					20,50	17,2	29,3	14,2	97	4310	0,000210	4,78E-09
	B	S12C4	69,50		7,6	43,4	49,0	20,50	0,566	97,8	27,4	17,2	10,2	0,68	20,40	16,9	27,7	31,0		4577	0,000293	6,28E-09
	B	S1C4	69,50		20,3	31,4	48,3	17,60	0,520	88,9	28,8	18,8	10,0	1,12	20,00	17,0	29,5	17,8		4662	0,000208	4,38E-09
	B	S10C4	69,50		10,1	43,8	46,1	22,40	0,616	97,8	33,2	20,1	13,1	0,83	20,00	16,3			90	4566	0,000172	3,70E-09
	B	S19C4	70,00		10,7	32,6	56,7	19,10	0,567	90,6					20,00	16,8	28,2	27,0		5047	0,000159	3,09E-09

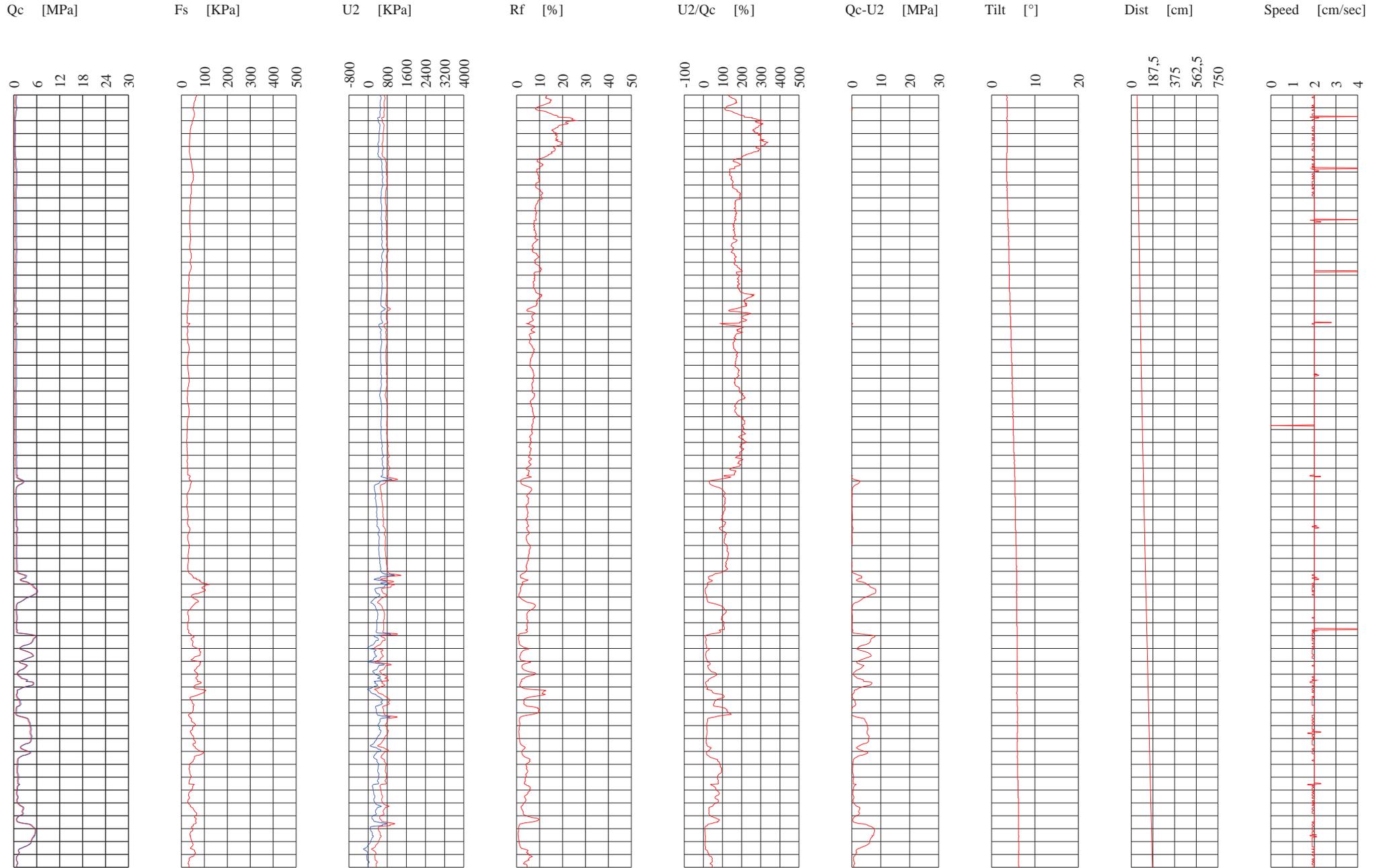


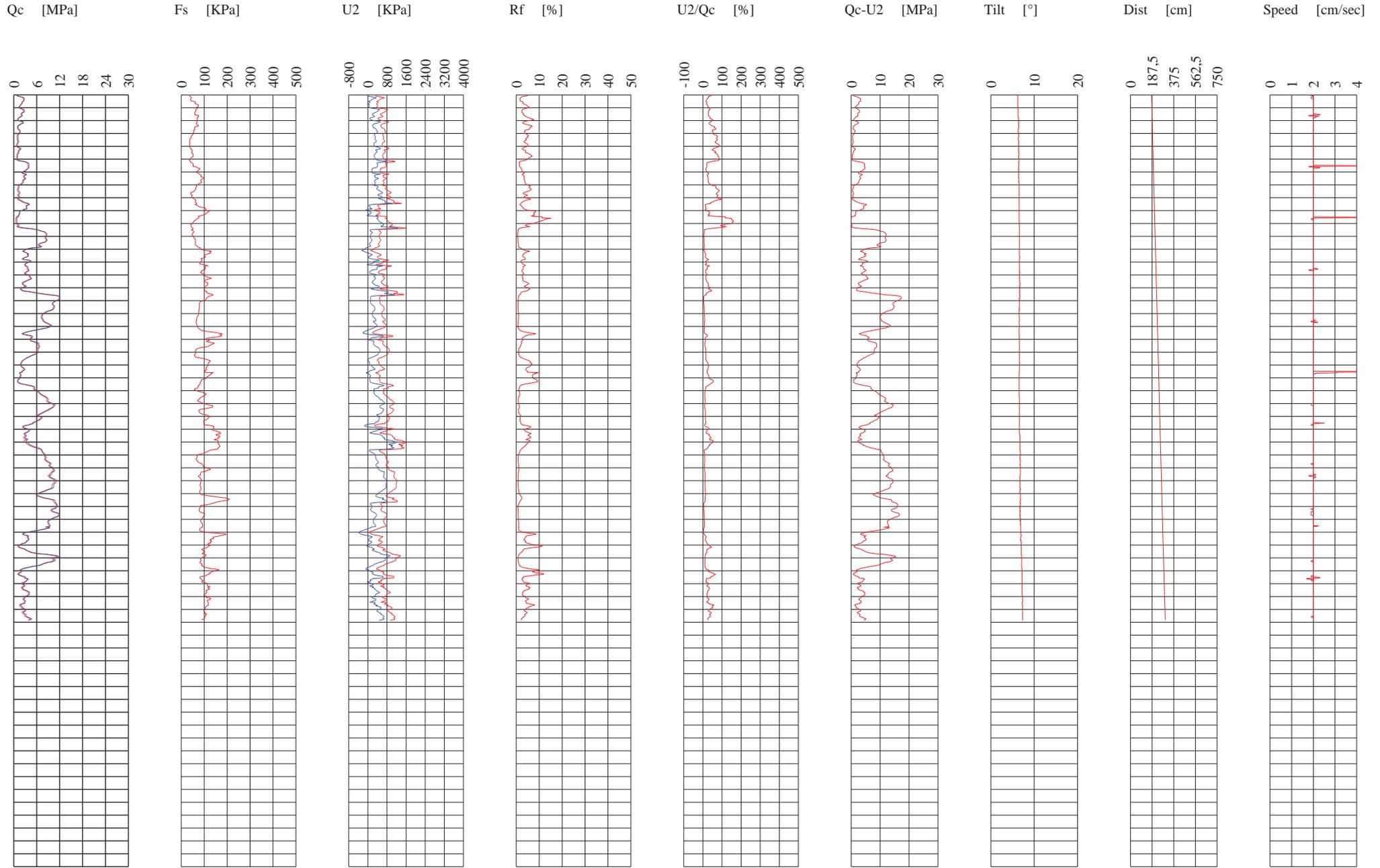
Qc [MPa]      Fs [KPa]      U2 [KPa]      Rf [%]      U2/Qc [%]      Qc-U2 [MPa]      Tilt [°]      Dist [cm]      Speed [cm/sec]

