



Studio di Geologia

Dott.ssa Geol. Livi Elisa

Via A. Diaz, 60 – 50055 Lastra a Signa (FI)

☎ 0558802802 📞 3384284378

✉ e-mail geol.livi@gmail.com PEC: elisa.livi@epap.sicurezza postale.it

PIANO PARTICOLAREGGIATO
DI INIZIATIVA PUBBLICA
AREA DI TRASFORMAZIONE TR04c
NUOVO CENTRO DELLA CITTA'
ZONE N.3 (PARTE)-4-5-6-7-8-9 DEL PROGRAMMA DIRETTORE

COMMITTENTE
COMUNE DI SCANDICCI

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'
(AI SENSI DELL'ALLEGATO A DEL DPGRT N°53/R/2011)

Il tecnico
Dott.ssa Geol. Elisa Livi
Ordine Geologi Toscana n.1269

Lastra a Signa, 21 Gennaio 2020

INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	6
3.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	7
4.	UBICAZIONE DELL' AREA	8
5.	VINCOLI SOVRAORDINATI GRAVANTI SULL' AREA	8
6.	PERICOLOSITA' DELL' AREA DA PIANI SOVRAORDINATI	9
6.1	PIANO RISCHIO IDRAULICO DELL' AUTORITÀ DI BACINO DELL' ARNO	9
6.2	PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)	9
6.3	PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL' AUTORITÀ DI BACINO DELL' ARNO	12
7.	PERICOLOSITA' DELL' AREA DA STRUMENTI URBANISTICI COMUNALI VIGENTI	12
7.1	PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	12
7.2	PERICOLOSITÀ IDRAULICA	12
7.3	PERICOLOSITÀ SISMICA	13
7.4	PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA	14
8.	CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI DEFINITE DAGLI STRUMENTI URBANISTICI	15
9.	CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI DEFINITE DALLA L.R. 41/2018	16
10.	ELEMENTI GEOLOGICI E STRUTTURALI	16
11.	ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI GEOMORFOLOGICI	17
12.	ELEMENTI LITOLOGICO-TECNICI	18
12.1	INDAGINI CONDOTTE E INDAGINI PREGRESSE	18
12.1.1	ARCHIVIO INDAGINI PREGRESSE	18
12.1.2	NUOVE INDAGINI NELL' AREA Tr04C	19
12.1.2.1	INDAGINI DI SISMICA A RIFRAZIONE (MARZO 2017)	19
12.1.2.2	MISURE DI RUMORE SISMICO (MARZO 2017)	21
12.1.2.3	INDAGINI GEOFISICHE SETTEMBRE 2019	22
12.1.2.4	CONFRONTO TRA LE INDAGINI CONDOTTE	22
12.2	MODELLO STRATIGRAFICO	23
12.3	MODELLO LITOTECNICO	23
13.	ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDRAULICI	24
14.	ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDROGEOLOGICI	27
15.	ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI E DI SITO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO	29
15.1	SISMICITÀ DELL' AREA E PERICOLOSITÀ DI BASE	29
15.2	EFFETTI LOCALI E DI SITO	31
15.3	STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE	32
15.4	VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	33
16.	VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DELL' AREA	36
17.1	PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	36
17.2	PERICOLOSITÀ IDRAULICA	37
17.3	PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	37
17.4	PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE	38
17.	CONDIZIONI DI FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI	38
17.1	CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA	39
17.2	CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ IDRAULICA	40
17.3	CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ SISMICA	43
17.4	CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ PER ASPETTI IDROGEOLOGICI	43
18.	CONCLUSIONI	44

ELENCO TABELLE

- Tabella 1 – Fattibilità degli interventi dell'area di trasformazione TR04c secondo quanto previsto nella Scheda normativa e di indirizzo progettuale (Norme per l'Attuazione del PO - Allegato A).
- Tabella 2 – Elenco delle indagini geognostiche e geofisiche pregresse disponibili.
- Tabella 3 – Risultanze misure di rumore sismico condotte.
- Tabella 4 – Sintesi delle risultanze indagini sismiche pregresse.
- Tabella 5 – Risultanze dello studio idrologico-idraulico a supporto del Piano Particolareggiato dell'area di trasformazione TR04c.
- Tabella 6 – Valori di permeabilità delle unità litologiche da prove in foro di sondaggio.
- Tabella 7 – Determinazione della vulnerabilità degli acquiferi.
- Tabella 8 – Valori di Mwmax per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004).
- Tabella 9 – Principali eventi sismici registrati nell'area Firenze-Scandicci secondo la banca dati del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani
- Tabella 10 – Caratteristiche granulometriche dei campioni prelevati nell'ambito dello studio geologico a supporto della progettazione del Polimoda.
- Tabella 11 – Classi dell'indice di potenziale liquefazione (LPI) secondo Sonmez (2003).
- Tabella 12 – Matrice di fattibilità degli interventi previsti dal Piano Particolareggiato.
- Tabella 13 – Quote di sicurezza di riferimento per le "opere di sopraelevazione".
- Tabella 14 – Quote di sicurezza di riferimento per locali interrati e seminterrati.

ELENCO FIGURE FUORI TESTO

- Figura 1 – Estratti del Piano Stralcio Rischio Idraulico dell'Autorità di Bacino dell'Arno – Stralcio n.52 (1:25.000): a) Carta delle aree di pertinenza fluviale dell'Arno e degli affluenti; b) Carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966-1999). In rosso il perimetro indicativo dell'area di trasformazione.
- Figura 2 – Estratto del Piano di gestione del Rischio Alluvioni dell'Appennino Settentrionale, perimetrazione della pericolosità da flash flood. In rosso il perimetro indicativo dell'area di trasformazione.
- Figura 3 – Estratto del Piano di gestione del Rischio Alluvioni dell'Appennino Settentrionale, aree di contesto fluviale, interventi PGRA. In rosso il perimetro indicativo dell'area di trasformazione.
- Figura 4 – Estratto del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell'Appennino Settentrionale – Pericolosità Idraulica (Stralcio 298) con indicazione in rosso del perimetro dell'area di trasformazione.
- Figura 5 – Estratto del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno – Piano di Bacino del Fiume Arno. Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante, Livello di sintesi (Scala 1:25.000), Stralcio n°52.
- Figura 6 – Estratto della Carta della pericolosità geologica - Tavola Fi 10 del Piano Strutturale con indicazione in rosso del perimetro dell'area di trasformazione.
- Figura 7 – Estratto della Carta della pericolosità idraulica - Tavola Fi 11 del Piano Strutturale con indicazione in rosso del perimetro dell'area di trasformazione.
- Figura 8 – Estratto della Carta della pericolosità sismica - Tavola Fi 12 del Piano Strutturale con indicazione in rosso del perimetro dell'area di trasformazione.
- Figura 9 – Estratto della Carta della pericolosità idrogeologica e della salvaguardia degli acquiferi - Tavola Fi 14 del Piano Strutturale con indicazione in blu del perimetro dell'area di trasformazione.
- Figura 10 - Carta Geologica della Regione Toscana, Foglio 275-Firenze, sezione 030.
- Figura 11 – Estratto della Carta geomorfologica – Tavola Fi 2 del Piano Strutturale. Scala 1:10.000.
- Figura 12 – Estratto della Carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi - Tavola Fi 4 del Piano Strutturale del Comune di Scandicci. Scala 1:10.000).
- Figura 13 - Reticolo idrografico di cui alla LR 79/12, aggiornato con DCRT 20/2019 con indicazione in blu del perimetro dell'area di trasformazione.
- Figura 14 – Estratto della Carta di Zonazione delle aree a diversa disponibilità idrica di acque sotterranee degli acquiferi di pianura del Piano di Bacino del Fiume Arno – Stralcio Bilancio idrico, Scala 1:10.000. Stralcio n.36.
- Figura 15 – Estratto della Carta storica delle aree allegare – Tavolo Fi 5 del Piano Strutturale del Comune di Scandicci. Scala 1:10.000.

Figura 16 – Estratto della Carta dei battenti idraulici di esondazione per tempi di ritorno di 200 anni – Tavola Fi 6 del Piano Strutturale del Comune di Scandicci. Scala 1:10.000.

Figura 17 – Estratto della Carta della magnitudo idraulica - Tavola Fi 12 del Piano Strutturale con indicazione in rosso del perimetro dell'area di trasformazione.

Figura 18 – Estratti della Carta T.04 allegata allo Studio idraulico-idrogeologico a supporto del Piano Particolareggiato dell'area di trasformazione Tr04: pericolosità idraulica e magnitudo idraulica a) nello stato attuale "di progetto" e b) a seguito della realizzazione degli interventi previsti dal Piano. Non in scala.

Figura 19 – Estratto della Relazione idrologica e idraulica allegata allo Studio idraulico-idrogeologico a supporto del Piano Particolareggiato dell'area di trasformazione Tr04: Quota di sicurezza (o di sopraelevazione) del piano di calpestio degli edifici in progetto interessati dalle esondazioni duecentennali.

Figura 20 – Estratto della Carta delle MOPS (2019) – Tavola Fi15/Tavola 5bis del Piano Strutturale del Comune di Scandicci. Scala 1:10.000.

Figura 21 – Estratto della Carta delle sezioni geologico-tecniche (2019) – Tavola Fi15-Tavola 4 del Piano Strutturale del Comune di Scandicci. Scala 1:10.000.

Figura 22 – Estratto della Carta delle frequenze (2019) – Tavola Fi15-Tavola 2 del Piano Strutturale del Comune di Scandicci. Non in scala.

Figura 23 – Ubicazione delle prove penetrometriche statiche prossime all'area di trasformazione sottoposte a verifica a liquefazione negli studi di MS, rappresentate dai triangoli rossi.

Figura 24 – Ubicazione delle prove penetrometriche statiche prossime all'area di trasformazione sottoposte a verifica a liquefazione nella presenta fase di studio.

TAVOLE

TAVOLA 1 – INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DELL'AREA DI TRASFORMAZIONE TR04c (IGM SCALA 1:25.000)

TAVOLA 2 - INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DELL'AREA DI TRASFORMAZIONE TR04c (CTR SCALA 1:10.000)

TAVOLA 3 - INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DELL'AREA DI TRASFORMAZIONE TR04c (CTR SCALA 1:2000)

TAVOLA 4 - INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DELL'AREA DI TRASFORMAZIONE TR04c (ORTOFOTO AGEA 2016)

TAVOLA 5 – CARTA DI SINTESI DELLE INDAGINI

TAVOLA 6a, 6b, 6c – SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE

TAVOLA 7 – CARTA DI SINTESI DELLE CLASSI DI PERICOLOSITA'

ALLEGATI

ALLEGATO 1 – SCHEDA NORMATIVA E DI INDIRIZZO PROGETTUALE AREA DI TRASFORMAZIONE TR04c

ALLEGATO 2 - RELAZIONE INDAGINI SISMICHE (Marzo 2017)

ALLEGATO 3 - INDAGINE SISMICA ESAC/MASW/HVSR - ANALISI 1D DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

ALLEGATO 4 - CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE UTILIZZATE PER LE VERIFICHE A LIQUEFAZIONE

ALLEGATO 5 - TABULATI DELLE VERIFICHE A LIQUEFAZIONE

1. PREMESSA

La presente relazione, comprensiva delle Tavole e degli Allegati costituisce il supporto geologico di fattibilità per il Piano Particolareggiato di iniziativa pubblica relativo all' "Area di Trasformazione TR04c – Nuovo centro della città/ zone n.3 (parte)-4-5-6-7-8-9 del Programma Direttore". La presente relazione geologica di fattibilità è redatta su incarico del Comune di Scandicci, attribuito con Determinazione n.8 del 03.02.2017 del Dirigente del Settore Edilizia e Urbanistica. Tale incarico è stato oggetto di integrazione di cui alla Determinazione n.48 del 26.08.2019 del Dirigente Settore Governo del Territorio.

Con riferimento al Piano Particolareggiato si premette che:

- il Piano è stato adottato con Deliberazione del C.C. n.25 del 19.02.2010;
- in sede di revisione quinquennale del Regolamento Urbanistico, approvata con Deliberazione C.C. n. 58 del 08.07.2013, erano state apportate delle modifiche all'Area di Trasformazione TR 04c che hanno reso necessaria una parziale rielaborazione - e conseguente riadozione - di predetto Piano;
- a seguito di sopraggiunte nuove disposizioni normative in materia idraulica e sismica e all'approvazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale (PGRA) si è reso necessario aggiornare/integrare la Relazione geologica di fattibilità allegata al Piano adottato;
- le indagini geologiche di supporto al Piano sono state depositate presso il competente Genio Civile (Deposito n.3450 del 03.05.2018);
- con Deliberazione C.C. n° 73 del 05.07.2018, è stato riadottato il Piano Particolareggiato.

In merito alle indagini geologiche di supporto al Piano Particolareggiato si precisa che:

- a seguito dell'istruttoria effettuata sulle indagini depositate, il Genio Civile Valdarno Superiore, con nota del 29.06.2018 (prot. Regione Toscana n.341832) ha fornito prescrizioni e richiesto integrazioni in merito agli aspetti di rischio idraulico e sismico. Per gli aspetti di rischio idraulico si forniscono prescrizioni di fattibilità per i parcheggi interrati e per gli interventi di nuova edificazione, si prescrive l'adozione di un franco di sicurezza, si chiede una revisione dei battenti idraulici duecentennali con riferimento agli studi idraulici allora in adozione. In relazione agli aspetti sismici si prescrive l'elaborazione, già in fase di Piano Attuativo, di un'analisi di risposta sismica locale;
- a seguito dell'entrata in vigore della L.R. n. 41 del 24.07.2018 è mutato il quadro normativo regionale di riferimento per le aree a rischio idraulico;
- con Deliberazione C.C. n° 33 del 10.04.2019 è stata approvata la Variante al Piano Strutturale vigente che prevede una revisione di tutto il quadro conoscitivo geologico s.l. e in particolare un adeguamento ai contenuti delle nuove disposizioni in materia di rischio idraulico;
- con Deliberazione C.C. n° 34 del 10.04.2019 è stato approvato il Piano Operativo comunale che ha modificato alcuni aspetti della disciplina relativa all'Area di Trasformazione TR04c rispetto a quella già definita dal previgente Regolamento Urbanistico, con la revisione delle condizioni di fattibilità geologica, idraulica e sismica dell'intervento di trasformazione nella relativa Scheda normativa e di indirizzo progettuale (Allegato A delle NTA del PO);
- il Genio Civile Valdarno Superiore con nota pervenuta 23.07.2019, protocollo 38127, ha provveduto, su specifica richiesta del Comune, a fornire le indicazioni metodologiche in merito allo studio di risposta sismica locale;

- a seguito dell'istruttoria effettuata sulla documentazione integrativa depositata in data 26.11.2019 (prot. Regione Toscana 297407), il Genio Civile Valdarno Superiore, con nota del 30.12.2019 (prot. Comune n.66031) ha comunicato l'esito positivo dell'istruttoria ed ha fornito alcune prescrizioni e raccomandazioni sia per gli aspetti relativi al rischio idraulico che per gli aspetti relativi al rischio sismico. Tali prescrizioni e raccomandazioni sono integrate nella presente Relazione Geologica.