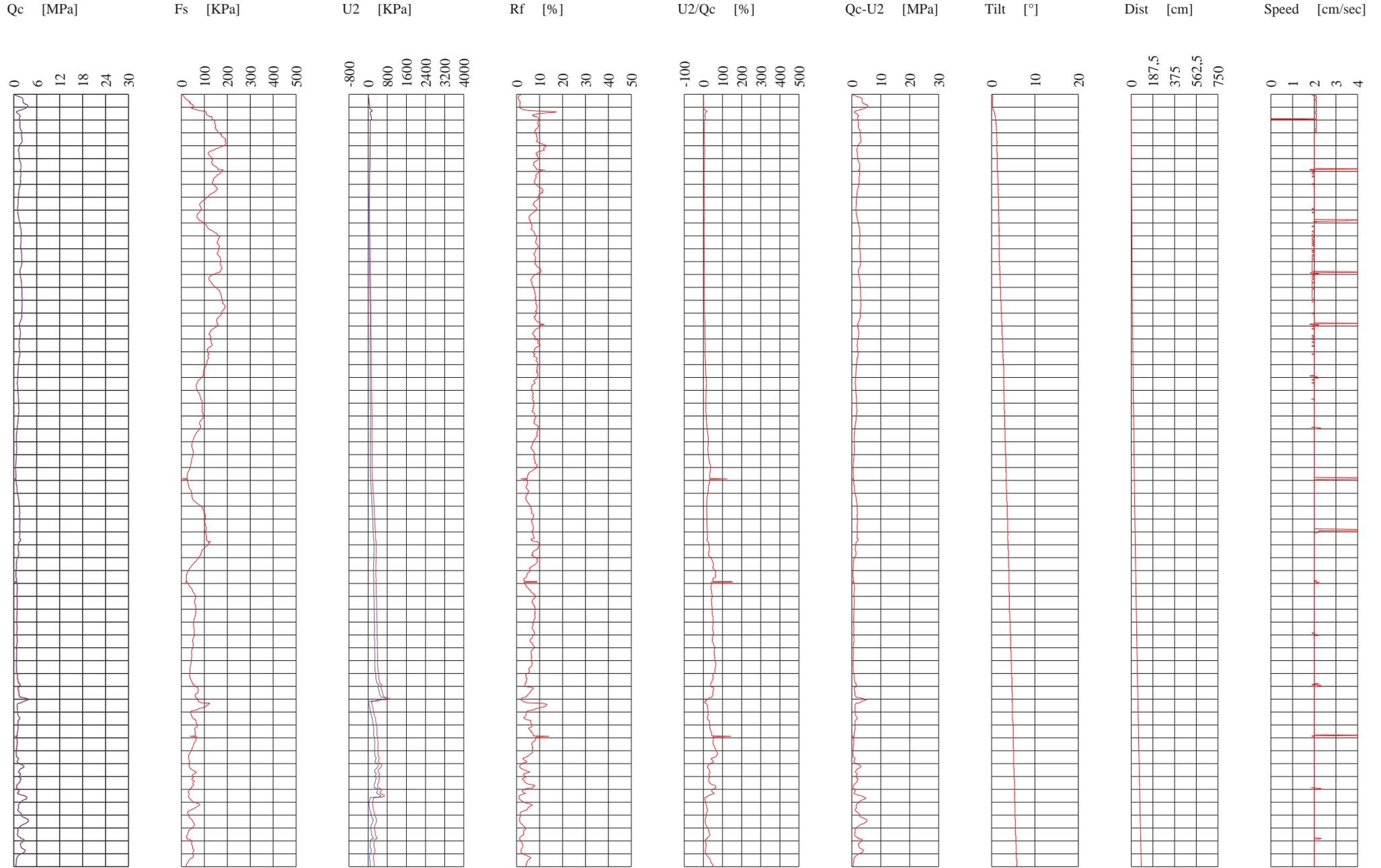






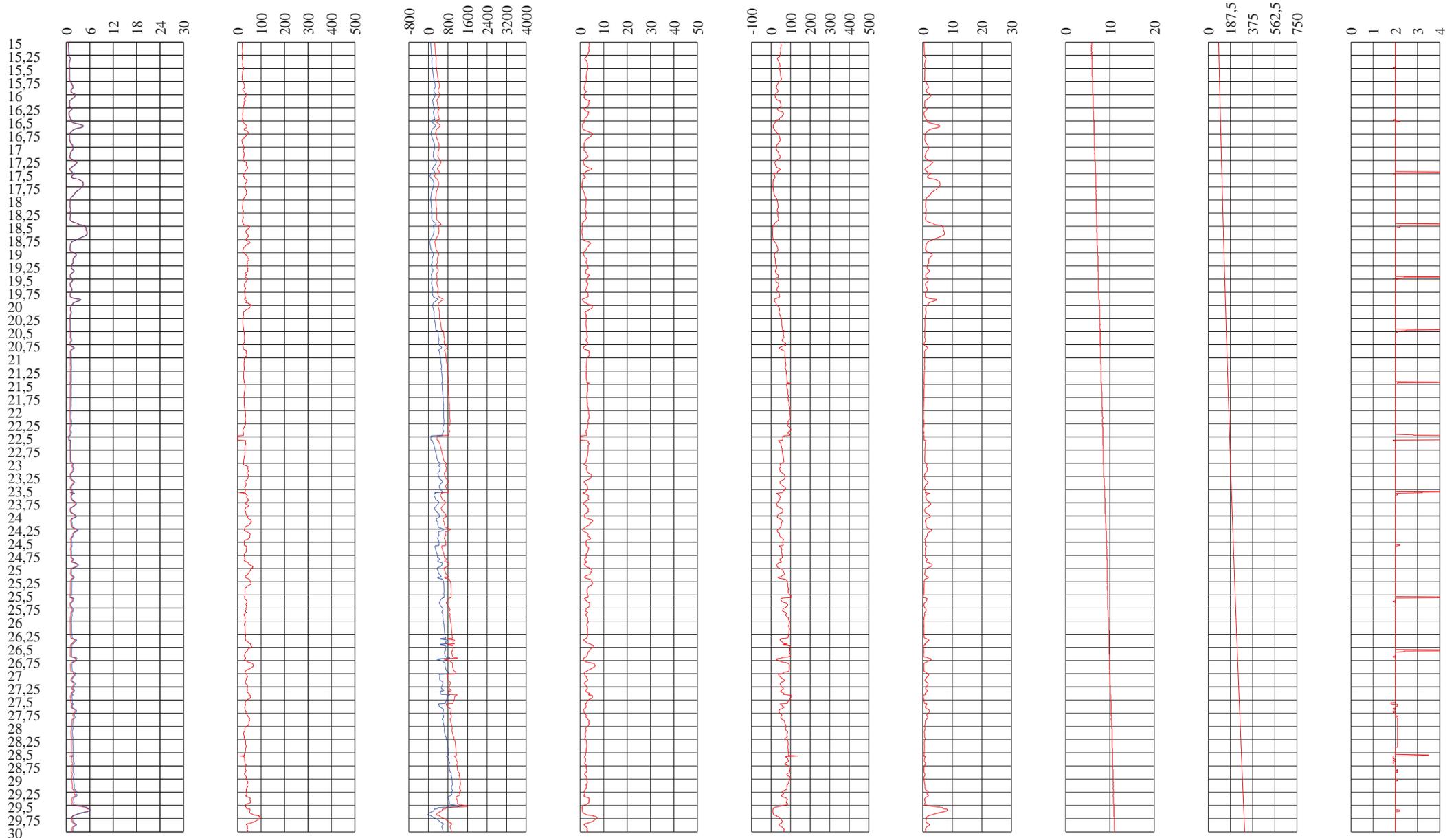






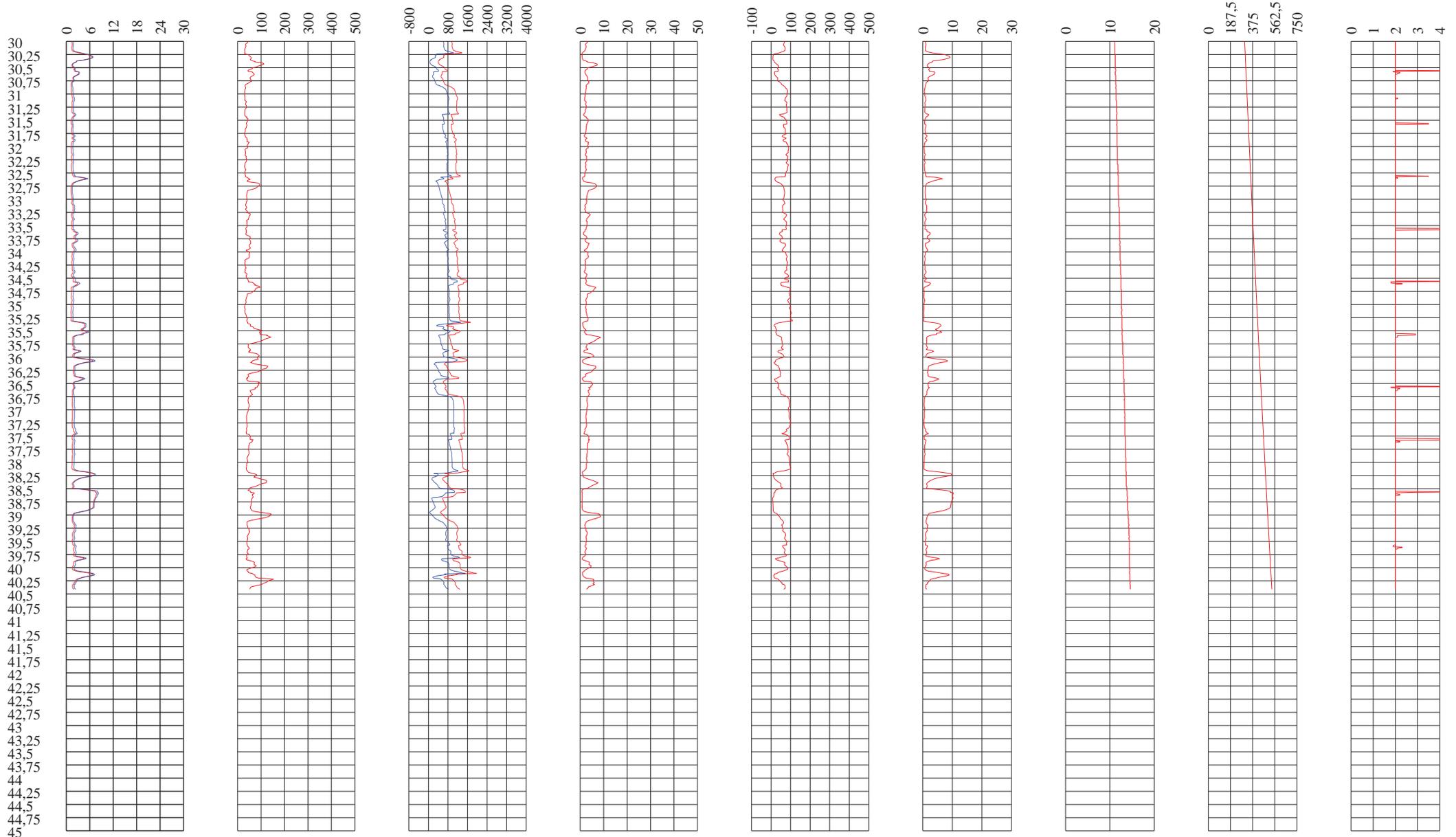


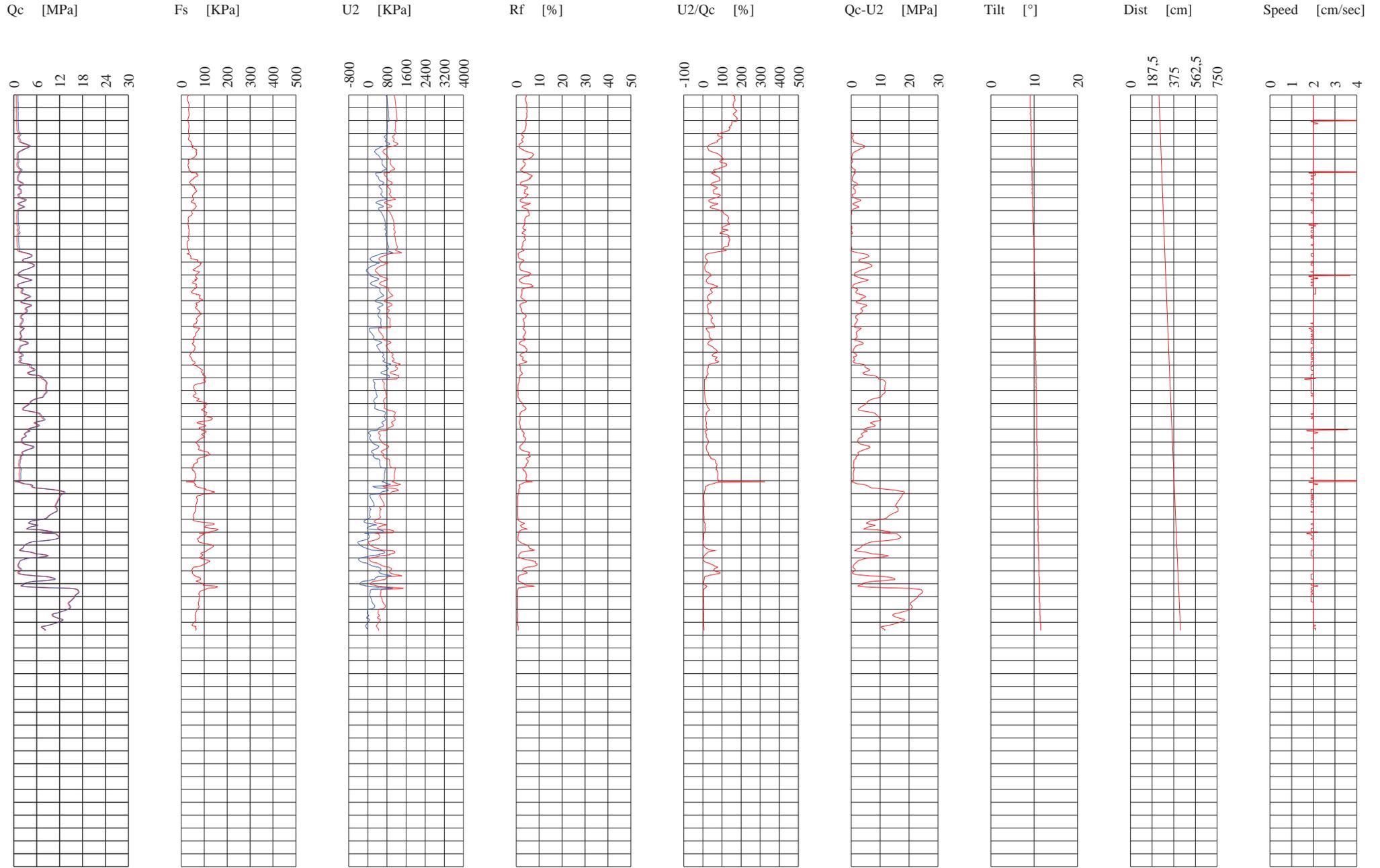
Qc [MPa]      Fs [KPa]      U2 [KPa]      Rf [%]      U2/Qc [%]      Qc-U2 [MPa]      Tilt [°]      Dist [cm]      Speed [cm/sec]





Qc [MPa]      Fs [KPa]      U2 [KPa]      Rf [%]      U2/Qc [%]      Qc-U2 [MPa]      Tilt [°]      Dist [cm]      Speed [cm/sec]













## RAPPORTO DI PROVA DOWN HOLE S16

**Vs30 da prova DH = 187.07 m/s**



Committenti:  
Stadio TdV S.p.A. - Eurnova S.r.l.