Visto tutto quanto sopra si è resa necessaria una completa revisione per approfondimenti, integrazioni e aggiornamenti circa le indagini geologico-tecniche di supporto al Piano, già oggetto di deposito presso il Settore Genio Civile competente (Deposito n.3450 del 03.05.2018) e adottato con Deliberazione C.C.73/2018. La presente relazione ha quindi lo scopo di aggiornare e integrare la precedente documentazione in recepimento delle nuove previsioni degli strumenti urbanistici comunali, delle intervenute modifiche normative, dei piani e programmi sovraordinati attualmente vigenti.

La presente relazione rappresenta quindi il nuovo supporto geologico di fattibilità per il Piano Particolareggiato dell'Area di Trasformazione TR04c, in sostituzione di quello precedentemente oggetto di deposito. Costituisce parte integrante dello studio lo specifico Studio idrologico-idraulico elaborato da West Systems Srl - Divisione PHYSIS Ingegneria per l'Ambiente.

La presente fase di studio si è articolata come segue:

- ricognizione sui contenuti della Relazione geologico - idraulica a supporto del Piano Particolareggiato adottato;
- aggiornamenti, modifiche e integrazioni allo studio in rapporto alle nuove previsioni edificatorie, ai nuovi Strumenti Urbanistici comunali e atti di pianificazione sovraordinata e agli aggiornamenti normativi intervenuti in materia di indagini geologiche, rischio sismico e idraulico;
- progettazione e direzione lavori della campagna di indagini integrative, rispetto a quelle effettuate a supporto degli studi precedenti, in particolare in relazione agli aspetti di caratterizzazione sismica della sequenza stratigrafica e per la definizione dei dati di input dello studio di risposta sismica locale;
- revisione del modello geologico e degli aspetti di caratterizzazione sismica alla luce delle risultanze della campagna di indagini integrative condotta;
- elaborazione di uno specifico studio di risposta sismica locale;
- revisione degli aspetti di rischio idraulico alla luce del nuovo quadro normativo regionale e delle risultanze dello specifico studio sulle dinamiche idrauliche;
- predisposizione dell'apposita modulistica e della certificazione occorrente per il deposito del Piano Particolareggiato presso l'Ufficio Tecnico del Genio Civile.

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

La presente relazione è svolta in ottemperanza a quanto previsto dalle normative attualmente vigenti in materia e dagli strumenti pianificatori sovraordinati e urbanistici vigenti:

- D.M.17/01/18 e relativa Circolare del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici n.7 del 21.01.19 relativamente alle norme tecniche per le costruzioni;
- Del.G.R.T. 421/14, Del.G.R.T. 878/12 in applicazione dell'Ord.P.C.M. 3519/06 e D.P.G.R.T. 58/R/12 in merito alla classificazione sismica del territorio;

- L.R.T. 65/14 e s.m.i. e Regolamenti di attuazione della pre-vigente L.R.T. 1/05, D.P.G.R.T. 53/R/11 e D.P.G.R.T. 36/R/09 in materia di indagini geologiche e costruzioni in zona sismica;
- RD 523/1904 e s.m.i., LR 41/18, LRT 80/15, LRT 79/12 e DGRT 20/2019 in materia di rischio idraulico, difesa del suolo, tutela e manutenzione dei corsi d'acqua;
- D.Lgs. 152/06 e s.m.i., LRT 20/06, DPGRT 46/R/08 e s.m.i. in materia di tutela delle acque dall'inquinamento;
- D.Lgs.152/06 e s.m.i., Legge 28/2012 e DPR 120/2017 in materia di gestione di rifiuti e terre e rocce da scavo;
- disposizioni contenute nei seguenti piani sovraordinati: Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, Piano Stralcio Rischio idraulico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, Piano Stralcio Bilancio Idrico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale, Piano di Gestione delle acque Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale;
- disposizioni contenute negli Strumenti Urbanistici vigenti del Comune di Scandicci (Piano Strutturale Seconda Variante e Piano Operativo).

La relazione, elaborata ai sensi di quanto previsto dal DPGRT 53/R11 – Allegato A, Direttive per le Indagini geologiche, ha lo scopo di verificare la corrispondenza dello stato attuale con il quadro conoscitivo e di pericolosità delineato negli Strumenti Urbanistici comunali e negli studi conoscitivi successivamente elaborati, per quanto concerne gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, idraulici e sismici, nel rispetto e in attuazione degli strumenti di pianificazione territoriale sovraordinati attualmente vigenti.

Tale verifica, supportata dagli esiti degli approfondimenti di indagine condotti, permette di definire le condizioni di pericolosità geologica, idraulica e sismica del comparto di interesse, al fine di valutare la fattibilità delle trasformazioni in progetto e le loro condizioni di attuazione. Le condizioni di attuazione si traducono in limitazioni e vincoli alle destinazioni d'uso del territorio in funzione delle situazioni di pericolosità, nonché a prescrizioni circa gli studi e gli approfondimenti di indagine da eseguirsi a livello attuativo e edilizio, alle opere da realizzare e agli accorgimenti tecnico-costruttivi da mettere in atto per la mitigazione dei rischi.

3. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

L'area di trasformazione Tr04c è sviluppata attorno al tracciato tramviario della linea T1 e corrisponde alle zone n° 3 (parte), 4, 5, 6, 7, 8 e 9 del *“Programma Direttore per la realizzazione del nuovo centro della città”*, elaborato dall'arch. Richard Rogers ed approvato nel luglio 2003.

Le trasformazioni in progetto perseguono le seguenti finalità:

- strutturazione di una vasta porzione del nuovo centro della città strettamente interconnesso con le fermate tramviarie, nonché organizzata con modalità tali da favorire la pedonalità e lo scambio intermodale;
- realizzazione di un vasto parco pubblico in estensione dei giardini comunali circostanti il Castello dell'Acciaio;
- vitalizzazione dei tessuti residenziali esistenti mediante inserimento di nuove funzioni e servizi pregiati e qualificati (spazi e strutture per la formazione, strutture turistico-ricettive, attività direzionali e di servizio, attrezzature per il tempo libero e lo sport, esercizi commerciali al dettaglio, etc.).

La superficie totale del comparto è pari a 191.600 mq, mentre la superficie edificabile (SE) massima realizzabile nell'intera area per strutture e attività di interesse privato è fissata in complessivi 87.000 mq. All'interno del comparto sono distinte Unità di Intervento (di seguito

indicate come UI) e all'interno di esse delle ulteriori Unità Minime di Intervento (UMI): l'U.I.1 corrisponde alle zone 3 (parte), 4, 5 e 8 del Programma Direttore; l'U.I.2 alle zone 6 e 7; l'U.I.3 alla zona 9.

All'interno delle singole unità di intervento sono previsti i seguenti interventi e destinazioni d'uso:

- U.I.1: zona 3/4 realizzazione di fabbricati a destinazione residenziale, direzionale o terziarie e commerciale; zona 5 realizzazione di fabbricati a destinazione residenziale, direzionale o terziarie e commerciale, e di un fabbricato destinato a struttura turistico-ricettiva; zona 8 realizzazione di fabbricati a destinazione residenziale;
- U.I.2: zona 6/7 realizzazione di fabbricati a destinazione residenziale, direzionale o terziarie e commerciale, e di un fabbricato destinato a struttura turistico-ricettiva;
- U.I.3: zona 9 corrisponde all'area destinata a verde pubblico dove non è prevista la realizzazione di nuovi fabbricati.

All'interno delle varie unità di intervento è prevista inoltre la realizzazione di aree a verde pubblico e privato, parcheggi a raso, sia pubblici sia pertinenziali privati e parcheggi interrati al di sotto dei fabbricati. All'interno del comparto è inoltre prevista la realizzazione della viabilità di accesso e collegamento. I parcheggi pubblici sono stati localizzati essenzialmente a raso ad eccezione di un edificio multipiano, due piani del quale adibiti a spazi di sosta pubblici.

Ai fini della definizione della fattibilità degli interventi, con riferimento ai tipi di intervento previsti nello schema a matrice riportato nella Relazione sulla fattibilità geologica, idraulica e sismica di supporto al Piano Operativo e nell'art.45 delle Norme per l'attuazione del Piano Operativo, gli interventi previsti nel comparto sono essenzialmente i seguenti:

- interventi nuova edificazione;
- realizzazione di parcheggi a raso pertinenziali privati e pubblici;
- realizzazione di nuova viabilità e piazze;
- realizzazione di parchi pubblici, zone destinate a verde pubblico attrezzato.

Per un maggior dettaglio circa gli interventi previsti si deve fare riferimento agli elaborati grafici del Piano Particolareggiato e alle relazioni tecniche, redatti dai progettisti, di cui la presente relazione costituisce il supporto geologico di fattibilità.

4. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area interessata di trasformazione Tr04c, oggetto del presente studio, è ubicata nella porzione settentrionale del Comune di Scandicci, all'interno dell'abitato stesso, leggermente decentrata verso NW rispetto al centro cittadino. L'area è attraversata, nella sua porzione più orientale, dal tracciato tramviario.

L'ubicazione dell'area è indicata nelle Tavole 1, 2, 3 e 4.

5. VINCOLI SOVRAORDINATI GRAVANTI SULL'AREA

Sulla base degli strumenti pianificatori vigenti, di ordine nazionale, regionale e provinciale e degli strumenti urbanistici comunali è possibile definire il quadro dei vincoli che insistono sull'area oggetto del Piano. In particolare si rileva quanto segue:

- l'area non è sottoposta a Vincolo Idrogeologico;

- l'area è esterna a fasce di tutela assoluta e zone di rispetto di pozzi ad uso acquedottistico, ovvero aree prossime a opere di captazione destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, di cui all'art. 94 del d.lgs. 152/06 e s.m.i. (Fig.9);
- l'area è esterna alla fascia di rispetto di elementi del reticolo idrografico della Regione Toscana definito ai sensi della LRT 79/12 aggiornata con DCRT 20/19 e quindi non soggetta a quanto previsto dalla LRT 41/18, art.3 e dal RD 523/04 (Fig.13).

6. PERICOLOSITA' DELL'AREA DA PIANI SOVRAORDINATI

Nel presente paragrafo viene delineato il quadro delle condizioni di pericolosità geologica e idraulica che insistono sull'area sulla base di quanto definito all'interno degli strumenti di pianificazione territoriale sovraordinati attualmente vigenti.

6.1 Piano Rischio idraulico dell'Autorità di Bacino dell'Arno

Per quanto concerne il rischio idraulico, nel Piano di Bacino del Fiume Arno – Piano Stralcio Rischio idraulico, approvato ed entrato in vigore con DPCM 05/11/99, l'area di trasformazione risulta così inquadrata (Fig.1):

- esterna alle aree interessate da interventi strutturali di tipo A e di tipo B, nella *“Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno”*;
- esterna alle aree di pertinenza fluviale del Fiume Arno e dei suoi affluenti nella *“Carta delle aree di pertinenza fluviale dell'Arno e degli affluenti”*;
- esterna alle aree interessate da inondazioni ricorrenti e da inondazioni eccezionali nella *“Carta guida delle aree allagate redatte sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966 - 1999)”*.

Non risultano quindi condizionamenti, prescrizioni o limitazioni connesse a tale Piano.

6.2 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

Per quanto riguarda le condizioni di rischio idraulico, a livello di pianificazione sovraordinata occorre fare riferimento alle perimetrazioni di pericolosità del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, approvato, ai sensi dell'art. 4 comma 3 del D.Lgs. 219/2010, con deliberazione n. 235 del 3 marzo 2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Arno, integrato dai rappresentanti delle Regioni del Distretto non già rappresentate nel medesimo. Sulle aree interessate da pericolosità da alluvione trovano applicazione le misure di salvaguardia approvate con Deliberazione del medesimo Comitato Istituzionale Integrato n. 232 del 17 dicembre 2015.

L'area di trasformazione risulta esterna alle aree interessate da pericolosità relativa alla predisposizione al verificarsi di eventi intensi, concentrati e improvvisi (flash flood) (Fig.2).

L'area di trasformazione risulta esterna alle Aree di contesto fluviale (Fig.3).

L'area di trasformazione risulta inserita nelle seguenti classi di pericolosità da alluvione (Fig.4):

- *“pericolosità da alluvione bassa (P1), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale;*
- *“pericolosità da alluvione media (P2), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni”;*
- *“pericolosità da alluvione elevata (P3), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni”.*

Si precisa che le aree a pericolosità da alluvione elevata interessano aree molto marginali della porzione sud-orientale comparto. Si precisa che a seguito della realizzazione degli interventi previsti nella configurazione "di progetto" individuata nello studio idraulico a supporto di PO (e dello studio idraulico di dettaglio a supporto del Piano Particolareggiato), verranno risolte le problematiche di esondazione per il tempo di ritorno 30 anni. Gli interventi sono rappresentati da interventi di mitigazione del rischio idraulico in Piazza Kennedy affiancati da altri interventi complementari e da una diversa configurazione del sistema fognario afferente al Fosso Rigone. A seguito della realizzazione degli interventi e collaudo delle opere si potrà procedere all'aggiornamento della cartografia del PGRA, vincolante per l'attuazione del Piano Particolareggiato.

La Disciplina di Piano del PGRA agli articoli 7, 8, 9, 10 e 11 detta le norme e gli indirizzi per gli strumenti di governo del territorio per le aree a pericolosità da alluvione bassa (P1), media (P2) e elevata (P3).

In particolare per le aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) la Disciplina di Piano prevede quanto segue:

Art. 7. Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) – Norme

1. Nelle aree P3, per le finalità di cui all'art. 1 sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico, con riferimento agli obiettivi di cui all'art. 1 comma 4, fatto salvo quanto previsto ai commi 2 e 3.

2. Nelle aree P3 per le finalità di cui all'art. 1, l'Autorità di bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati, in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone: a) misure di protezione previste dal PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone e misure previste dal PGA; b) interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica, ad eccezione delle manutenzioni ordinarie, straordinarie e dei ripristini; c) interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006 dichiarati di interesse pubblico; d) nuovi interventi relativi alla rete infrastrutturale primaria, se non diversamente localizzabili; e) nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione, compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi; nonché interventi di ampliamento, di ristrutturazione di tali impianti e infrastrutture.

3. Fatto salvo quanto previsto all'art. 14 comma 8, nelle aree P3 non sono consentite: a) previsioni di nuove opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali; b) previsioni di nuove aree destinate alla realizzazione di impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006; c) previsioni che comportano la realizzazione di sottopassi e volumi interrati;

4. Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P3.

Art. 8 – Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio

1. Fermo quanto previsto all'art. 7 e all'art. 14 comma 8, nelle aree P3 per le finalità di cui all'art. 1 le Regioni, le Province e i Comuni, nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio si attengono ai seguenti indirizzi: a) sono da privilegiare le trasformazioni urbanistiche tese al recupero della funzionalità idraulica, alla riqualificazione e allo sviluppo degli ecosistemi fluviali esistenti, nonché le destinazioni ad uso agricolo, a parco e ricreativo – sportive; b) sono da evitare le previsioni e le realizzazioni di nuove edificazioni, salvo che non siano possibili localizzazioni alternative. In ogni caso, le previsioni di nuova edificazione non diversamente localizzabili sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico; c) le previsioni e realizzazioni di interventi di ristrutturazione urbanistica sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico.

In particolare per le aree a pericolosità da alluvione media (P2) la Disciplina di Piano prevede quanto segue:

Art. 9 – Aree a pericolosità da alluvione media (P2) – Norme

1. Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1 sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico, con riferimento agli obiettivi di cui all'art. 1 comma 4, fatto salvo quanto previsto ai commi seguenti del presente articolo e al successivo art. 10.

2. Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1, l'Autorità di bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati, in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone: a) misure di protezione previste dal PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone e misure previste dal PGA; b) interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica, ad eccezione delle manutenzioni ordinarie, straordinarie e dei ripristini; c) interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006 dichiarati di interesse pubblico; d) nuovi interventi relativi alle opere pubbliche o di interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e alla rete infrastrutturale primaria; e) interventi di ampliamento, di ristrutturazione e nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi nonché gli impianti dichiarati di interesse pubblico di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006, compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi.

3. Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P2.

Art. 10 – Aree a pericolosità da alluvione media (P2) – Indirizzi per gli strumenti governo del territorio

1. Fermo quanto previsto all'art. 9 e all'art. 14 comma 8, nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1 le Regioni, le Province e i Comuni, nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio si attengono ai seguenti indirizzi: f) sono da privilegiare le trasformazioni urbanistiche tese al recupero della funzionalità idraulica; g) le previsioni di nuova edificazione sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico; h) sono da evitare le previsioni che comportano la realizzazione di sottopassi, se non diversamente localizzabili; i) le previsioni di volumi interrati sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico.

Infine per le aree a pericolosità da alluvione bassa (P1) la Disciplina di Piano prevede quanto segue:

Art. 11 – Aree a pericolosità da alluvione bassa (P1) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio

1. Nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico.

2. La Regione disciplina le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P.1

Secondo quanto previsto dall'art.5 della Del.C.I. 232/15 all'art.5, nei 180 giorni successivi al termine di cui all'art.1 della delibera (22 dicembre 2015), entro i quali la Regione Toscana avrebbe dovuto provvedere ad emanare gli atti diretti a dare applicazione alle disposizioni del Piano nel settore urbanistico, "1. continuano ad applicarsi le disposizioni del Piano Assetto Idrogeologico (PAI) coerenti con la Disciplina di PGRA" e "2. gli interventi devono essere realizzati nel rispetto della normativa regionale vigente e in coerenza con gli obiettivi di gestione del rischio idraulico del PGRA". Allo stato attuale, decorsi i 180 giorni, in assenza dell'emanazione degli atti della Regione Toscana possono continuare a ritenersi valide le norme di salvaguardia di cui alla Del.C.I.232/15. Le norme di PAI continuano quindi a mantenere la loro operatività rispetto alla pericolosità idraulica per quanto non espressamente in contrasto con la Disciplina di PGRA.

Visto quanto sopra e vista la definizione delle classi di pericolosità del PGRA, per analogia, le aree a pericolosità da alluvione fluviale bassa (P1), media (P2) e elevata (P3) del PGRA, sono assimilate, secondo la classificazione di cui all'art.5 delle Norme del PAI, rispettivamente alle seguenti classi di pericolosità del PAI:

- pericolosità idraulica media (P.1.2), definita dalle Norme di PAI come segue: "comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $30 < TR \leq 100$ anni e con battente $h < 30$ cm e aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $100 < TR \leq 200$ anni";
- pericolosità idraulica elevata (P.1.3), definita dalle Norme di PAI come segue: "comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $TR \leq 30$ anni con battente $h < 30$ cm e aree inondabili da un evento con tempo di ritorno $30 < TR \leq 100$ anni e con battente $h \geq 30$ cm"; tale classe risulta la più cautelativa

- pericolosità idraulica molto elevata (P.I.4), definita dalle Norme di PAI come segue: *“comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $TR \leq 30$ anni e con battente $h \geq 30$ cm”*.

Per tali classi di pericolosità valgono le prescrizioni dettate dall'art.6 e 7 delle Norme del PAI.

Si precisa che gli interventi edilizi che interessano aree a pericolosità elevata (P3) e media (P2) così come definite dal PGRA devono essere realizzati nel rispetto e alle condizioni di quanto previsto dalla normativa regionale vigente in materia di rischio di alluvioni, rappresentata dalla L.R.T. 41/18. Ai sensi dell'art.2 di tale legge le aree a pericolosità elevata (P3) sono definite *“aree a pericolosità per alluvioni frequenti”*, mentre le aree a pericolosità media (P2) *“aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti”*.

6.3 Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino dell'Arno

Per quanto concerne il rischio connesso a fenomeni geomorfologici a livello di pianificazione sovraordinata occorre fare riferimento al Piano di Bacino del Fiume Arno – Piano Stralcio Assetto Idrogeologico, di cui al D.P.C.M. 06/05/05. In tale piano l'area di trasformazione risulta esterna alle aree soggette a rischio geomorfologico e quindi non risulta attribuita una pericolosità connessa a fenomeni geomorfologici di versante (Fig.5).

7. PERICOLOSITA' DELL'AREA DA STRUMENTI URBANISTICI COMUNALI VIGENTI

Nel presente paragrafo viene delineato il quadro delle condizioni di pericolosità geologica, idraulica e sismica che insistono sul comparto, sulla base di quanto definito all'interno degli strumenti urbanistici comunali attualmente vigenti. In particolare si fa riferimento a quanto contenuto nel quadro conoscitivo a supporto della Variante 2 al Piano Strutturale approvata con Del.C.C. n.33/2019.

7.1 Pericolosità geologica

Per quanto riguarda le condizioni di pericolosità geologica l'area di trasformazione, nella cartografia del PS (Fig.6), è interamente inserita in classe di pericolosità geologica media (G.2) definita, in coerenza con quanto previsto dal DPGRT 53/R/11, come segue: *“aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%”*.

La Relazione sulle indagini geologico-tecniche di supporto al PS dichiara che *“In classe G.2 sono state considerate: i corpi detritici che giacciono su un substrato con pendenze inferiori al 25%; gli areali con bassa propensione al dissesto per le caratteristiche fisiche e geologiche del substrato; in particolare gli areali dove affiorano rocce lapidee stratificate che giacciono con pendenze inferiori al 50%, gli areali caratterizzati dalla presenza di rocce a prevalente componente argillitica che giacciono su versanti con pendenza inferiore al 35% e le grandi successioni marine plioceniche del versante del fiume Pesa in affioramento su versanti con pendenze inferiori al 15%”*.

7.2 Pericolosità idraulica

Per quanto riguarda le condizioni di pericolosità idraulica l'area di trasformazione, nella cartografia del PS (Fig.7), risulta inserita nelle seguenti classi di pericolosità, definite ai sensi del DPGRT 53/R/11:

- pericolosità idraulica media (I.2): *“aree interessate da allagamenti per eventi alluvionali il cui tempo di ritorno è superiore ai 200 anni. All'esterno delle aree studiate nel dettaglio e fuori dalle zone potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, la classe I.2 è attribuita alle aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni: non vi sono notizie storiche di inondazioni e sono poste in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori di 2 metri rispetto alla quota del piede esterno dell'argine o, in mancanza, del ciglio di sponda”*;
- pericolosità idraulica elevata (I.3): *“aree interessate da allagamenti per eventi alluvionali con un tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni, che equivalgono alle aree P2 del PGRA ed alle “aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti” della LR.41/18. All'esterno delle aree studiate con il modello idraulico e fuori dalle zone potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, la classe I.3 è attribuita alle aree di fondovalle per le quali ricorre almeno una delle seguenti condizioni: vi sono notizie storiche di inondazioni o morfologicamente poste in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota di 2 metri più alta di quella del piede esterno dell'argine o, in mancanza, del ciglio di sponda”*;
- pericolosità idraulica molto elevata (I.4): *“aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno (T_r) inferiori o uguali a 30 anni risultanti dagli studi di dettaglio, che equivalgono alle aree P3 del PGRA ed alle “aree a pericolosità per alluvioni frequenti” della LR.41/18. All'esterno delle aree modellate idraulicamente e fuori dalle zone potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, la pericolosità molto elevata è attribuita alle aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente le seguenti condizioni: vi sono notizie storiche di inondazioni; sono morfologicamente poste in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota di 2 metri più alta di quella del piede esterno dell'argine o, in mancanza, del ciglio di sponda.*

Analogamente a quanto precedentemente riportato, si precisa che le aree a pericolosità da alluvione molto elevata (I.4) interessano aree molto marginali della porzione sud-orientale comparto. Per tali aree vale la stessa precisazione fatta al paragrafo 6.2 circa i previsti interventi di mitigazione del rischio idraulico, che determineranno la risoluzione delle problematiche di esondazione per tempo di ritorno 30 anni e conseguente aggiornamento della cartografia di pericolosità idraulica di PS.

Si precisa inoltre che gli interventi edilizi che interessano aree a pericolosità elevata (P3) e molto elevata (P4) così come definite dal DPGRT 53/R/11 e dal PS, devono essere realizzati nel rispetto e alle condizioni di quanto previsto dalla normativa regionale vigente in materia di rischio di alluvioni, rappresentata dalla L.R.T. 41/18. Ai sensi dell'art.2 di tale legge le aree a pericolosità elevata (P3) sono definite *“aree a pericolosità per alluvioni frequenti”*, mentre le aree a pericolosità media (P2) *“aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti”*.

7.3 Pericolosità sismica

Per quanto riguarda le condizioni di pericolosità sismica l'area di trasformazione, nella cartografia del PS (Fig.8), è inserita nelle classi di pericolosità sismica media (S.2, sottoclasse S.2*); e pericolosità sismica elevata (S.3).

Tali classi nella Relazione sulle indagini geologico-tecniche di supporto al PS sono definite, in coerenza con il DPGRT 53/R/11, come segue:

- pericolosità sismica media (S.2): *“si riferisce alle aree di affioramento del substrato rigido (bedrock sismico con $V_s > 800$ m/s) con pendenze maggiori 15° e coperture con spessore inferiore a due metri ed alle aree di affioramento del substrato lapideo delle formazioni "Liguri" e "Toscano" alterate, ai litotipi riferibili ai cicli marini e fluvio-lacustri*

(versanti della Pesa), ai depositi alluvionali posti al di sopra del substrato rigido di pianura che presentano spessori complessivi superiori ai 50 metri.

- pericolosità sismica S2*: "Con questa classe, che non è definita nelle direttive regionali di cui al DPGR.n.53/R/11, si vuole indicare una pericolosità dovuta alla eventuale presenza di spessori significativi di livelli grossolani (perlopiù ghiaie cementate/molto addensate) all'interno del corpo alluvionale della pianura dell'Arno che potrebbero dare luogo a fenomeni di amplificazione delle onde sismiche in superficie per effetto di un alto contrasto di impedenza sismica tra le due diverse litologie. Poiché si è potuto stabilire che in tutta la piana è presente un livello continuo di ghiaie grossolane di spessore massimo intorno di cinque metri, posto a profondità variabile tra i dieci e i dodici metri dal piano di campagna, e, al contempo, che questo strato mostra, in maniera discontinua, dei "picchi di frequenza" significativi, si è ritenuto opportuno segnalare questa problematica delimitando l'areale della pianura con un retino. All'interno di questo areale si ritiene opportuno far elaborare delle prove di sismica passiva (ad esempio misure di microtremore a stazione singola) già a livello preliminare in modo da definire se un intervento da realizzare ai sensi del Piano Operativo debba essere classificato in fattibilità sismica Fs.3 oppure Fs.2".
- pericolosità sismica elevata (S.3): "si riferisce alle coperture fluvio-lacustri con spessore non superiore a 30-50 metri poste al di sopra del substrato rigido. In queste situazioni il contrasto di impedenza sismica tra i due litotipi posto a una profondità significativa può determinare effetti di amplificazione sismica in superficie. Tali situazioni si possono verificare lungo tutta la fascia pedecollinare che borda la pianura di Scandicci. Le altre situazioni particolari per le quali è attribuibile un livello di pericolosità elevato sono quelle dove sono presenti corpi franosì quiescenti, che possono subire una riattivazione del movimento, ed i terreni con caratteristiche geotecniche scadenti, quali i riempimenti di cava, che possono subire cedimenti diffusi o differenziali sotto una forte sollecitazione sismica".

7.4 Pericolosità idrogeologica

Per quanto riguarda le condizioni di pericolosità idrogeologica l'area di trasformazione, nella cartografia del PS (Fig.9), è inserita nella classe di pericolosità idrogeologica elevata. Tale pericolosità è definita sulla base della vulnerabilità dell'acquifero, che risulta elevata, come definita nella Carta Idrogeologica, messa in relazione con la potenzialità dell'acquifero, definita come media. Il parametro della pericolosità idrogeologica è una componente importante per l'uso e la salvaguardia delle acque sotterranee, insieme ai dati relativi alla presenza o meno di opere di captazione ad uso acquedottistico. A tale proposito, come già evidenziato, si precisa che l'area risulta esterna a zone di tutela assoluta e fasce di rispetto di tali opere, come definite dall'art. 94 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

L'art.35 delle Norme per l'Attuazione del PO definisce le aree a diversa pericolosità idrogeologica e le relative prescrizioni. La "Classe E - Pericolosità idrogeologica elevata" è così definita "E" attribuita alle aree nelle quali sono presenti gli acquiferi contenuti nella unità idrogeologica AL (depositi fluviali di pianura) caratterizzati da vulnerabilità elevata derivante da permeabilità del substrato elevata e tipologia di falda libera e potenzialità media. Tali depositi presentano granulometria media (sabbie limose e ghiaie, limi sabbiosi). In tali aree un eventuale inquinante sversato in superficie può contaminare direttamente la falda idrica ed i pozzi di attingimento anche per areali molto estesi".

Nelle aree in Classe E, con riferimento all'area di trasformazione e agli interventi in progetto, si prescrive che "...nelle fasi di cantiere ... sono adottate tutte le misure necessarie a prevenire infiltrazioni inquinanti sulla base di un apposito documento di sicurezza che tenga conto delle caratteristiche dell'acquifero e delle eventuali interferenze con la falda derivanti dai lavori".

8. CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI DEFINITE DAGLI STRUMENTI URBANISTICI

Nel presente paragrafo vengono delineate le conseguenti condizioni di fattibilità definite sulla base di quanto contenuto negli strumenti urbanistici comunali vigenti e in particolare nel Piano Operativo approvato con Deliberazione C.C. n.34/2019.

Le condizioni di fattibilità degli interventi previsti per l'Area di trasformazione TR04c sono dettate e dettagliate nella specifica Scheda normativa e di indirizzo progettuale (Norme per l'Attuazione del PO - Allegato A), redatta in coerenza a quanto previsto dalle stesse Norme per l'Attuazione del PO (art.35, art.39-45 e 86).

La scheda riporta le specifiche limitazioni ed i vincoli posti alle destinazioni d'uso del territorio in funzione delle situazioni di pericolosità riconosciute, nonché le prescrizioni circa gli studi e gli approfondimenti di indagine da eseguirsi a livello attuativo e edilizio e alle opere da realizzare e agli accorgimenti tecnico-costruttivi da mettere in atto per la mitigazione del rischio.

Le classi di fattibilità sono definite dalle Norme del PO in coerenza a quanto previsto dal regolamento in materia di indagini geologiche attualmente vigente, di cui alla DPGRT 53/R/11.

La fattibilità degli interventi previsti è riassunta nella tabella seguente. La scheda completa è riportata in copia in Allegato 1.