Località: "Tor di Valle", Roma

Strumento: sismografo 24 bit DAQLink III

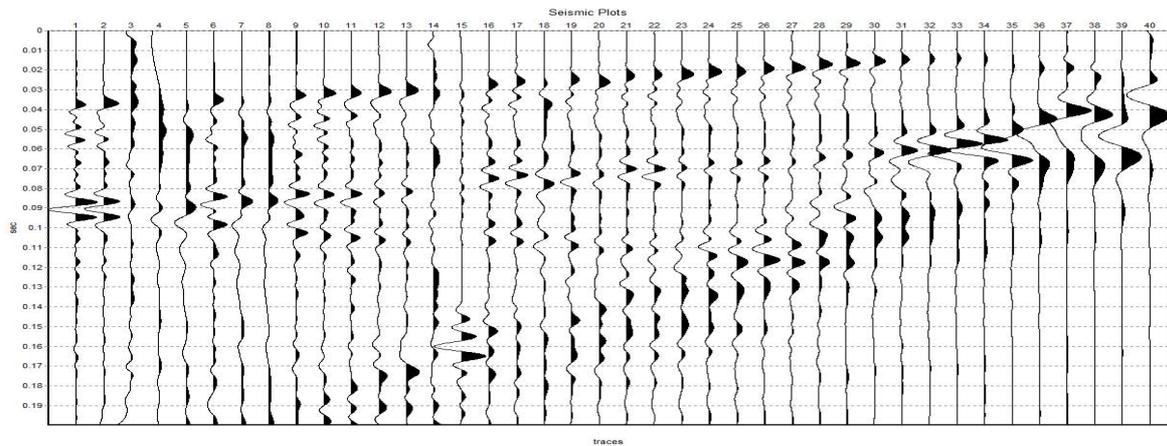
Profondità: 40 metri

Data inizio e fine prova: 30/04/2015

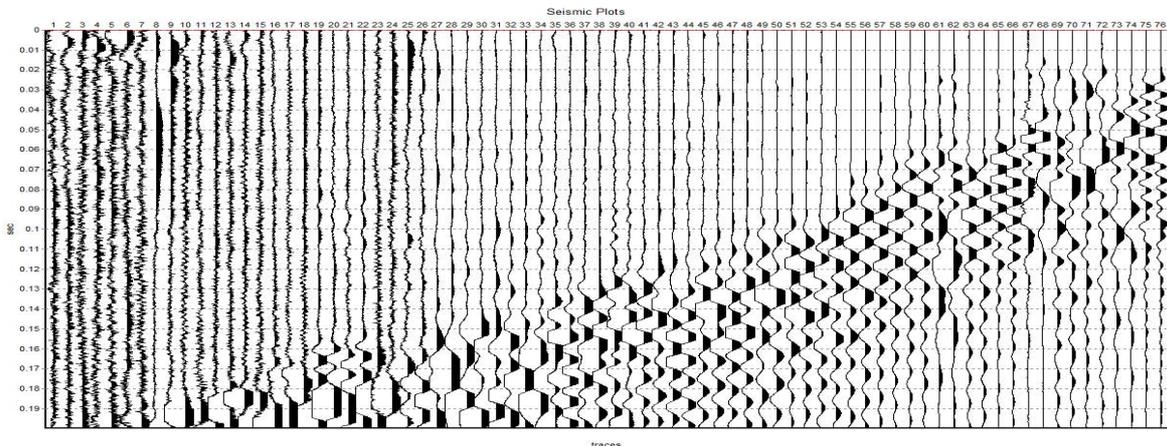
Shot: 2.15 m da boccaforo

Passo intergeofonico: 1 metro

### Sismogrammi onde di compressione P



### Sismogrammi onde di taglio S





## Risultati prova DH S16

### TOR DI VALLE - ROMA DOWN-HOLE S16

Profondità (m dal p.c.)	Tempi P (millisec)	VP media (m/s)	VP (m/s)	Tempi S (millisec)	VS media (m/s)	VS (m/s)
1	3.63	653.22	653.22	18.53	127.94	127.94
2	3.51	836.58	1163.07	22.01	133.41	139.37
3	4.34	850.43	879.54	24.16	152.77	215.21
4	5.38	844.09	825.62	28.45	159.62	184.44
5	6.89	789.94	628.62	34.12	159.52	159.10
6	8.29	768.83	678.21	40.03	159.22	157.76
7	9.56	765.98	749.31	47.16	155.27	135.18
8	10.92	758.60	710.66	54.13	153.04	139.01
9	12.07	766.63	837.61	61.05	151.57	140.76
10	13.06	783.19	972.23	68.38	149.58	133.81
11	14.15	792.10	893.66	74.54	150.36	158.64
12	15.27	798.37	874.56	81.06	150.40	150.74
13	16.33	806.89	925.50	88.05	149.65	141.23
14	17.33	817.32	982.28	95.38	148.50	135.05
15	18.47	820.43	866.58	100.56	150.69	189.83
16	19.46	829.59	996.51	104.47	154.53	250.21
17	20.26	845.78	1229.65	108.63	157.74	236.29
18	21.02	862.41	1295.76	112.86	160.62	233.00
19	21.83	875.92	1219.62	116.89	163.58	244.78
20	22.65	888.09	1206.73	120.56	166.85	268.77
21	23.37	903.29	1373.20	124.12	170.08	277.38
22	24.14	915.69	1286.89	128.78	171.65	213.00
23	25.09	920.70	1046.52	132.36	174.53	276.54
24	26.01	926.42	1080.89	136.33	176.75	249.95
25	26.81	935.93	1242.01	140.34	178.80	247.67
26	27.64	943.88	1198.21	144.01	181.16	270.54
27	28.32	956.41	1460.58	148.47	182.43	223.15
28	29.01	968.03	1440.47	153.14	183.38	213.26
29	29.81	975.50	1244.47	156.87	185.37	266.66
30	30.61	982.59	1244.89	160.78	187.07	254.58
31	31.37	990.58	1310.39	164.13	189.33	296.91
32	32.09	999.44	1383.15	168.01	190.89	256.71
33	32.83	1007.31	1346.39	172.25	191.99	235.10
34	33.67	1011.82	1187.17	175.56	194.05	300.80
35	34.34	1021.14	1486.97	178.98	195.92	291.27
36	35.08	1028.05	1347.32	184.62	195.34	177.04
37	36.01	1029.23	1073.25	189.01	196.09	227.27
38	36.95	1030.06	1061.98	192.24	197.99	308.51
39	37.76	1034.41	1231.90	195.12	200.18	345.88
40	38.69	1035.35	1073.56	198.16	202.15	327.85

**Vs30 187.07**

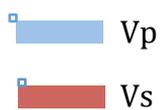
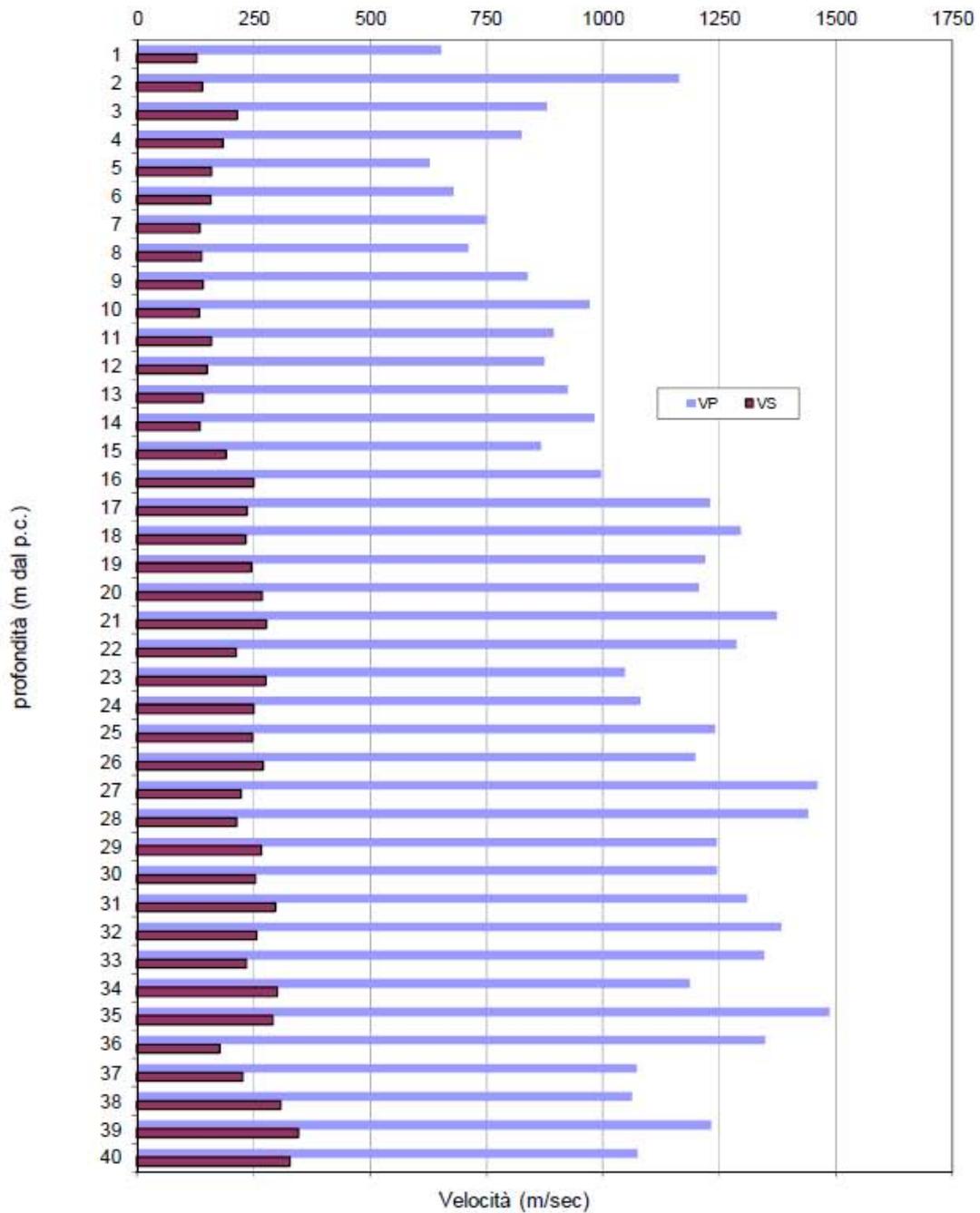
#### LEGENDA