Fattibilità	geologica	idraulica	sismica
	FG2 Fattibilità con normali vincoli	FI3 Fattibilità condizionata	FS3 Fattibilità condizionata

Tabella 1 – Fattibilità degli interventi dell'area di trasformazione Tr04c secondo quanto previsto nella Scheda normativa e di indirizzo progettuale (Norme per l'Attuazione del PO - Allegato A).

La definizione delle fattibilità è riportata cartograficamente sulla Carta della fattibilità delle previsioni quinquennali, di cui all'Allegato A del Piano Operativo.

riferimento alla scheda sopra citata si evidenziano le seguenti prescrizioni di fattibilità:

- *l'attuazione dell'intervento è subordinata all'effettuazione dei normali studi geologico-tecnici previsti dalla normativa vigente in materia (DPGR n. 36/R/2009 e NTC 2018) finalizzati alla verifica delle caratteristiche geotecniche del substrato di fondazione (Fg.2);*
- *relativamente alle problematiche sismiche l'area oggetto di intervento può essere soggetta ad effetti di amplificazione sismica locale in quanto il substrato lapideo sottostante ai depositi alluvionali superficiali può essere rinvenuto a profondità inferiore ai 50 metri. In relazione anche all'altezza degli edifici previsti e quindi ai possibili effetti di risonanza sugli stessi, si dovrà elaborare una analisi di risposta sismica locale già a livello di Piano Attuativo (Fs.3);*
- *per quanto riguarda le problematiche idrauliche l'area di intervento è classificata in pericolosità I.2 e I.3, parzialmente interessata da un battente idraulico medio di circa 15 cm (quote medie s.l.m. di primo orientamento, da verificare in fase di progetto: 43,23 ml per l'U.I. n. 1 /44,07 ml per l'U.I. n. 2). In queste condizioni la sicurezza idraulica può essere ottenuta con le opere di sopraelevazione di cui all'art. 39, punto 3.5, delle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo (Fi.3). In ogni caso le soluzioni di messa in sicurezza da adottare devono essere specificate nei singoli progetti, evidenziando sia la quota di sicurezza del piano di calpestio degli edifici rispetto al piano di campagna, sia le dinamiche idrauliche da considerare, rispetto al battente idraulico atteso, per eventuali opere compensative e/o di mitigazione degli effetti, qualora i nuovi ingombri determinino un aggravio delle condizioni di rischio in altre aree (da valutare in sede di elaborazione del Piano Attuativo e/o dei singoli progetti edilizi). I parcheggi in superficie devono essere realizzati sia assicurando il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree ed il livello di*

rischio medio R2, sia disponendo misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali, facendo riferimento ai criteri indicati all'art. 86, punto 9.

- *relativamente alla salvaguardia delle acque sotterranee l'intervento è soggetto alle prescrizioni di cui all'art. 35, punto 2, delle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo.*

Con riferimento alle condizioni di rischio idraulico si evidenzia che nella Scheda si fa riferimento solo a condizioni di pericolosità idraulica media (I.2) e elevata (I.3). La scheda valuta infatti la fattibilità idraulica degli interventi nella configurazione di progetto individuata nello studio idraulico a supporto di PO (e dello studio idraulico di dettaglio a supporto del Piano Particolareggiato), ovvero a seguito dell'esecuzione delle opere di mitigazione del rischio che consentiranno la risoluzione delle problematiche di esondazione per il tempo di ritorno 30 anni e il conseguente aggiornamento della cartografia di PGRA e Piano Strutturale, vincolante per l'attuazione del Piano Particolareggiato.

9. CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI DEFINITE DALLA L.R. 41/2018

Gli interventi previsti nell'area di trasformazione, in relazione alla pericolosità idraulica definita nel PGRA e nel Piano Strutturale sono sottoposti alle limitazioni e prescrizioni della normativa regionale vigente in materia di rischio di alluvioni, rappresentata dalla L.R.T. 41/18. In particolare agli interventi si applicano oltre che le norme generali per la gestione del rischio alluvioni (Capo II) le Norme del Capo III (Interventi edilizi all'interno del territorio urbanizzato), art.9-13.

Le condizioni di fattibilità sono riferite allo scenario di pericolosità idraulica "di progetto", così come individuato nello studio idraulico a supporto di PO (e dello studio idraulico di dettaglio a supporto del Piano Particolareggiato).

Gli interventi di nuova costruzione ai sensi di quanto previsto dall'art.11 comma 2 possono essere realizzati, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'art.8 comma 1 lettera a), b) o c) finalizzate al raggiungimento almeno di un rischio medio R2. Le opere di cui alla lettera c) in particolare sono rappresentate da "opere di sopraelevazione", da realizzarsi senza l'aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, attraverso le opere e il rispetto delle condizioni di cui al comma 2, art.8. La funzione delle "opere di sopraelevazione" è quella di ridurre la vulnerabilità degli elementi esposti all'evento alluvionale, conseguendo la classe di rischio medio R2, mediante la realizzazione del piano di calpestio ad una quota superiore al battente con un relativo franco di sicurezza.

Per la realizzazione di volumi interrati si deve fare riferimento a quanto previsto dall'art.11 comma 4 e 5, in relazione alla magnitudo idraulica.

Per la realizzazione di infrastrutture lineari o a rete, nonché parcheggi e impianti per la produzione di energia e trattamento della risorsa idrica e depurazione, si deve fare riferimento a quanto previsto dall'art.13.

Per eventuali interventi sul patrimonio edilizio esistente si deve fare riferimento a quanto previsto dall'art.12 comma 4 e 5, in relazione alla magnitudo idraulica.

Le Norme per l'Attuazione del PO (art.35, 42 e 43) e la specifica Scheda dell'area di trasformazione sono redatte in coerenza alla normativa regionale.

10. ELEMENTI GEOLOGICI E STRUTTURALI

Il Comune di Scandicci è sviluppato a ridosso del bordo meridionale del bacino distensivo di Firenze-Prato-Pistoia; tale bacino è allungato in direzione ONO-ESE ed è delimitato a NE dalla dorsale Monte Ceceri - Monte Morello – Monti della Calvana e a SO dalla dorsale Pian dei

Giullari Monte Albano e si estende per una lunghezza di circa 45 km e una larghezza di circa 10 km, con un'altitudine media attorno ai 45 m s.l.m.

Il bacino di Firenze-Prato-Pistoia rappresenta una depressione strutturale delimitata da faglie normali con andamento parallelo al fronte compressivo posto più a est. I depositi di riempimento del bacino sono rappresentati da successioni lacustri (Pliocene sup. – Pleistocene) e fluviali (Pleistocene sup. – attuale).

Nella cartografia geologica (Progetto CARG, Regione Toscana in collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi) i depositi sedimentari sono stati classificati adottando i nuovi criteri di rilevamento geologico basati sulle UBSU (Unconformity Boundary Stratigraphical Units/Unità Litostratigrafiche a Limiti Inconformi, Fig. 10).

Nella prima fase del riempimento del bacino si sono depositati i materiali fini costituiti da argille e limi lacustri che passano latero-verticalmente a quelli in larga parte ghiaiosi-ciottolosi legati agli apparati deltizi e di "fandelta" localizzati in corrispondenza delle immissioni dei torrenti nel bacino lacustre stesso (fase fluvio-lacustre, Pliocene sup.-Pleistocene; Sistema di Firenze-Pistoia: FTP2 in Fig.10). Successivamente si sedimentano le argille sabbiose sempre di origine fluviale ad opera dell'Arno e dei suoi attuali affluenti (fase fluviale, Pleistocene sup?-Olocene; Depositi alluvionali antichi: Aa e Depositi alluvionali attuali: Ac in Fig. 12). Secondo la cartografia geologica Regionale, nel bordo meridionale dell'area TR04c dovrebbero essere presenti depositi rappresentati da ghiaie e ciottolami puliti, tuttavia le indagini disponibili e condotte per la costruzione del Modello Geologico non hanno evidenziato la presenza di tali litologie nell'area Tr04c.

L'evoluzione del Bacino di Firenze-Prato-Pistoia è stata guidata da due sistemi principali di faglie normali: uno orientato circa N120 e l'altro N30; di quest'ultimo sistema fa parte la faglia di Scandicci-Castello la cui traccia, sepolta sotto i sedimenti del bacino, viene posta poco a est dell'area Tr04c. Ad ovest di tale faglia gli spessori dei sedimenti nel bacino mostrano un progressivo aumento fino alla zona depocentrale individuabile nell'area di Campi Bisenzio. Lo spessore dei sedimenti della fase fluvio-lacustre e di quella fluviale olocenica nella zona in esame è stimato intorno ai 50-80 m. Al di sotto dei sedimenti del bacino il substrato litoide è costituito dai terreni dell'Unità Tettonica di Monte Morello.

11. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI GEOMORFOLOGICI

L'area è posta su terreni sostanzialmente pianeggianti di piana alluvionale, con quote variabili da circa 43.0 m s.l.m. a circa 44 m s.l.m., fatta eccezione per un'area posta nella porzione sud-occidentale, che presenta quote fino a circa 45 m s.l.m.

Dal punto di vista geomorfologico, la cartografia di Piano Strutturale (PS) non evidenzia la presenza di forme o depositi originati per gravità, né antichi stabilizzati né tantomeno in evoluzione (Fig.11).

Lo studio condotto da Conedera & Ercoli (1973), sulla base dell'interpretazione di foto aeree, desume in quest'area la presenza di tracce di paleoalvei del Fiume Arno e Greve. La presenza di tali paleoalvei, risulta solo parzialmente confermata dai dati dei sondaggi condotti nella zona dell'abitato di Scandicci. Nella Figura 11 è riportato l'andamento degli assi dei paleoalvei, così come indicati sulle cartografie di quadro conoscitivo del PS, ovvero di antichi tracciati dei corsi d'acqua, riempiti da sedimenti alluvionali.

L'area è situata in sinistra idrografica del Fiume Greve e in destra idrografica del Torrente Vingone; il Fiume Greve si localizza a NE dell'area di studio ad una distanza minima di circa 1 km e il Torrente Vingone a SW ad una distanza minima di 400 m. Nell'area il drenaggio delle acque superficiali è garantito dalla naturale pendenza del terreno che convoglia le acque nel sistema di fossi e canalizzazioni superficiali e nel sistema fognario esistente. Non sono presenti all'interno dell'area elementi appartenenti al reticolo idrografico, così come classificato ai sensi della LR 79/12, aggiornata con DCRT 20/2019 (Fig.12).

12. ELEMENTI LITOLOGICO-TECNICI

Gli elementi relativi all'inquadramento geologico generale dell'area, trattati al paragrafo 10, integrati con la raccolta dei dati relativi alle indagini pregresse realizzate in un intorno significativo dell'area di trasformazione e con le risultanze di una specifica campagna di indagini geofisiche consentono la definizione preliminare del modello geologico, con particolare riferimento alle caratteristiche litologico-stratigrafiche di dettaglio dei terreni, e del modello litotecnico. In quest'ultimo sono riportate informazioni relative al grado di cementazione e/o di consistenza/addensamento, nonché informazioni relative all'eventuale presenza di terreni con caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti o terreni con consistenti disomogeneità verticali e laterali.

La raccolta ed analisi delle indagini condotte nell'area Tr04c e nelle aree contermini nell'ambito di precedenti campagne di indagine, a supporto di strumenti urbanistici o di interventi diretti, consentono quindi di approfondire e aggiornare il quadro conoscitivo dell'area di trasformazione a livello geologico, idrogeologico e geotecnico. Nella fase di studio attuale è stata inoltre condotta una campagna di indagini geofisiche integrative volta a definire meglio alcuni aspetti stratigrafici, litotecnici e sismici dei sedimenti presenti nell'area.

Il complesso delle indagini disponibili consente infine di fornire indirizzi per il prosieguo degli approfondimenti di indagine, di supporto alla futura fase di progettazione edilizia.

A partire da questo modello saranno da prevedere successivi approfondimenti d'indagine specifici, mirati sia ad approfondire ulteriormente gli aspetti di caratterizzazione geologica e geotecnica del volume significativo di sottosuolo, anche in relazione alle caratteristiche progettuali specifiche degli interventi, sia a soddisfare quanto previsto dalle normative vigenti in materia di prevenzione sismica (D.M.17/01/18 e Circolare CSLPP n.7 del 21.01.19 e D.P.G.R. 36/R/09).

Il modello geologico delineato in questa fase va inteso quindi non come modello definitivo ma come un elemento dinamico e aperto, che attraverso la sua continua implementazione con nuove indagini (sismiche, stratigrafiche, geotecniche) consenta di immagazzinare sempre più informazioni, fornendo così un valido strumento di ausilio alla progettazione nell'area.

12.1 INDAGINI CONDOTTE E INDAGINI PREGRESSE

12.1.1 Archivio indagini pregresse

L'archivio delle indagini pregresse utilizzate per la costruzione del modello geologico si basa sulle risultanze e indagini presenti nella "Relazione geologica a supporto Piano Attuativo della zona TR04c - 2010" e sui nuovi dati di base raccolti, contenuti nell'archivio comunale, attualmente disponibili. Nella tabella seguente sono elencate le indagini geognostiche e geofisiche rese disponibili per la presente fase di studio.

Per l'ubicazione delle indagini si rimanda alla Tavola 5.

In Allegato 4 si riportano i certificati di prova delle indagini penetrometriche utilizzate per le verifiche a liquefazione. Si evidenzia che per alcune prove penetrometriche, facenti parte dei dati di base sono disponibili soli grafici e non i corrispondenti tabulati numerici.

Relazione di riferimento/provenienza	Tipologia di indagini	N. indagini
Relazione di fattibilità geologica relativa alla riconversione funzionale e ridefinizione morfologica di tessuti produttivi in località Casellina-Parco dell'Acciaio.	Sondaggi a carotaggio continuo	7
Studi e indagini di microzonazione sismica di livello 1 – dati di base. Zona scuola media superiore Russel-Newton. Indagine 62	Sondaggi a carotaggio continuo	3
	CPT	6
Relazione Geologica a supporto della progettazione del "Polo integrato per l'alta formazione nel campo della moda – POLIMODA"	Sondaggi a carotaggio continuo	3
	Down-hole	1
	CPT	5
Indagini Geologico Tecniche di supporto al Progetto unitario di iniziativa pubblica relativo all'Area di Trasformazione TR 04c bis	HVSR	8
	Linea sismica a rifrazione (P, SH)	1
Indagini Geologiche di supporto al Progetto Unitario nell'area di Trasformazione Tr04b Zona 2 del programma direttore	HVSR	5
	Linea sismica a rifrazione (SH)	1
Dati di base Piano Strutturale 2013/DB Geologico regionale (indagine n.36,26, 14, 9)	CPT	11
	DIN	1
Indagini Isolato Boccaccio	CPT	8

Tabella 2 – Elenco delle indagini geonostiche e geofisiche pregresse disponibili.

12.1.2 Nuove indagini nell'area Tr04c

Nell'ambito della presente fase di studio si è proceduto all'esecuzione di indagini sismiche integrative volte ad approfondire aspetti di caratterizzazione sismica della sequenza stratigrafica dell'area e ad ottemperare alle prescrizioni dettate dalla Scheda normativa e di indirizzo progettuale (Norme per l'Attuazione del PO - Allegato A). Le indagini sono state condotte in due fasi, nel Marzo 2017 e nel Settembre 2019. Le indagini eseguite nella seconda fase rappresentano il supporto conoscitivo specifico per l'esecuzione dell'analisi di risposta sismica locale, in coerenza a quanto indicato nella comunicazione del Genio Civile in risposta alla nota di cui al prot.270684 GC del 10.07.2019.