**Tempi P** Tempi di arrivo delle onde P  
**VPM** Velocità media delle onde P  
**VPI** Velocità intervallare delle onde P

**Tempi S** Tempi di arrivo delle onde S  
**VPS** Velocità media delle onde S  
**VSI** Velocità intervallare delle onde S

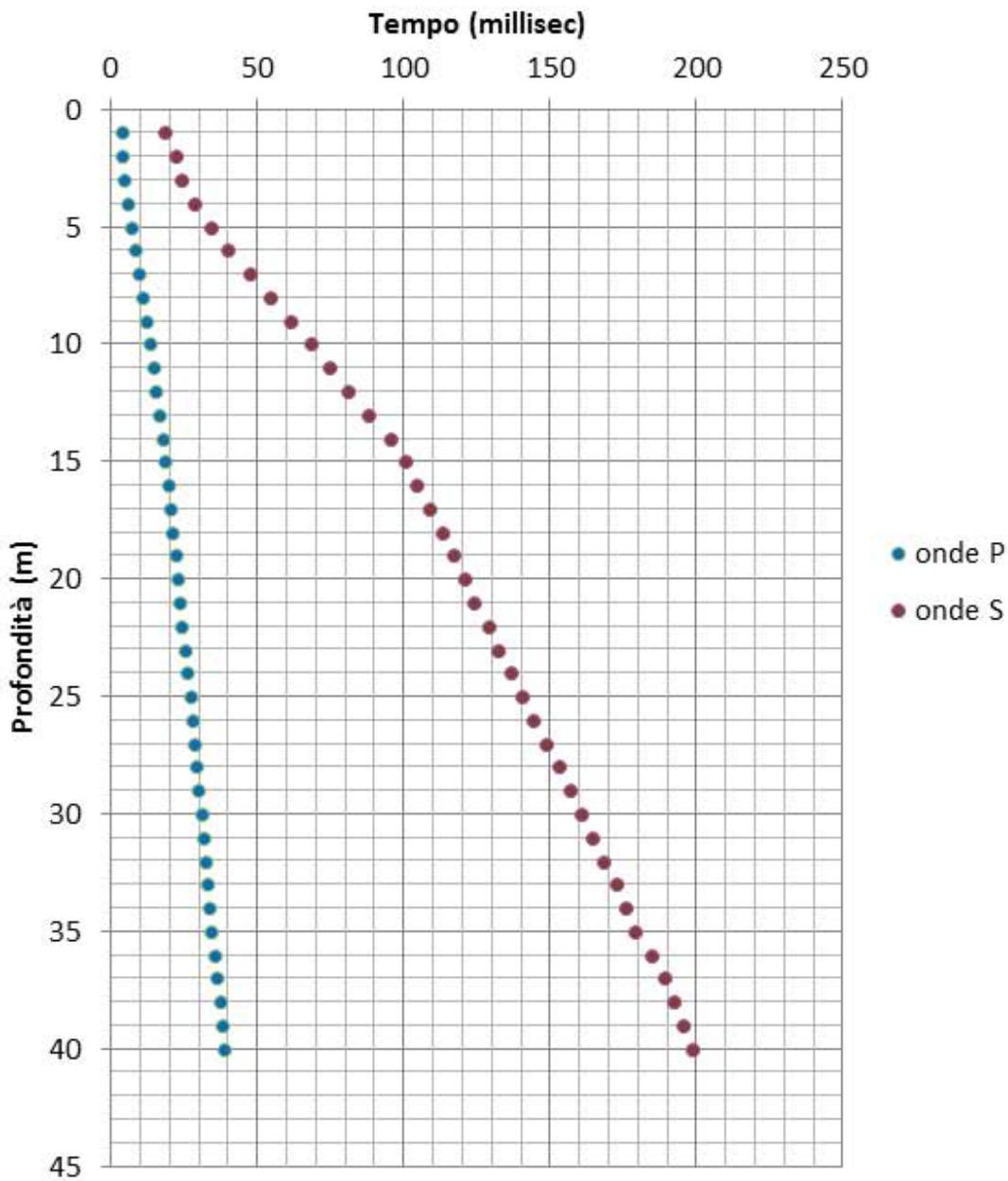


# Grafico prova DH S16





### Dromocrone prova DH S16





## RAPPORTO DI PROVA HVSRS6

Max. H/V a 0.7 +/- 5.6 Hz (nel range 0.5 - 20.0 Hz)



Committenti:  
Stadio TdV S.p.A. - Eurnova S.r.l.

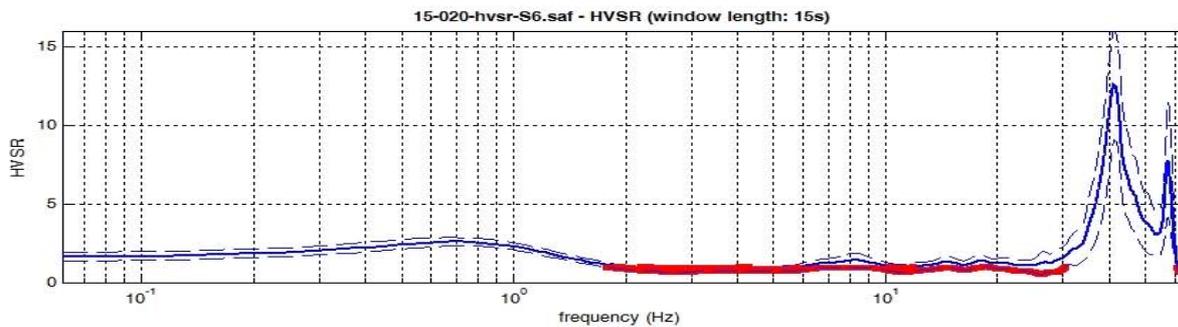
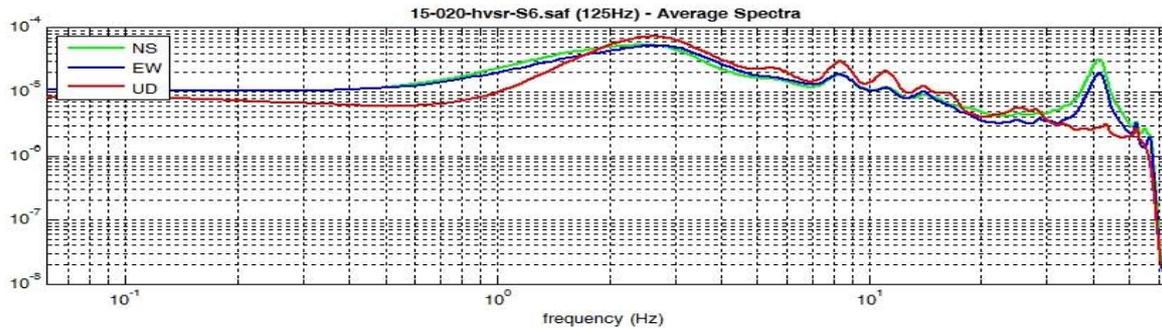
Località: "Tor di Valle", Roma

Data inizio e fine prova: 05/05/2015

Strumento: sismografo 24 bit DAQLink III

Frequenza campionamento (Hz): 125

Lunghezza della sequenza temporale (min):  
29.3



Nel range di frequenza 0.5-20.0Hz

Peak frequency (Hz): 0.7 ( $\pm 5.6$ )

Peak HVSRS value: 2.6 ( $\pm 0.3$ )

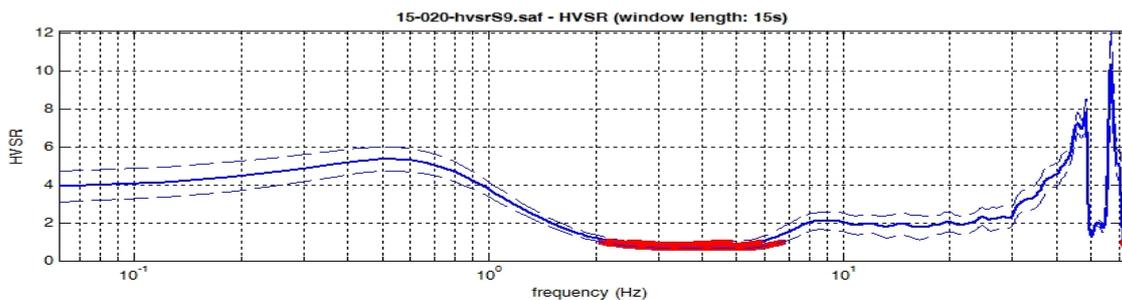
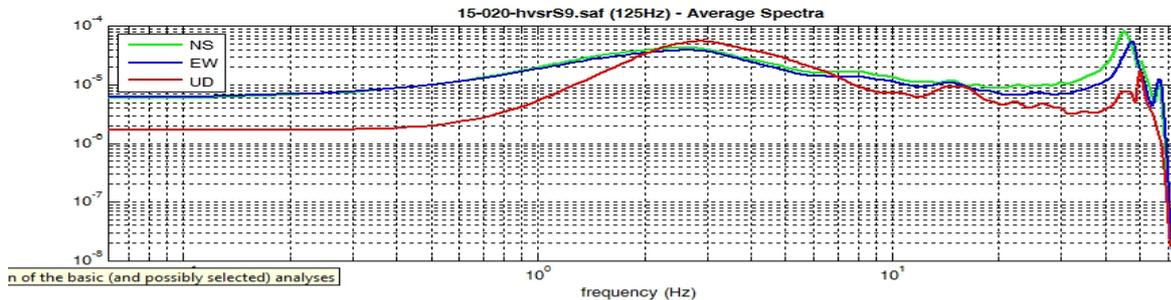


## RAPPORTO DI PROVA HVSr S9

Max. H/V a 0.6 +/- 2.2 Hz (nel range 0.5 - 20.0 Hz)



Committenti:  
Stadio TdV S.p.A. - Eurnova S.r.l.  
Località: "Tor di Valle", Roma  
Data inizio e fine prova: 05/05/2015  
Strumento: sismografo 24 bit DAQLink III  
Frequenza campionamento (Hz): 125  
Lunghezza della sequenza temporale (min):  
29.2



To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMiESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

Nel range di frequenza 0.5-20.0Hz

**Peak frequency (Hz): 0.6 ( $\pm 2.2$ )**

**Peak HVSR value: 5.4 ( $\pm 0.6$ )**



## RAPPORTO DI PROVA HVSRS11

Max. H/V a 1.0 +/- 8.4 Hz (nel range 0.5 - 20.0 Hz)



Committenti:  
Stadio TdV S.p.A. - Eurnova S.r.l.

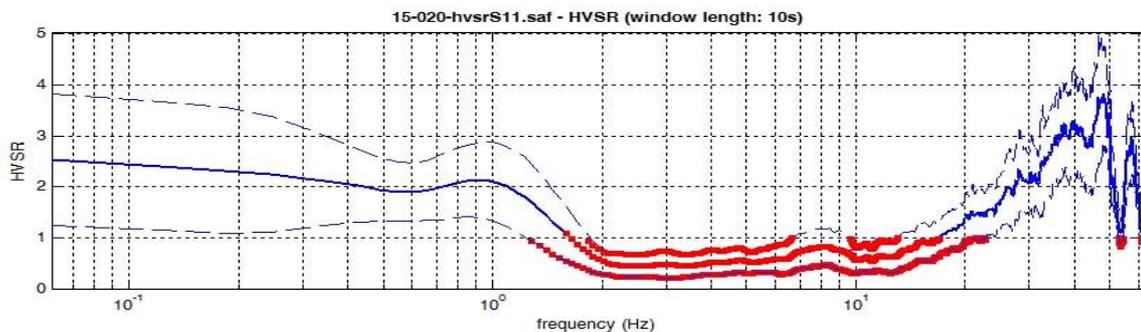
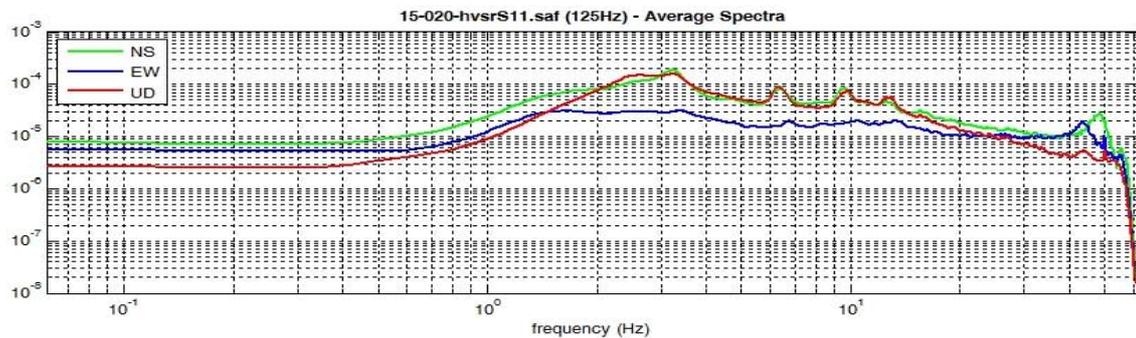
Località: "Tor di Valle", Roma

Data inizio e fine prova: 11/05/2015

Strumento: sismografo 24 bit DAQLink III

Frequenza campionamento (Hz): 125

Lunghezza della sequenza temporale (min):  
30.0



Nel range di frequenza 0.5-20.0Hz

**Peak frequency (Hz): 1.0 (±8.4)**

**Peak HVSRS value: 2.1 (±0.8)**

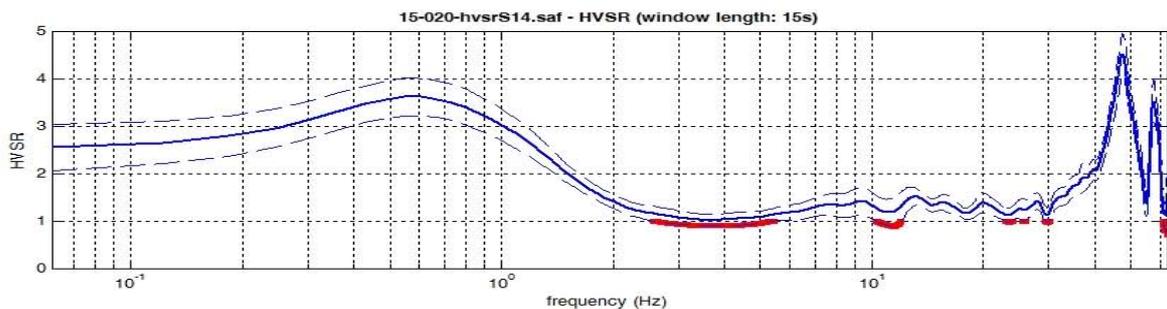
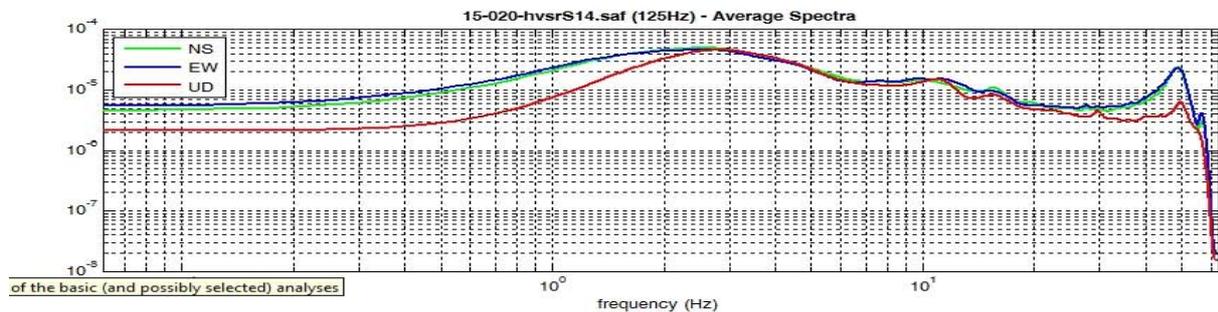


## RAPPORTO DI PROVA HVSr S14

Max. H/V a 0.6 +/- 2.2 Hz (nel range 0.5 - 20.0 Hz)



Committenti:  
Stadio TdV S.p.A. - Eurnova S.r.l.  
Località: "Tor di Valle", Roma  
Data inizio e fine prova: 08/05/2015  
Strumento: sismografo 24 bit DAQLink III  
Frequenza campionamento (Hz): 125  
Lunghezza della sequenza temporale (min):  
29.7



To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMIESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