Nella campagna eseguita nel Marzo 2017 sono state condotte n.5 misure di rumore sismico a stazione singola (HVSR) omogeneamente distribuite nell'area e n.1 indagine geofisica di superficie mediante sismica a rifrazione tra la Scuola Russel-Newton e la linea della Tramvia T1. Nel Settembre 2019 è stata eseguita n.1 indagine sismica ESAC associata a n.1 profilo MASW e n.1 misura HVSR.

Per l'ubicazione delle indagini si faccia riferimento alla Tavola 5.

Per quanto riguarda le caratteristiche di dettaglio delle metodologie di indagine, le strumentazioni impiegate, le modalità di acquisizione, l'elaborazione dei dati e le risultanze di dettaglio occorre fare riferimento per la campagna del Maro 2017 alla Relazione Tecnica dell'Indagine Geofisica e ai suoi elaborati grafici, redatta dalla ditta Trigeo Snc (Allegato 2) e per la campagna del Settembre 2019 alla Relazione inerente lo studio di risposta sismica locale redatta dallo studio Mannori & associati Geologia Tecnica (Allegato 3). Tali allegati costituiscono parte integrante del presente lavoro.

12.1.2.1 Indagini di sismica a rifrazione (Marzo 2017)

La campagna di indagine sismica del Marzo 2017 è stata eseguita mediante sismica a rifrazione in onde P e SH, con acquisizione ed elaborazione dati con metodologia tomografica; i dati ottenuti sono stati elaborati sia con metodologia classica GRM (Generalized Reciprocal Method) che con metodologia tomografica (Wet-Tomography), che consente una migliore caratterizzazione dei terreni. L'acquisizione delle onde SH combinate alle onde di compressione consente di ottenere i principali parametri elastico/dinamici e di fornire l'andamento dei valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette VS30).

L'indagine si è sviluppata attraverso la realizzazione di n°1 stendimento sismico (1-1'), eseguito sia in onde P che SH di lunghezza pari a 115 m per un totale di 230 ml di rilievo. I risultati delle indagini condotte evidenziano quanto segue:

- la sezione in onde P evidenzia la presenza di due superfici rifrangenti, la più superficiale posta a profondità comprese tra 1,4 e 5,1 m e la più profonda localizzata a profondità comprese tra 6,2 e 11 m; i valori di profondità massimi del primo rifrattore caratterizzano la sezione tra le progressive 65-80 m, mentre il secondo rifrattore tende ad approfondirsi dall'inizio verso la fine della sezione a partire dalla progressiva 30 m. I terreni del primo sismostrato sono caratterizzati da velocità delle onde P pari a 375-520 m/s, quelli dello strato intermedio pari a 1150 m/s, quelli dell'ultimo comprese fra 1740 e 2220 m/sec;
- l'analisi tomografica in onde P evidenzia, in accordo con il metodo GRM, la presenza superficialmente di terreni caratterizzati da basse velocità delle onde sismiche compressionali (400-500 m/s) per tutta l'estensione della sezione; al di sotto della curva di isovelocità dei 600 m/s fino alla curva dei 1.700 m/s (profondità di circa 10-14 m da p.c.), si evidenzia una regolarizzazione dell'andamento delle curve di isovelocità e un loro raffittimento, che segnala il passaggio a materiali più compatti e omogenei; al di sotto della curva dei 1.700 m/s si ha un graduale aumento di velocità con la profondità, senza variazioni laterali significative;
- la sezione in onde SH evidenzia, in generale accordo con quella in onde P, la presenza di due superfici rifrangenti, la più superficiale posta a profondità comprese tra 0,5 e 2,0 m e la più profonda localizzata a profondità comprese tra 6,1 e 10,2 m; i valori di profondità massimi del primo rifrattore caratterizzano la sezione tra le progressive 35-45 m, mentre il secondo rifrattore presenta profondità massime tra le progressive 50-80 m. I terreni del primo sismostrato sono caratterizzati da velocità delle onde SH pari a 145-175 m/s, quelli dello strato intermedio pari a 215-240 m/s, quelli dell'ultimo pari 350-360 m/s;
- l'analisi tomografica in onde SH evidenzia, in accordo con il metodo GRM, la presenza superficialmente di terreni caratterizzati da basse velocità delle onde sismiche di taglio (125-175 m/sec) per tutta l'estensione della sezione; tra le curve di isovelocità 225-300 m/s (profondità di circa 5-10 m da p.c.) si evidenzia una regolarizzazione dell'andamento delle curve di isovelocità e un loro raffittimento, più marcato nei tratti iniziale e finale della sezione, che segnala il passaggio a materiali più compatti e omogenei; al di sotto della curva di isovelocità dei 350 m/s si ha un più graduale aumento di velocità con la profondità, senza variazioni laterali particolarmente significative.

L'indagine condotta mediante onde sismiche di taglio (SH) ha consentito di definire il valore di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (V_{S30}): il valore delle V_{S30} , calcolate a partire dal p.c. attuale, è pari a 273 m/s e si evidenziano variazioni limitate del valore delle V_{S30} lungo la sezione, confermando una sostanziale omogeneità della sequenza stratigrafica da punto di vista della risposta sismica.

A tale proposito si evidenzia che l'indagine è stata eseguita ai sensi del DM 14/01/08, ma si chiarisce quanto segue. Il successivo D.M.17/01/18 prevede la classificazione del sottosuolo sulla base delle condizioni stratigrafiche e dei valori della velocità equivalente $V_{s,eq}$ di propagazione delle onde di taglio calcolate sullo spessore posto al di sopra del substrato sismico. Per depositi con profondità del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio è definita dal parametro $V_{s,30}$ ottenuta considerando le velocità degli strati fino a 30 m. Sulla base del modello geologico ipotizzato e dell'andamento dei valori velocità delle onde di taglio derivati dall'indagine, è possibile confermare un valore delle $V_{s,eq}$ calcolata dal p.c. pari a 273 m/s e una categoria C di sottosuolo definita come segue al par.3.2.2, tab.3.2.II del DM 17.01.18 "Categoria C – Depositati di terreni a grana grossa

mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

12.1.2.2 Misure di rumore sismico (Marzo 2017)

La tecnica di sismica passiva a stazione singola, detta anche tecnica dei rapporti spettrali H/V o HVSR – Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è un'indagine di tipo sismico che utilizza il rumore ambientale e prevede la valutazione sperimentale dei rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e verticali (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno. Tale tecnica di indagine viene indicata dagli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)" del Dipartimento di Protezione Civile Nazionale, come metodologia di indagine adeguata alla caratterizzazione dei terreni. In particolare tale tecnica consente l'individuazione di possibili fenomeni di risonanza sismica e la misura delle corrispondenti frequenze di vibrazione, nonché di trarre indicazioni sul rapporto tra la velocità media delle onde S nella "copertura" e la profondità del substrato sismico nel punto di misura e sull'entità del contrasto di impedenza responsabile del fenomeno di risonanza. L'esito della prova è una curva sperimentale che mostra il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali in funzione della frequenza di vibrazione; le frequenze alle quali la curva H/V mostra dei massimi sono legate alle frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura. L'ampiezza di questi massimi è proporzionale, anche se non linearmente, all'entità del contrasto di impedenza sismica esistente tra copertura e substrato sismico.

Dal punto di vista progettuale risulta importante controllare l'eventuale presenza di fenomeni di risonanza nel dominio di frequenze di interesse ingegneristico (0.1-20 Hz); infatti, nel caso di coincidenza della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo con quella propria delle opere ingegneristiche, può verificarsi il fenomeno della "doppia risonanza", estremamente pericoloso per le strutture stesse, dal momento che le sottopone a sollecitazioni massime.

Le indagini condotte non evidenziano, nel dominio di frequenze di interesse ingegneristico, la presenza di picchi di risonanza particolarmente evidenti, dotati quindi di ampiezze particolarmente elevate e rappresentativi di contrasti di impedenza particolarmente significativi. I picchi di frequenza, rappresentativi delle frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo, mostrano valori compresi tra 1.3 e 2.2 Hz e un valore medio pari a 1.6-1.7 Hz. Nella tabella seguente si riportano in sintesi le risultanze delle indagini.

Stazione HVSR	Frequenza di picco (f_0) (HZ)	Valore di picco HVSR (-)
HVSR1	1.3 (± 0.4)	3.0 (± 0.4)
HVSR2	1.8 (± 0.5)	3.5 (± 0.4)
HVSR3	1.8 (± 0.3)	3.6 (± 0.4)
HVSR4	2.2 (± 2.9)	3.8 (± 0.4)
HVSR5	1.3 (± 2.8)	3.4 (± 0.5)

Tabella 3 – Risultanze misure di rumore sismico condotte.

Applicando la relazione che correla, in condizioni di stratificazione piana e copertura sedimentaria sovrapposta ad un basamento rigido, la frequenza di risonanza della copertura sedimentaria (f_0) con lo spessore della copertura stessa (h) e la velocità media delle onde S (V_s) nella copertura ($f_0 = V_s/4h$) e considerando una V_s dei terreni di copertura attorno ai 300-350 m/s, si ottiene una profondità compresa tra i 40-65 m da p.c. rappresentativa del limite geologico che fornisce il contrasto di impedenza acustica. Tale limite è riferibile alla base dei depositi fluvio-lacustri e al passaggio al substrato alterato, in ottimo accordo con le informazioni geologiche disponibili per l'area.

12.1.2.3 Indagini geofisiche Settembre 2019

Le indagini geofisiche condotte nel Settembre 2019 sono state condotte specificatamente a supporto dell'elaborazione dello studio di risposta sismica locale e sono state rappresentate da un'indagine ESAC, volta ad una migliore definizione dei livelli stratigrafici profondi, associate ad un profilo MASW e una misura HVSR.

Per quanto riguarda la metodologia, strumentazione ed analisi dei risultati di dettaglio si rimanda interamente alla Relazione inerente lo studio di risposta sismica locale redatta dallo studio Mannori & associati Geologia Tecnica (Allegato 3).

Le indagini ESAC e MASW interpretate congiuntamente hanno permesso di raggiungere una profondità di indagine pari a circa 62 m, indicando un aumento delle velocità delle onde sismiche nel sottosuolo con la profondità fino alla profondità di circa 40-45 m dal p.c. Questa interfaccia, anche sulla base della velocità delle onde sismiche, corrisponde ragionevolmente al passaggio al livello di alterazione del substrato roccioso, caratterizzato da $V_s < 800$ m/sec e la sequenza. Il valore calcolato dall'attuale p.c. della velocità equivalente (coincidente con la V_{s30}) è pari a 310 m/sec.

Dall'interpretazione della misura di rumore ambientale risulta un picco del rapporto spettrale H/V a 1.81 Hz (± 0.11 Hz), caratterizzato da una ampiezza non particolarmente elevata, pari a 3.2. Sono presenti ulteriori picchi di frequenza secondari a circa 23 Hz e 0.9 Hz.

Il contrasto di impedenza principale (1.81 Hz) corrisponde ad alcune decine di metri di profondità; sulla base della V_s media dei depositi presenti al di sopra del livello di alterazione del substrato roccioso ricavata dall'indagine sismica, ed utilizzando la relazione $f_0 = V_s/4h$ si ottiene una profondità del contrasto di impedenza dell'ordine dei 45 m.

Il secondo picco di frequenza, a circa 23 Hz corrisponde invece ad un livello superficiale dello spessore di circa 2.5 m: la misura è infatti stata eseguita in corrispondenza di un riporto di terreno. Il terzo picco identificato, a circa 0.9 Hz, è ragionevolmente correlabile con il passaggio al substrato inalterato: sulla base della frequenza di picco e della velocità media delle onde S ricavata dall'indagine sismica si ottiene una profondità dell'ordine dei 100 – 110 m.

12.1.2.4 Confronto tra le indagini condotte

Nel presente paragrafo si confrontano le risultanze delle indagini sismiche pregresse e di quelle condotte nelle due campagne di indagine a supporto dello studio.

Per quanto riguarda le indagini sismiche a rifrazione, il valore di V_{s30} calcolato risulta variabile tra 374 e 273 m/s, confermando una categoria C di sottosuolo. Nella tabella seguente si riassumono le risultanze delle diverse indagini sismiche disponibili.

Fonte	Linea sismica	V_{s30} (m/s)
Relazione geologica a supporto Piano Attuativo della zona TR04c – 2010	Sez. 1-1'	374
	Sez. 2-2'	299
	Sez. 3-3'	355
	Sez. 4-4'	364
Indagini Geologico Tecniche di supporto al Progetto unitario di iniziativa pubblica relativo all'Area di Trasformazione TR 04c bis	Sez. 1-1'	287
Indagini Geologiche di supporto al Progetto Unitario nell'area di Trasformazione Tr04b Zona 2 del programma direttore	Sez. 1-1'	325
Sismica a rifrazione (Marzo 2017)	Sez. 1-1'	273
ESAC/MASW (Settembre 2019)		310

Tabella 4 – Sintesi delle risultanze indagini sismiche pregresse.

Le misure di rumore sismico ambientale relative alla campagna del Marzo 2017 e del Settembre 2019 risultano concordi per valore di frequenza e ampiezza del picco. I risultati delle indagini integrative condotte risultano inoltre in sostanziale accordo con le misure

acquisite nell'ambito della relazione "Indagini Geologico Tecniche di supporto al Progetto unitario di iniziativa pubblica relativo all'Area di Trasformazione TR 04c bis", condotta in area immediatamente attigua a quella di studio; tali misure evidenziano valori di frequenza di picco comprese fra 1,3 e 1,4 Hz.

12.2 Modello stratigrafico

Al fine di ottenere una ricostruzione delle geometrie degli orizzonti stratigrafici nella zona dell'intervento, sono stati acquisiti tutti i dati geologici ricavabili da indagini geognostiche e geofisiche pregresse che ricadono nella zona di intervento o nelle sue adiacenze. Il complesso dei dati esistenti è stato quindi confrontato e integrato con i risultati ottenuti con le prove sismiche integrative, condotte a supporto della presente relazione.

I dati consentono di definire un modello stratigrafico costituito da tre principali unità litologiche, riferibili ai sedimenti lacustri e alluvionali di riempimento del bacino di Firenze – Prato - Pistoia:

- **Unità litologica 1 – UL1:** limi argillosi con lenti di sabbie limose. Spessore da 4 m a 10 m. La porzione superficiale di questa unità è rappresentata da uno spessore variabile (1-2 m) di alterazione e rielaborazione antropica. Presenta passaggi latero-verticali all'unità litologica 2. Questa unità rappresenta i depositi alluvionali di esondazione sia antichi che attuali del Fiume Arno, del Fiume Greve e del Torrente Vingone;
- **Unità litologica 2 – UL2:** ciottolami, ghiaie con matrice argilloso limosa da scarsa ad abbondante alternate a livelli e lenti di sabbie e sabbie limose. Questa unità rappresenta i depositi di paleoalveo e di alveo attuale dei corsi d'acqua che hanno solcato/solcano la piana di Scandicci. I depositi di questa unità sono spesso interdigerati con quelli dell'UL1. Lo spessore di questa unità nell'area di studio varia da 4 a 8 m;
- **Unità litologica 3 – UL3:** argille lacustri (Argille Turchine) più o meno sabbiose, compatte, con locali livelli di lignite/torba e sabbioso-ghiaiosi. Questi depositi sono incisi da quelli dell'UL 2. Lo spessore di questa unità è stimabile con una scarsa approssimazione tra i 40 e i 60 m.