Nel range di frequenza 0.5-20.0Hz

**Peak frequency (Hz): 0.6 (±2.2)**

**Peak HVSR value: 3.6 (±0.4)**

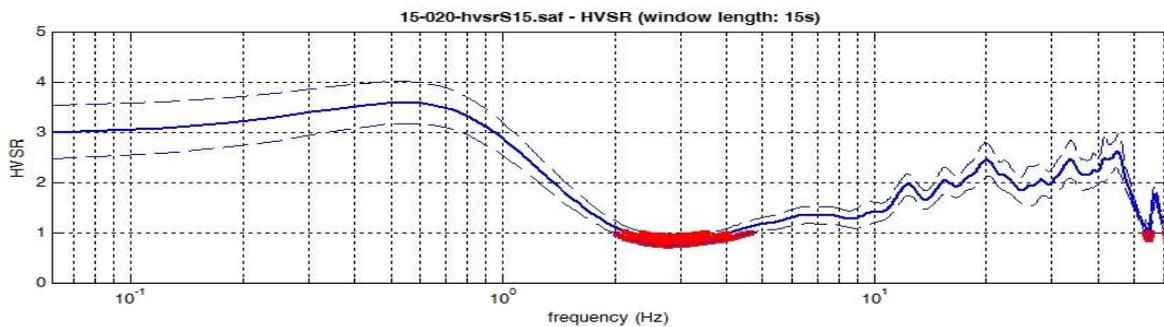
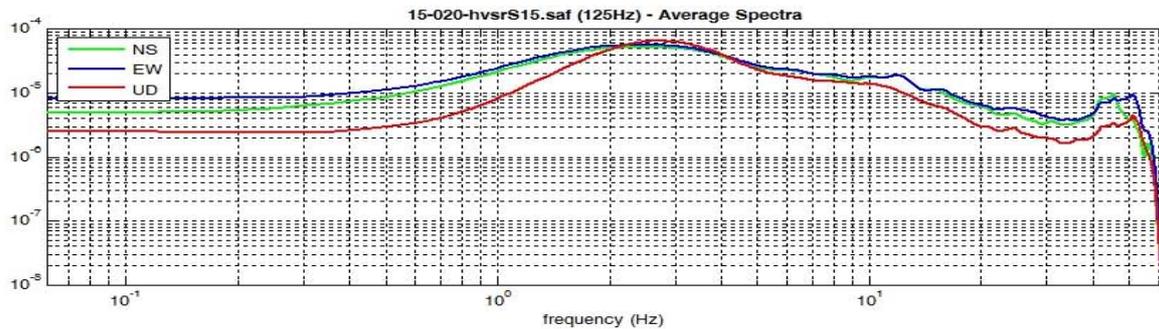


## RAPPORTO DI PROVA HVSr S15

Max. H/V a 0.6 +/- 6.9 Hz (nel range 0.5 - 20.0 Hz)



Committenti:  
Stadio TdV S.p.A. - Eurnova S.r.l.  
Località: "Tor di Valle", Roma  
Data inizio e fine prova: 11/05/2015  
Strumento: sismografo 24 bit DAQLink III  
Frequenza campionamento (Hz): 125  
Lunghezza della sequenza temporale (min):  
29.0



Nel range di frequenza 0.5-20.0Hz

Peak frequency (Hz): 0.6 ( $\pm 6.9$ )

Peak HVSr value: 3.6 ( $\pm 0.4$ )



## RAPPORTO DI PROVA HVSr S17

Max. H/V a 0.7 +/- 0.7 Hz (nel range 0.5 - 20.0 Hz)



Committente:  
Stadio TdV S.p.A. - Eurnova S.r.l.

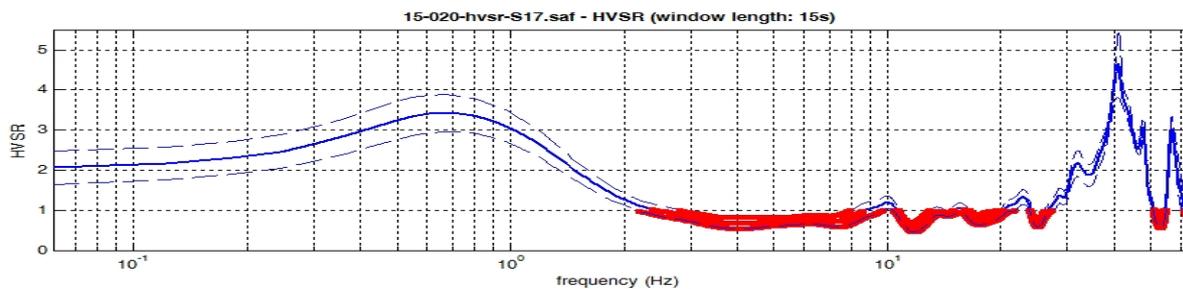
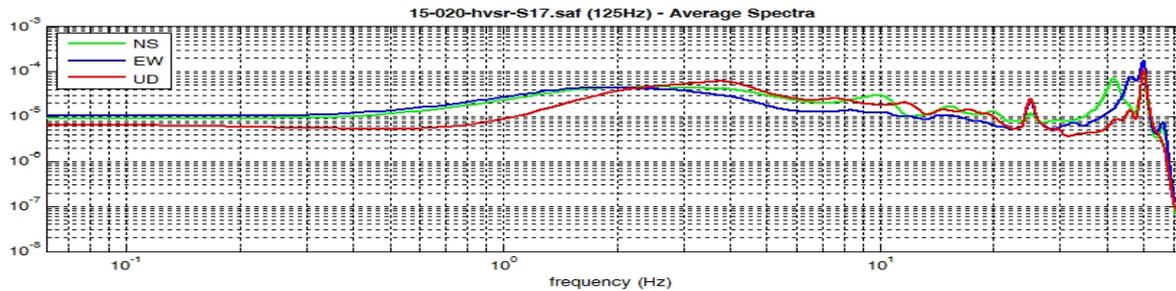
Località: "Tor di Valle", Roma

Data inizio e fine prova: 05/05/2015

Strumento: sismografo 24 bit DAQLink III

Frequenza campionamento (Hz): 125

Lunghezza della sequenza temporale (min):  
23.2



model the HVSr (also jointly with MASW or ReM/ESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

Nel range di frequenza 0.5-20.0Hz

**Peak frequency (Hz): 0.7 ( $\pm 0.7$ )**

**Peak HVSr value: 3.4 ( $\pm 0.4$ )**



**RAPPORTO DI PROVA**  
**MASW 1**

**Vs30 da analisi MASW = 212 m/s**



Committenti:  
Stadio TdV S.p.A. - Eurnova S.r.l.