Nella Tavola 5 è riportata l'ubicazione delle indagini utilizzate per la costruzione delle geometrie delle unità litologiche e nelle Tavole 6a, 6b, 6c le sezioni litostratigrafiche interpretative; tali sezioni sono state costruite integrando opportunamente i dati provenienti dalle stratigrafie dei sondaggi e prove penetrometriche esistenti, con i dati provenienti dalle indagini sismiche e geoelettriche.

Il modello geologico costruito in questa fase di studio non va comunque inteso come definitivo ma come uno strumento di ausilio alla progettazione nell'area, implementabile con le ulteriori indagini da realizzarsi nelle successive fasi di studio.

12.3 Modello litotecnico

In linea generale le unità litologiche definite al paragrafo precedente trovano corrispondenza in altrettante unità con caratteristiche litotecniche specifiche. Tuttavia si rendono necessarie ulteriori suddivisioni litotecniche all'interno delle degli orizzonti litologico-stratigrafici, vista la variabilità latero-verticale tipica dei depositi alluvionali.

I terreni presenti nell'area sono limi e limi argillosi stratificati con alterazione superficiale da moderata a spinta (Unità Litotecnica 1 - ULT1) che talora passano con contatti eteropici latero-verticali a sabbie e sabbie limose (sotto-unità ULT1a) e livelli di ciottolami e ghiaie in matrice sabbioso limosa, prevalentemente incoerenti o, localmente, debolmente cementati (sotto-unità ULT1b). Verso il basso l'unità ULT1 passa ciottolami e ghiaie con matrice argilloso-limosa da scarsa ad abbondante alternate a livelli e lenti di sabbie e sabbie limose (Unità

Litotecnica 2 – ULT2) e quindi a argille lacustri più o meno sabbiose, compatte, con locali livelli sabbioso-ghiaiosi (Unità Litotecnica 3 – ULT3).

Le problematiche connesse con questi terreni sono legate essenzialmente al carattere marcatamente eteropico dei depositi che può riflettersi in comportamenti differenziali sia a seguito dell'applicazione di carichi incrementali, sia in fase sismica. Tale problematica risulta accentuata a fronte della presenza di orizzonti francamente scadenti (orizzonti torbosi, granulari non cementati e poco addensati, i terreni soggetti a fenomeni di ritiro/rigonfiamento e i riporti) e corpi limitati francamente resistenti soprattutto se posti a livelli superficiali (depositi granulari fortemente cementati). Allo stato attuale delle conoscenze, le indagini disponibili non hanno messo in evidenza la presenza di tali problematiche.

13. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDRAULICI

Il quadro conoscitivo del Piano Strutturale è supportato per gli aspetti di pericolosità idraulica da uno specifico studio idrologico-idraulico, sulla base del quale è stata adeguata la cartografia di pericolosità da alluvione del PGRA.

In relazione agli aspetti di pericolosità idraulica è stato infatti elaborato da West Systems Srl - Divisione PHYSIS Ingegneria per l'Ambiente uno specifico studio idrologico-idraulico a supporto del Piano Particolareggiato. Nella presente relazione si fa riferimento alle risultanze dello studio al quale si rimanda integralmente per i dettagli dell'analisi idrologica e idraulica e per la verifica delle dinamiche idrauliche nell'area di studio.

Lo studio è finalizzato a ottemperare a quanto previsto nella Scheda normativa e di indirizzo progettuale per l'area di trasformazione per gli aspetti di rischio idraulico, in coerenza a quanto prescritto dalla LR 41/18. La scheda, come precedentemente riportato, fa riferimento alla configurazione "di progetto" individuata nello studio idraulico, ovvero a seguito della realizzazione e collaudo delle opere di mitigazione del rischio in Piazza Kennedy e interventi complementari e opere sul sistema fognario afferente al Fosso Rigone.

La scheda indica che l'area di trasformazione è caratterizzata da un battente idraulico medio di circa 15 cm, corrispondente a quote medie s.l.m. di primo orientamento, da verificare in fase di progetto: 43,23 ml per l'U.I. n. 1 /44,07 ml per l'U.I. n. 2 (Fig.16).

L'area nella cartografia del PS risulta esterna alle aree storicamente allagate (Fig.15).

La magnitudo idraulica, sia nella Tavola Fi12 del PS (Fig.17), rappresentativa dello stato attuale, che nella Tavola T04 dello Studio idrologico-idraulico di dettaglio, rappresentativa dello stato attuale "di progetto" (Fig.18a), risulta moderata tranne per alcune limitate aree poste nella UMI 3/4 e 8.

La sicurezza idraulica degli edifici di nuova realizzazione può essere ottenuta, come previsto dalla LR 41/18 art.8 e all'art. 39, punto 3.5, delle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo tramite opere di sopraelevazione. Tali opere, il cui scopo è quello di ridurre la vulnerabilità degli elementi esposti, conseguendo la classe di rischio medio R2, si traducono nella realizzazione del piano di calpestio ad una quota superiore al battente con un relativo franco di sicurezza. Sulla base di quanto prescritto dall'art.39 punto 3.5, delle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo e dell'altezza del battente idraulico (<60 cm) il franco di sicurezza da adottare risulta pari a 30 cm.

Lo studio di dettaglio condotto ha appunto lo scopo di definire la quota di sicurezza del piano di calpestio degli edifici rispetto al piano di campagna e studiare le dinamiche idrauliche al fine di verificare se gli ingombri dei nuovi interventi determinino o meno un aggravio delle condizioni di rischio in altre aree. Le risultanze dello studio consentono inoltre di definire la necessità di eventuali opere compensative e/o di mitigazione degli effetti e valutarne gli effetti conseguenti sulla dinamica delle esondazioni.

Le verifiche idrauliche sono condotte nella configurazione "di progetto" individuata nello studio a supporto del PS/PO, ovvero a seguito della realizzazione e collaudo delle opere in corso di progettazione da parte dell'amministrazione comunale di mitigazione del rischio in Piazza Kennedy (sopralzo dei contenimenti del torrente Vingone lato piazza Kennedy) e opere sul sistema fognario afferente al Fosso Rigone (demolizione del diaframma in corrispondenza dello scarico nel fosso Rigone), oltre a interventi complementari (risagomatura della sponda sinistra del torrente Vingone subito a valle dell'opera di presa della cassa di espansione di Santa Maria; manutenzione straordinaria del muretto esistente lungo la viabilità comunale tra il ponte di via di Casignano e di via di Mosciano). Nella configurazione "di progetto" l'area di trasformazione è inondata solo da eventi di piena con tempo di ritorno 200 anni e durata pari a 1,5 3 e 6 ore, pertanto lo stato "di progetto" relativo all'area di trasformazione è verificata con riferimento a tali condizioni.

Sulla base dei risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche emerge che il Piano Particolareggiato è interessato dalle inondazioni del torrente Vingone che avvengono in piazza Kennedy e che raggiungono tale area principalmente dall'asse stradale costituito da via dei Ciliegi / via Sasseti e in modo minore da via San Bartolo.

Nelle verifiche idrauliche il modello digitale del terreno utilizzato come base per la modellazione è ottenuto dal modello Lidar della Regione Toscana aggregato in alcune aree con quello fornito dall'amministrazione comunale. Il modello digitale messo a punto nel corso dello studio condotto a supporto del PO e della variante al PS è modificato al fine di schematizzare gli interventi previsti nell'Area di Trasformazione TR 04c: il terreno all'interno delle sagome degli edifici dell'area di trasformazione è posto alla quota di sommità degli edifici stessi in modo da evitarne l'inondazione; lungo il perimetro di via Formicola, in corrispondenza della futura rotonda della nuova viabilità con via San Bartolo, è prevista la realizzazione di un muro di confine col fine di contenere le acque esondate e impedirne la propagazione verso i piani interrati dell'edificio circoscritto tra via Formicola, via Pantin e la villa L'Acciaio. Tale muro rappresenta un'opera prescrittiva per l'attuazione degli interventi del Piano e fa parte integrante delle opere di urbanizzazione.

La risoluzione spaziale delle maglie di calcolo dell'area "Greve Vingone" e la scabrezza sono modificate nell'area di trasformazione oggetto di studio in modo da rappresentare e tenere di conto rispettivamente degli ostacoli rappresentati dai nuovi edifici e delle vie preferenziali della corrente lungo i nuovi assi viari e pizze e da riprodurre il nuovo uso del suolo.

Le verifiche condotte nello studio quindi valutano e quantificano gli effetti sulla dinamica delle esondazioni causati dall'attuazione del Piano Particolareggiato e consentono conseguentemente di aggiornare le carte di pericolosità idraulica e la carta della magnitudo idraulica (LR 41/18). Si rimanda agli elaborati grafici allegati allo Studio idraulico per le cartografie relative ai battenti idrometrici di esondazione e le velocità di propagazione delle esondazioni duecentennali, allo stato attuale e a seguito dell'attuazione del Piano, nonché per le cartografie di pericolosità idraulica ai sensi del DPGRT 53/R/11 e del PGRA e della magnitudo idraulica. Nelle cartografie relative ai battenti e alle velocità di esondazione è inoltre rappresentato graficamente il "beneficio/aggravio", ovvero la differenza delle condizioni tra lo stato attuale e a seguito all'attuazione del Piano.

Si rimanda alle cartografie allegato allo Studio idraulico e alla relazione per l'individuazione e descrizione dei tratti critici e delle aree inondabili (Fig.18).

A livello di pericolosità idraulica nello stato di progetto si osserva quanto segue: le zone 3/4, 5 e 8 sono interessate principalmente da alluvioni poco frequenti classificate in pericolosità I.3 (PI.2) e marginalmente classificate in classe di pericolosità I.2 (PI.1); la porzione rimanente del Piano (zona 6/7 e 9) è quasi interamente classificato in classe di pericolosità I.2 (PI.1, ad esclusione di alcune aree più depresse del futuro parco pubblico interessate da alluvioni poco frequenti (classe di pericolosità I.3/PI.2).

A livello di magnitudo, che rappresenta una combinazione tra battenti e velocità di propagazione delle alluvioni poco frequenti, nello stato di progetto tutto il Piano risulta classificato in magnitudo moderata, ad esclusione di due piccole aree nella zona 3/4 destinate a spazi aperti che ricadono in magnitudo severa per la presenza di battenti superiori a 50 cm con velocità inferiori a 1.0 m/s.

Lo studio ha potuto verificare che **la realizzazione degli interventi previsti dal Piano non determinano alcun aggravio nelle aree contermini a quella di intervento**, ma consentono in particolare di raggiungere benefici in termini sia di riduzione delle estensioni delle aree inondate nella porzione di territorio compresa tra via Scarlatti e via Don Perosi, posta a valle del parco.

Ai fini della progettazione lo studio ha fornito le quote della superficie libera delle esondazioni in m s.l.m. su tutta l'area del Piano Particolareggiato, consentendo di definire la quota di sicurezza del piano di calpestio di ogni singolo edificio in progetto rispetto al piano campagna. Si riporta nella Fig.19 un estratto della Relazione a supporto dello Studio Idraulico dalla quale si evincono le quote di sicurezza del piano di calpestio di riferimento per le "opere di sopraelevazione" (come definite dalla LR 41/18). La quota di sicurezza (o di sopraelevazione) è calcolata come la somma tra la quota massima della superficie libera delle esondazioni e un franco di sicurezza pari a 30 cm dimensionato secondo l'art. 39, comma 3, punto 3.5 delle Norme per l'Attuazione del PO (per battenti non superiori a 60 cm).

Con riferimento allo stesso articolo delle NTA del PO, la quota di sicurezza per l'accesso ai locali interrati o seminterrati (presenti al di sotto di tutti gli edifici), dovrà prevedere un franco di 50 cm rispetto alla quota massima delle esondazioni, da realizzarsi con soglie fisse.

Nella tabella seguente si sintetizzano le risultanze dello studio idraulico di dettaglio, riportando per ciascuna UMI e singolo edificio, sulla base delle quote di esondazioni duecentennali, i valori delle quote di sicurezza del piano di calpestio di riferimento per le "opere di sopraelevazione" e le quote di sicurezza per l'accesso ai locali interrati.

Unità di intervento (UI)	Unità minima di intervento (UMI)	Edificio	Quota esondazione duecentennale (m s.l.m.)	Quota di sicurezza del piano di calpestio (m s.l.m.)	Quota di sicurezza per l'accesso ai locali interrati (m s.l.m.)
3/4	UMI 1	1	43.60	43.90	44.10
	UMI 2	2	43.75	44.05	44.25
	UMI 3	3	44.00	44.30	44.50
	UMI 4	4a	44.00	44.30	44.50
		4b	44.4	44.70	44.90
		4c	44.20	44.50	44.70
	UMI 5	5	44.10	44.40	44.60
	UMI 6	6a	43.55	43.85	44.05
6b		43,55	43.85	44.05	
5	UMI 7	7	44.80	45.10	45.30
	UMI 8	8	44.80	45.10	45.30
	UMI 9	9a	44.70	45.00	45.20
		9b	44.70	45.00	45.20
	UMI 10	10	-	-	-
	UMI 11	11	43.70	44.00	44.20
	UMI 12	12	-	-	-
	UMI 13	13	43.90	44.20	44.40
UMI 14	14	-	-	-	
6/7	UMI 15	15a	-	-	-
		15b	-	-	-
	UMI 16	16a	-	-	-
		16b	-	-	-
	UMI 17	17	-	-	-
	UMI 18	18	-	-	-
	UMI 19	19	-	-	-
8	UMI 20	-	-	-	-
	UMI 21	21	42.90 - 43.00	43.20 - 43.30	43.40 - 43.50

Tabella 5 – Risultanze dello studio idrologico-idraulico a supporto del Piano Particolareggiato dell'area di trasformazione TR04c.

Alcuni parcheggi a raso ricadono in aree interessate da alluvioni poco frequenti (classificate con pericolosità I.3/PI.2 e magnitudo idraulica moderata. Ai sensi della LR 41/18 e delle NTA del PO per tali strutture deve essere assicurato il rischio medio R2 di cui al D.P.C.M. 29/09/1998 (ovvero sono ammessi danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche) disponendo misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali come previsto dall'art. 86 punto 9 delle Norme per l'Attuazione del PO.

14. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDROGEOLOGICI

Sulla base delle informazioni contenute nel quadro conoscitivo del PS e derivanti dalle indagini pregresse condotte in un intorno significativo dell'area di trasformazione viene delineato l'assetto idrogeologico dell'area.

Sulla base di quanto contenuto nella pianificazione sovraordinata vengono evidenziati eventuali disequilibri in atto, nonché le potenziali situazioni di criticità.

Sulla base delle caratteristiche geologiche e di quanto riportato nella Carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi (Fig.12) nell'area di trasformazione sono presenti terreni riferibili all'unità idrogeologica indicata con la sigla "AL" – Alluvioni, caratterizzati da permeabilità primaria per porosità.

Per quanto riguarda le caratteristiche di permeabilità dei terreni è possibile fare riferimento ai valori di permeabilità dei terreni alluvionali, dedotti dalle prove di permeabilità eseguite all'interno dei sondaggi a supporto della progettazione della tramvia Firenze-Scandicci e del "Polo integrato per l'alta formazione nel campo della moda – POLIMODA"; le risultanze di tali indagini sono riportate in Tabella 7.