Località: "Tor di Valle", Roma

Data inizio e fine prova: 05/05/2015

Strumento: sismografo 24 bit DAQLink III

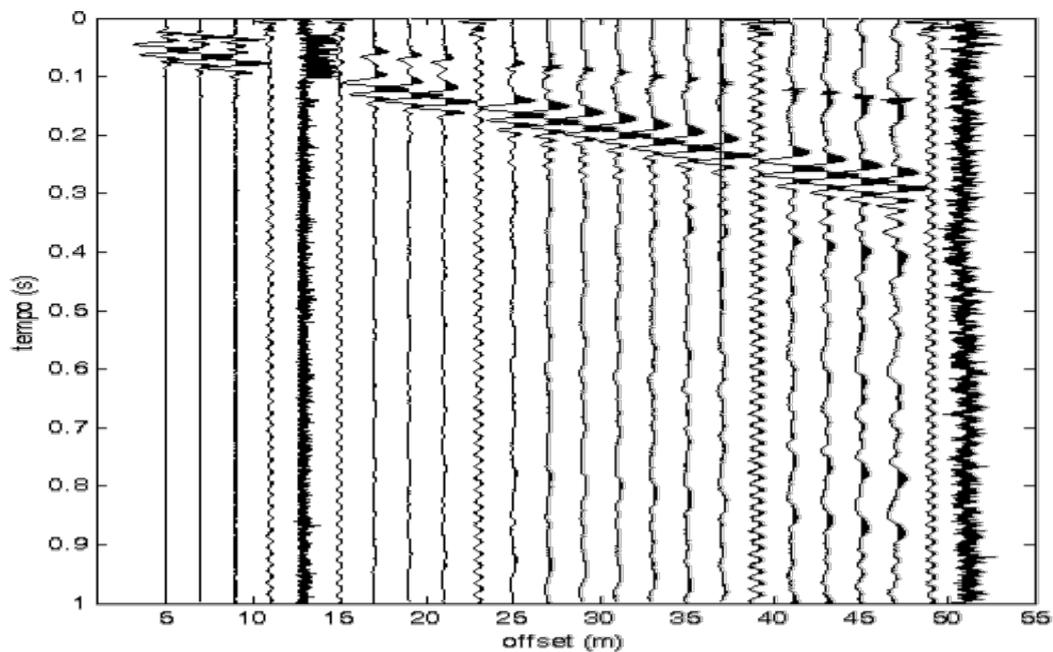
Energizzazione: massa battente 10 kg

N° geofoni: 24 con interspazio 2 metri

Software di processing: winMASW 5.2 PRO,

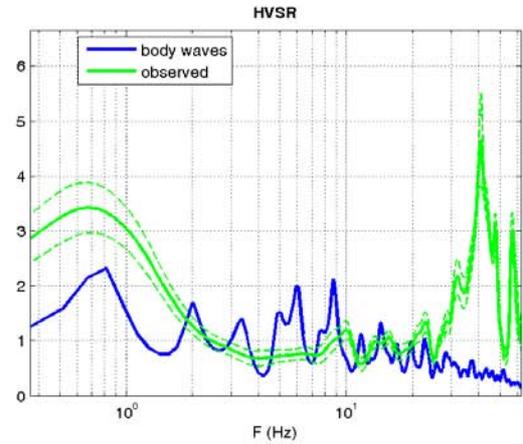
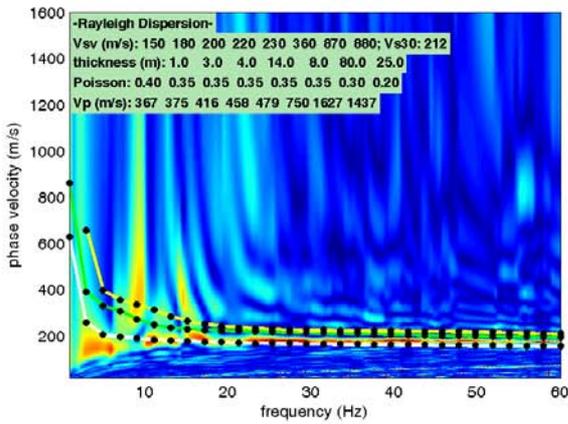
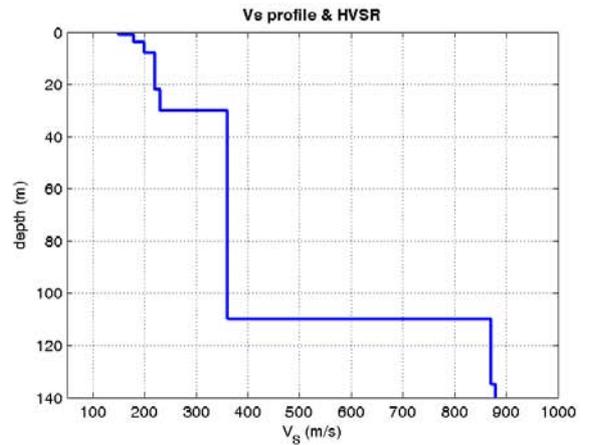
Tipologia di processing: modelling diretto,  
congiunto MASW - HVSr S17

**Tracce normalizzate MASW 1**





# Output prova MASW 1



Vs (m/s): 150 180 200 220 230 360 870 880  
 Thickness (m): 1.0, 3.0, 4.0, 14.0, 8.0, 80.0, 25.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>) (approximate values): 1.81 1.82 1.84 1.87 1.88 1.98 2.17 2.14  
 Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 41 59 74 90 99 257 1644 1659  
 Estimated static shear modulus (MPa) (approximate values): 0 0 0 0 0 0 0 0

Analyzing Phase velocities  
 Analysis: Rayleigh Waves  
 Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)  
 Vp (m/s): 367 375 416 458 479 750 1627 1437  
 Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30 0.20  
 Vs30 (m/s): 212



## RAPPORTO DI PROVA MASW 2

**Vs30 da analisi MASW = 210 m/s**



Committenti:  
Stadio TdV S.p.A. - Eurnova S.r.l.

Località: "Tor di Valle", Roma

Data inizio e fine prova: 05/05/2015

Strumento: sismografo 24 bit DAQLink III

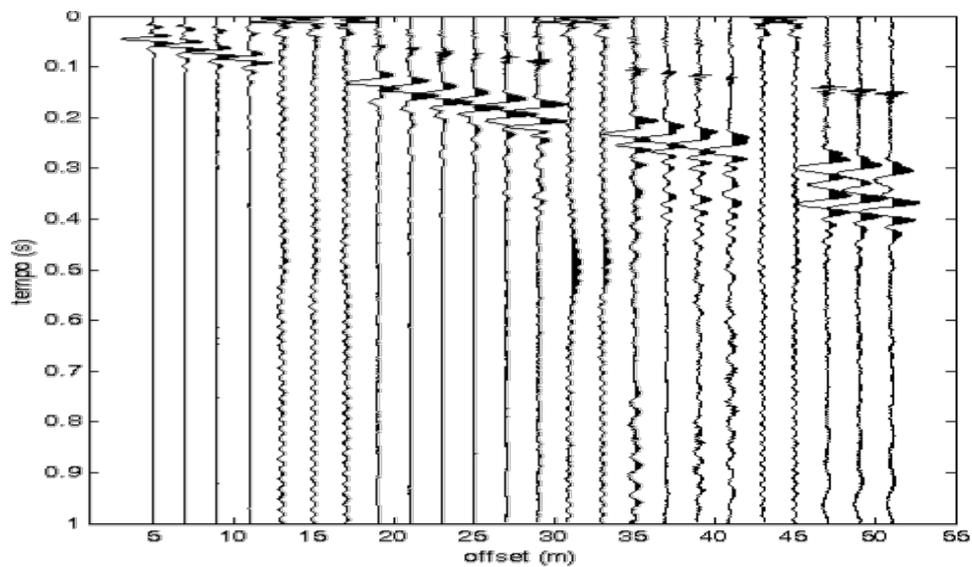
Energizzazione: massa battente 10 kg

N° geofoni: 24 con interspazio 2 metri

Software di processing: winMASW 5.2 PRO,

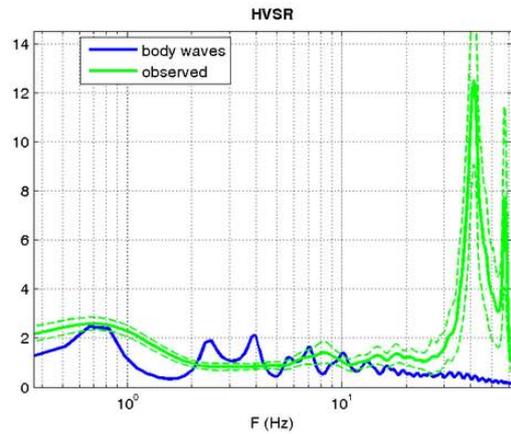
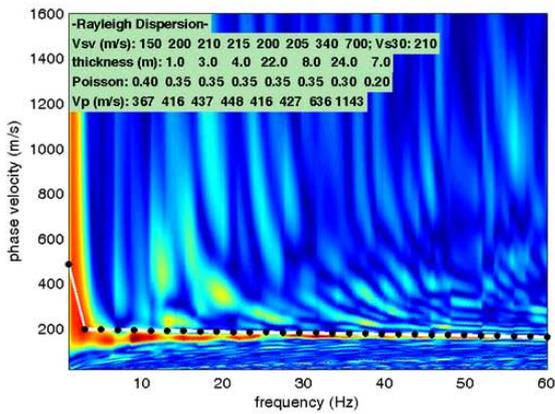
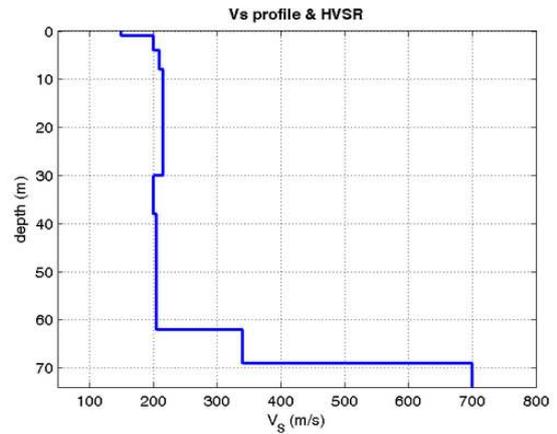
Tipologia di processing: modelling diretto,  
congiunto MASW - HVSr S6

### Tracce normalizzate MASW 2





## Output prova MASW 2



Vs (m/s): 150 200 210 215 200 205 340 700  
 Thickness (m): 1.0, 3.0, 4.0, 22.0, 8.0, 24.0, 7.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>) (approximate values): 1.81 1.84 1.85 1.86 1.84 1.85 1.94 2.09  
 Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 41 74 82 86 74 78 225 1022  
 Estimated static shear modulus (MPa) (approximate values): 0 0 0 0 0 0 0 0

Analyzing Phase velocities  
 Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)  
 Vp (m/s): 367 416 437 448 416 427 636 1143  
 Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30 0.20

Vs30 (m/s): 210