L'Unità litologica 1, rappresentata essenzialmente da limi, limi sabbiosi e argille, mostra valori di permeabilità molto bassi mentre i valori dell'Unità litologica 2, costituita da sabbie limose e ghiaie, mostra valori medi, con una variabilità strettamente connessa al contenuto di limi e argille nella matrice.

	SONDAGGI									
	Tramvia T1 – Firenze-Scandicci								POLIMODA	
	ST6	ST6	S1	S2	S3	S5	S5	S7	S1	S3
Unità litologica	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1
Profondità dal p.c. (m)	6-10	10-13	6-6,5	10-10,5	4-5	3-4	10-10,5	4,5-5	5,5	6-6,5
Permeabilità (m/s)	8,1x10 ⁻⁶	1,1x10 ⁻⁵	1,8x10 ⁻⁵	5,6x10 ⁻⁵	2,8x10 ⁻⁷	3,9x10 ⁻⁷	8,9x10 ⁻⁵	9,6x10 ⁻⁷	1,3x10 ⁻⁷	3,5x10 ⁻⁹
Permeabilità media unità litologica 1 (m/s)	3,5x10⁻⁷									
Permeabilità media unità litologica 2 (m/s)	3,6x10⁻⁵									

Tabella 6 – Valori di permeabilità delle unità litologiche da prove in foro di sondaggio.

La falda acquifera, di tipo freatico, si localizza all'interno dei depositi sabbioso-ghiaiosi dell'Unità Litologica 2 ad una profondità dal piano di campagna tra circa 5 e 7 metri (isofreatiche da 38 a 41 m. s.l.m.) ed è protetta da spessori variabili delle coperture semipermeabili dell'Unità Litologica 1. La base dell'acquifero coincide col tetto dei depositi argilloso-limosi lacustri dell'Unità Litologica 3. Le misurazioni effettuate nel Luglio-Agosto 2010 nell'ambito della campagna di indagini a supporto della progettazione del Polimoda nei perfori dei sondaggi attrezzati a piezometro (S1 e S3) hanno evidenziato un livello di falda posto a circa 7.0-7.5 m dal p.c. Sulla base dei dati riguardanti le zone contermini è possibile ipotizzare un'oscillazione media della superficie piezometrica dell'ordine di 1.0 m.

Nella zona il gradiente idraulico si attesta su valori medi di 8 ‰ ed è direttamente influenzato, come per la direzione di deflusso, dall'azione di richiamo esercitata dal campo di pozzi in emungimento ad uso idropotabile, localizzati a nord a partire dal Piazzale della Resistenza. In corrispondenza del campo pozzi denominato "Marzoppina" si rileva infatti una depressione piezometrica dovuta al forte emungimento.

Per quanto concerne la vulnerabilità degli acquiferi nel quadro conoscitivo degli strumenti urbanistici comunali (Fig.12), l'area di trasformazione è caratterizzata dalla presenza dell'unità idrogeologica AL (alluvioni), alla quale è attribuita una permeabilità alta che messa in relazione alla tipologia di falda (falda libera) determina una vulnerabilità "elevata".

Permeabilità del substrato				Tipologia di falda
alta	media	bassa	molto bassa	
AL	DT		AA	falda libera
	SG	AG	LA	falda semi-confinata
	CM	AR		falda confinata

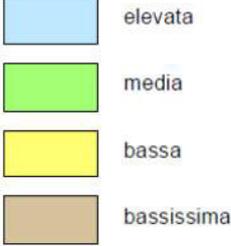


Tabella 7 – Determinazione della vulnerabilità degli acquiferi.

L'art.35 delle Norme per l'Attuazione del PO definisce le prescrizioni per le aree a diversa pericolosità idrogeologica.

Per quanto concerne la salvaguardia dei punti di captazione ad uso acquedottistico, si evidenzia, come già riportato, che l'area di trasformazione non ricade all'interno né di zone di tutela assoluta, né di zone di rispetto.

L'area di trasformazione, in coerenza a quanto indicato nelle cartografie a supporto del Piano di gestione delle acque del Distretto Idrografico dell'Appennino settentrionale fa parte dell'areale del corpo idrico significativo della Piana Firenze, Prato, Pistoia – zona Firenze (codice WISE - IT0911AR011), per il quale è definito uno stato ambientale buono dal punto di vista quantitativo e non buono dal punto di vista qualitativo.

La tutela qualitativa della risorsa idrica è strettamente connessa al consumo sostenibile della stessa da attuare attraverso una pianificazione delle utilizzazioni delle acque; a tal riguardo si deve fare riferimento alle zonazioni e misure di tutela volte ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico come definite dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, Stralcio Bilancio idrico. In tale Piano la zona di trasformazione fa parte dell'areale dell'acquifero significativo della Pianura di Firenze ed in termini di bilancio risulta a saldo positivo; a tali acquiferi si applicano le norme di cui all'art.6 e 8 delle Misure di Piano.

Per quanto riguarda la zonazione delle aree a diversa disponibilità idrica di acque sotterranee l'area TR04c ricade nelle classi di disponibilità idrica D1 e D2 (Fig.14). Tali classi sono definite all'articolo 8 delle Misure di Piano:

- Aree ad elevata disponibilità (D1), in cui la ricarica media su unità di superficie è superiore ai prelievi in atto;
- Aree a disponibilità prossima alla capacità di ricarica (D2), in cui la ricarica media su unità di superficie è congruente con i prelievi in atto.

Gli articoli 8 e 11 delle Misure di Piano dettano le prescrizioni per l'utilizzo della risorsa idrica negli acquiferi con bilancio positivo e disponibilità elevata o prossima alla capacità di ricarica. Sulla base di tali norme le eventuali richieste di sfruttamento della risorsa idrica sotterranea, ad uso delle nuove strutture insediative facenti parte dell'area di trasformazione, dovranno essere assoggettate a specifiche indagini per valutare la loro ammissibilità rispetto

al mantenimento dell'equilibrio del bilancio dell'acquifero e agli effetti indotti localmente e nelle aree contermini sulla disponibilità residua.

La realizzazione di opere di captazione per approvvigionamento idrico autonomo è soggetta inoltre a quanto previsto dall'art.37 delle Norme del PO. L'eventuale sfruttamento della risorsa idrica sotterranea, oltre a perseguire i criteri di razionalizzazione delle acque, dovrà essere attuata attraverso corrette modalità di captazione in modo da limitare le criticità correlate al sovrasfruttamento della falda, rappresentate dal depauperamento della risorsa e/o fenomeni di subsidenza. La realizzazione delle opere di captazione deve essere inoltre condotta a regola d'arte con lo scopo di prevenire i rischi di inquinamento delle falde idriche. A tal fine si prevede quanto segue: "...9. Gli interventi di nuova edificazione che si avvalgono di approvvigionamento idrico autonomo devono essere accompagnati da specifica relazione tecnica riguardante le modalità di approvvigionamento e riutilizzo delle acque, privilegiando la restituzione delle acque non contaminate al reticolo idraulico naturale. I prelievi dal sottosuolo - ivi compresi quelli finalizzati all'approvvigionamento di complessi residenziali e turistico-ricettivi -devono essere comprovati da adeguati studi di compatibilità con le risorse degli acquiferi tutelati per gli usi pubblici, di cui all'art. 36 delle presenti norme, escludendo le sole utenze singole per uso domestico/idropotabile.

10. I Piani Attuativi di cui all'art. 18, i Progetti Unitari di cui all'art. 19, nonché i P.A.P.M.A.A. con valore di Piano Attuativo di cui all'art. 123, punto 3, devono definire le modalità atte a razionalizzare l'uso delle acque - potabili e per uso irriguo - attraverso corrette modalità di captazione e/o di uso dei pozzi e delle sorgenti, come prescritto dalle norme vigenti e fermo restando il rispetto delle disposizioni di cui al presente articolo. Salvo motivate eccezioni deve essere prevista la realizzazione di reti idriche duali, anche attraverso la raccolta e il riutilizzo delle acque meteoriche. I Piani Attuativi e i Progetti Unitari riferiti alla realizzazione di nuovi insediamenti prevedono - ove possibile -l'approvvigionamento autonomo (anche parziale) per gli usi non potabili, purché compatibile con la tutela della risorsa idrica".

15. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI E DI SITO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO

15.1 Sismicità dell'area e pericolosità di base

Per quanto concerne la macrozonazione sismica il territorio comunale di Scandicci ricade nella zona sismogenetica n° 916 – Versilia- Chianti (Zonazione Sismogenetica 9 – ZS9; Gruppo di Lavoro MPS, 2004). Con riferimento alla zonazione sismogenetica, secondo le Linee Guida del Gruppo di lavoro MS, 2008 (paragrafo 2.8.2), "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" - Conferenza delle Regioni e delle Provincie Autonome, Dipartimento della protezione civile, la magnitudo attesa per il Comune di Scandicci è pari a $M_{w(max)2} = 6.14$ e $M_{w(max)1} = 5.68$.

Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Tabella 8 – Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004).

Secondo quanto riportato nella Relazione tecnico-illustrativa a supporto degli Studi e indagini di microzonazione sismica di livello 1 (Luglio 2013) i terremoti registrati nel database del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (progetto CPTI04) evidenziano una magnitudo massima registrata pari a $M_w = 5,37$ relativa all'evento sismico del 11 settembre 1812 con epicentro in Val di Pesa.

Area circolare con centro C (43.75, 11.18) e raggio 20 km																					
N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	RE	Rt	Np	Inx	Io	TI	Lat.	Lon	TL	Maw	Daw	TV	Mas	Das
35	DI	1148						FIRENZE	DOM	1	70	70		43.777	11.249	A	5.17	0.30		4.80	0.45
86	DI	1325	5	21				FIRENZE	DOM	1	55	55		43.777	11.249	A	4.63	0.13		4.00	0.20
91	DI	1345	9	12				FIRENZE	DOM	1	60	60		43.777	11.249	A	4.83	0.26		4.30	0.39
92	DI	1345	12	22				FIRENZE	DOM	1	60	60		43.777	11.249	A	4.83	0.26		4.30	0.39
140	DI	1426						FIRENZE	DOM	1	55	55		43.777	11.249	A	4.63	0.13		4.00	0.20
150	DI	1453	9	28	23	45		Firenze	CFTI	7	80	75		43.77	11.3	A	5.33	0.21		5.04	0.31
248	DI	1551	9	26	16	30		FIRENZE	DOM	1	55	55		43.777	11.249	A	4.63	0.13		4.00	0.20
249	DI	1554	11	27	18	30		FIRENZE	DOM	1	65	65		43.777	11.249	A	5.03	0.33		4.60	0.49
298	DI	1600	7	6				FIRENZE	DOM	1	60	60		43.777	11.249	A	4.83	0.26		4.30	0.39
422	CP	1697	6	18	18	30		IMPRUNETA	PO885			60		43.75	11.25		4.83	0.26		4.30	0.39
492	CP	1729	6	23				FIRENZE	PO885			60		43.833	11.25		4.83	0.26		4.30	0.39
508	CP	1737	6	11	11			IMPRUNETA	PO885			60		43.75	11.25		4.83	0.26		4.30	0.39
580	DI	1770	12	27				VALDARNO SUPERIORE	DOM	4	60	65		43.777	11.249	A	5.03	0.33		4.60	0.49
723	DI	1812	9	11	12			VAL DI PESA	DOM	11	75	75		43.665	11.135	A	5.37	0.30		5.10	0.45
1135	CP	1887	11	14	5	48		IMPRUNETA	PO885			60		43.733	11.267		4.83	0.26		4.30	0.39
1228	CP	1895	5	18	19	55	12	IMPRUNETA	PO885			70		43.75	11.25		5.17	0.30		4.80	0.45
1278	CP	1897	9	6	3	6	45	CARMIGNANO	PO885			65		43.833	11		5.03	0.33		4.60	0.49
1315	DI	1899	6	26	23	17	22	Valle del Bisenzio	CFTI	135	70	70		43.9	11.12	A	5.09	0.11		4.68	0.17
2133	DI	1959	3	24	10	24		FIorentINO	DOM	28	70	65		43.698	11.296	A	4.97	0.16		4.50	0.24
2178	CP	1962	9	16	14	49	45	MERCATALE	PO885			60		43.6	11.3		4.66	0.11		4.05	0.17

Tabella 9 – Principali eventi sismici registrati nell'area Firenze-Scandicci secondo la banca dati del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani

Per la definizione dell'input sismico per l'analisi della risposta sismica locale sono stati selezionati n.7 accelerogrammi naturali utilizzando il programma Scalcona 3.0 messo a disposizione dalla Regione Toscana (vedi Allegato 3). L'elaborazione dei valori di magnitudo di questi 7 eventi sismici restituisce un valore medio di $M_w = 6,30$.

In merito alla classificazione sismica si evidenzia che il territorio comunale di Scandicci è stato classificato come segue:

- dal D.M.19/03/82, ai sensi dell'art.3 della L.64/74 come comune sismico di II categoria, cioè a sismicità moderata, per il quale si definisce un grado di sismicità $S=9$. La Del.CRT 94/85 inserisce tale territorio in classe 3 di sismicità, a cui corrisponde un'accelerazione convenzionale massima $ag/g < 0,2$;
- dalla OPCM 3274/03 e la Del.GRT 604/03, aggiornata dalla Del.GRT 751/03 in classe 2 di sismicità (ex II categoria), per la quale sono definiti valori di accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a $ag/g = 0,25$;
- dalla Del.G.R.T. 431/06 in applicazione dell'Ord.P.C.M. 3519/06 in zona 3s di sismicità; in tale zona a zona a bassa sismicità non viene ridotto il livello di protezione precedente alla riclassificazione e ad essa si applica la normativa tecnica e le azioni sismiche prescritte per le zone a sismicità 2 (Del.GRT 431/06, LRT1/05, DGRT 48/R/06);
- La Del.G.R.T. 878 del 08/10/12 aggiorna la classificazione sismica della Regione Toscana, in attuazione dell'Ord.P.C.M. 3519/06 e ai sensi del DM 14/01/08 e classifica il territorio comunale di Scandicci in zona 3 di sismicità. Per tale zona sono previsti valori di accelerazione del suolo, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, riferita ad un suolo di tipo A, compresa tra $0,05 < ag/g < 0,15$ e accelerazione orizzontale massima dello spettro di risposta elastico pari a $0,15g$ (Allegato 1A OPCM 3519/06). La zona 3 di sismicità, ai sensi della DPGRT 58/R/12, è suddivisa in fasce di pericolosità. In particolare l'area Tr04c si colloca in fascia B, ai sensi dell'art. 2 comma 3 del Regolamento 58R del 22 ottobre 2012, ovvero zone contraddistinte da valori di ag compresi tra $0,125g$ e $0,150g$;
- la Del.G.R.T. 421/14 che aggiorna nuovamente la classificazione sismica conferma tale zona di sismicità.

15.2 Effetti locali e di sito

Nella carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), facente parte degli studi di microzonazione sismica di livello 1 a supporto del PS comunale, l'area di trasformazione è inserita all'interno delle "zone stabili suscettibili di amplificazione locale" ed in particolare nelle zone "2011" (porzione sud) e "2012" (porzione nord) (Fig.20). Per tali zone è descritta la seguente sequenza stratigrafica: terreni alluvionali di copertura (GCpl) con spessori rispettivamente compresi tra 30 e 50 m e superiori a 50 m, poggianti su substrato costituito dall'alternanza di litotipi alterato/fratturato (SF).

Le indagini condotte nell'ambito degli studi di microzonazione sismica comunale hanno evidenziato che all'interno dei depositi alluvionali di copertura non si può escludere la presenza di orizzonti continui e con spessori significativi di depositi granulari cementati o molto addensati, suscettibili di determinare significativi contrasti di impedenza sismica (Fig.22). In particolare tale situazione è stata riscontrata in un'area posta circa 450 m a nord dell'area di indagine (zona Casellina). La misura di rumore sismico GEO18 ha evidenziato valori elevati delle frequenze di picco con ampiezza significativa, rappresentativi di un forte contrasto di impedenza a livelli superficiali (frequenze fondamentali $f_0 = 21.7\text{Hz}$), mentre le indagini sismiche e elettriche (ST2), nella stessa area, hanno evidenziato la presenza di un livello, caratterizzato da elevate velocità delle onde P (1765-2085 m/s) e SH (945-1070 m/s), posto ad una profondità comprese tra circa 7 e 9 m dal p.c., e valori di resistività elevata. La misura 89 posta a nord dell'area di studio nella zona di San Bartolomeo in Tuto ha invece evidenziato valori della frequenza di picco bassi (circa 1 Hz) anche in questo caso associati a un'ampiezza significativa (4.8).

Gli studi conoscitivi degli strumenti urbanistici comunali per la porzione settentrionale dell'area di trasformazione (alla quale è attribuita una pericolosità sismica S2*), individuano la possibile presenza di spessori significativi di livelli grossolani che potrebbero dare luogo a fenomeni di amplificazione delle onde sismiche in superficie per effetto di un alto contrasto di impedenza sismica tra le due diverse litologie.

Le misure di microtremore sismico condotte a supporto della presente relazione nonché tutte quelle pregresse, poste in un'intorno significativo rispetto all'area Tr04c mostrano valori di f_0 compresi tra 1,3 e 2,2 Hz compatibili con la presenza di un contrasto di impedenza posto a profondità variabili tra 40 e 65 m dal piano campagna (assumendo una velocità media delle onde SH dei terreni di copertura variabile tra 300 e 350 m/s). Questo contrasto di impedenza, che comunque non restituisce picchi particolarmente marcati nel diagramma H/V (media circa 3.5), è riferibile alla base dei depositi fluvio-lacustri come evidenziato anche dal progressivo aumento dei valori di f_0 (quindi diminuzione della profondità del contatto geologico che dà il contrasto di impedenza acustica) spostandosi verso sud, ovvero verso il bordo del bacino (Fig.22).

Le frequenze fondamentali ricavate dalle misurazione di rumore e tutte le linee indagini di sismica a rifrazione condotte nell'area non quindi hanno evidenziato la presenza di orizzonti litologici continui in grado di determinare significativi contrasti di impedenza a livelli superficiali.

Assieme alle indagini geognostiche, tutti i dati geofisici presenti nell'area e in un intorno significativo sono stati utilizzati per la costruzione del modello stratigrafico (Tavole 6a, 6b, 6c) e quindi per l'implementazione delle analisi di risposta sismica locale (Allegato 3).

Gli studi conoscitivi degli strumenti urbanistici comunali per la porzione meridionale dell'area di trasformazione (alla quale è attribuita una pericolosità sismica SS3*), individuano possibili effetti di amplificazione sismica legati alla presenza di coperture fluvio-lacustri con spessore inferiore a 50 m poste al di sopra del substrato rigido. A tale proposito nella Scheda normativa e di indirizzo progettuale dell'area di trasformazione del PO è prescritta un'analisi di risposta sismica locale, già a livello di Piano Attuativo. Le risultanze di tale analisi costituiscono parte integrante della presente relazione (Allegato 3).

15.3 Studio di risposta sismica locale

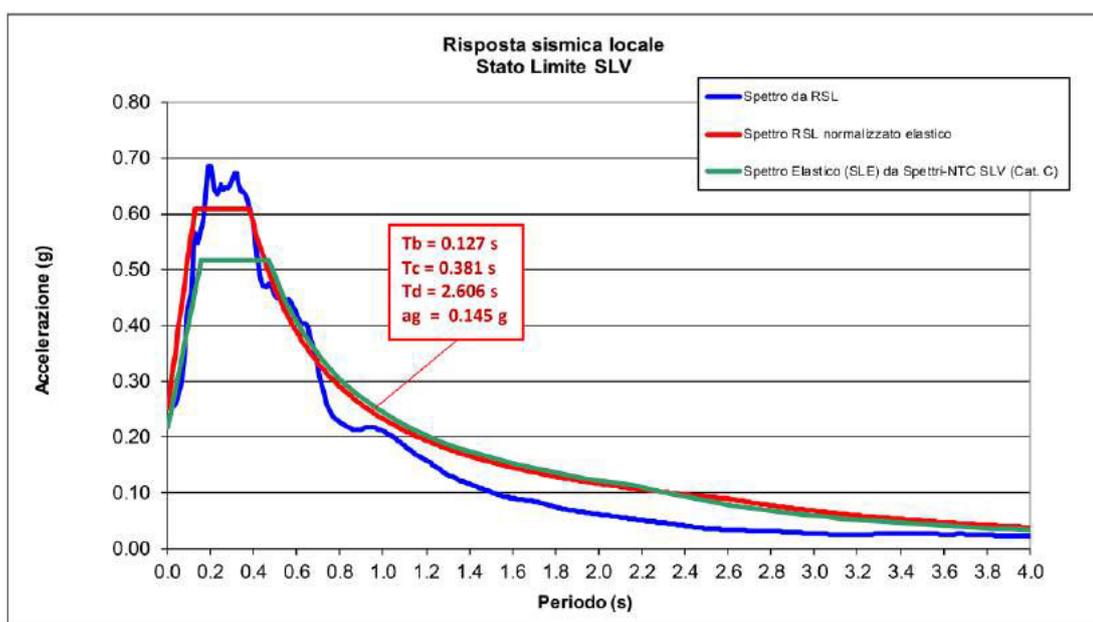
Nell'ambito della presente fase di studio è stato eseguito un'analisi di risposta sismica locale 1D, in ottemperanza a quanto prescritto dalla Scheda normativa e di indirizzo progettuale dell'area di trasformazione del PO e richiesto specificatamente dal Genio Civile Valdarno Superiore con nota del 29.06.2018 (prof. n.33232) e successive nata pervenuta 23.07.2019, protocollo 38127, contenete le indicazioni metodologiche in merito allo studio da eseguire.

Gli scopi dell'analisi sono stati quelli di ottenere gli spettri di risposta elastici in accelerazione relativi al sito oggetto di studio, ai sensi del D.M. 17/01/2018, al fine di definire l'azione sismica e fornire un confronto con gli spettri di risposta relativi all'applicazione dell'approccio semplificato che si basa sulla definizione delle categorie di sottosuolo (Tab. 3.2. Il D.M. 17/01/2018).

L'analisi è stata supportata da una specifica campagna di indagini sismiche, rappresentata da un'indagine ESAC, volta ad una migliore definizione dei livelli stratigrafici profondi, associate ad un profilo MASW e una misura HVSR. Tali indagini sono descritte in dettaglio al paragrafo 12.1.2.3 e nella Relazione dell'Analisi di risposta sismica locale (Allegato 3).

Il modello geologico e sismico utilizzato per l'implementazione dell'analisi è basato su quanto elaborato nell'ambito del presente studio, sulla base di tutti i dati conoscitivi disponibili. Si rimanda all'Allegato 3 per tutti i dettagli e per i dettagli relativi alla definizione dell'input sismico.

L'analisi di risposta sismica locale evidenzia i seguenti parametri dello spettro: $a_g = 0.145 \text{ g}$, $T_b = 0.127 \text{ s}$, $T_c = 0.381 \text{ s}$, $T_d = 2.606 \text{ s}$, $F_0 = 2.425$, $S = 1.734$



Spettro di risposta elastico risultante dall'analisi RSL e spettro normalizzato elastico confrontati con lo spettro di normativa di categoria C per lo stato SLV

In sintesi, dall'Analisi di Risposta Sismica Locale emerge che, per lo stato limite analizzato (SLV), nello spettro di risposta elastico si registra un'amplificazione del moto sismico atteso in superficie rispetto a quanto previsto dallo spettro di normativa applicabile al sito di studio (Categoria di sottosuolo C) per bassi periodi fino a 0.5 secondi. Per periodi maggiori lo spettro ottenuto dalla Risposta Sismica Locale non presenta invece sostanziali scostamenti dallo spettro di normativa per Categoria di sottosuolo C.

Le amplificazioni a bassi periodi trovano una ragionevole spiegazione nelle caratteristiche stratigrafiche dell'area, ovvero nella presenza di uno spessore inferiore a 50 m di terreni di

copertura alluvionali, caratterizzati da velocità sismiche medie piuttosto basse, posti al di sopra del livello di alterazione del substrato roccioso, a sua volta poggiante sul bedrock sismico (caratterizzato da $V_s > 800 \text{ m/sec}$). Durante la propagazione delle onde sismiche nei terreni di copertura si verifica pertanto un effetto di enfattizzazione dell'energia indotta dall'evento sismico.

15.4 Valutazione del potenziale di liquefazione

Per quanto riguarda le problematiche legate a possibili fenomeni di liquefazione si evidenzia che nel quadro conoscitivo a supporto degli strumenti urbanistici ed in particolare negli studi di microzonazione sismica non è segnalato per il territorio comunale di Scandicci ed in particolare per l'area di trasformazione la presenza di orizzonti stratigrafici suscettibili di dare luogo a fenomeni di liquefazione.

I fenomeni di liquefazione sono tipici di terreni incoerenti fini saturi e poco addensati con falda superficiale. Valori di magnitudo elevata del sisma, quindi maggiore intensità degli sforzi di taglio applicati al terreno e lunga durata dello stesso, rendono più probabile l'iniziarsi della liquefazione in un deposito sabbioso saturo.

Il DM 17.01.18 fornisce le condizioni di esclusione della verifica a liquefazione al par.7.11.3.4.1:

- accelerazioni massime attese al p.c. in assenza di manufatti minori di 0,1 g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15m da p.c., per p.c. sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$;
- distribuzione granulometrica esterna a determinate fasce critiche.

Nell'ambito degli studi di microzonazione sismica comunali (aggiornamento 2019) sono state condotte verifiche sul potenziale di liquefazione del territorio comunale prendendo come riferimento alcune verticali di indagine realizzate con prove penetrometriche statiche che hanno raggiunto profondità significative. Le verticali di indagine analizzate, prossime all'area di trasformazione, sono poste a nord dell'area e sono rappresentate dalle prove n.93 e 90 (Fig.23). Le verifiche condotte, utilizzando il metodo di Robertson & Wride, come riportato nella Relazione relativa, hanno evidenziato in tutti i casi un rischio di liquefazione molto basso (in alcuni casi neanche calcolabile).

Il modello stratigrafico e idrogeologico ricostruito in questo studio (Tavole 6a, 6b, 6c) evidenzia la presenza di terreni potenzialmente suscettibili di dar luogo a fenomeni di liquefazione all'interno dell'Unità litologica 1 o 2, rappresentati da livelli e lenti di sabbie limoso-argillose intercalate a livelli di limi argillosi in UL1 e ciottolami e ghiaie in matrice argilloso limosa in UL2. Sulla base del modello geologico ricostruito tali livelli risultano possedere spessori significativi (circa 4-5 m) in particolare nell'ultimo tratto della sezione 3 (zona Polimoda), dove sono posti a profondità a partire da circa 2.0 m dal p.c. e nella porzione centrale della sezione 3, dove presentano spessori e profondità variabili). Nelle altre aree tali livelli risultano assenti o possiedono spessori più esigui (circa 1.0 m) come lungo la sezione 1 o risultano più profondi (a partire da circa 7.0 m di profondità).

I terreni dell'unità litologica 1 dal punto di vista granulometrico, sulla base delle risultanze delle prove di laboratorio condotte nell'ambito dello studio a supporto della progettazione del Polimoda, mostrano un elevato contenuto di frazione fine, limoso-argillosa. Nel dettaglio hanno le caratteristiche granulometriche riassunte nella tabella seguente.

Sigla campione	Descrizione	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
C2	Sabbia limoso argillosa con ghiaia	4.97	61.60	16.96	16.47
C4	Sabbia limosa debolmente argillosa	0.10	68.61	21.89	9.39
C8	Limo con sabbia argilloso	0.07	37.54	40.16	22.23
C9	Sabbia con ghiaia limosa debolmente argillosa	25.96	49.15	18.23	6.66
C10	Sabbia ghiaiosa debolmente limosa e argillosa	26.61	60.28	8.59	4.52

Tabella 10 – Caratteristiche granulometriche dei campioni prelevati nell'ambito dello studio geologico a supporto della progettazione del Polimoda.

Sulla base del modello idrogeologico ricostruito la falda acquifera si localizza all'interno dei depositi sabbioso-ghiaiosi dell'Unità Litologica 2 ad una profondità dal piano di campagna compresa tra i 5 e i 7 metri, con variazioni stagionali dell'ordine di circa 1.0 m.

Nella presente fase di indagine, come specificatamente richiesto dal Genio Civile Valdarno Superiore e prescritto dalle norme di cui all'art.44 delle NTA del PO per le aree a pericolosità sismica elevata (S.3) comprendenti terreni potenzialmente soggetti a liquefazione dinamica, sono state eseguite delle specifiche verifiche a liquefazione. Per l'esecuzione di tali verifiche sono state utilizzate le risultanze di alcune verticali di indagini geognostiche, rappresentate da prove penetrometriche statiche (CPT), facenti parte dei dati di base disponibili. Si evidenzia che non erano disponibili prove eseguite con penetrometro a punta elettrica. L'ubicazione delle verticali di indagine indagate è riportata nella Figura 24. In Allegato 4 si riportano i report delle indagini utilizzati per le verifiche.

Per le verifiche della suscettibilità a liquefazione in corrispondenza delle verticali di indagine delle CPT scelte, è stato utilizzato il software Liquiter 2020 della ©GeoStru. Il programma consente di utilizzare i metodi semplificati con approccio di tipo deterministico, ed in particolare i metodi di Robertson & Wride (1997), Robertson & Wride modificato, Boulanger & Idriss (2008), Boulanger & Idriss (2014) e Juang et alii (2006). I metodi semplificati si basano sul rapporto tra resistenza del terreno a sforzi di taglio ciclico (CRR) e sollecitazione di taglio indotta dal sisma (CSR). I parametri di input dei metodi semplificati sono rappresentati dai valori di progetto dell'accelerazione di picco (a_{max}) e della magnitudo momento (M_w), il peso di volume del terreno sopra e sotto falda, la profondità della falda e i profili di resistenza penetrometrica di punta e di attrito laterale.

I metodi semplificati consentono di stimare un indice sintetico del rischio liquefazione in corrispondenza di una verticale di indagine denominato indice di potenziale liquefazione (LPI). Tale indice è rappresentato da un valore numerico compreso fra 0 e 100 che quantifica, i possibili effetti della liquefazione in superficie, tenendo conto della severità dell'azione sismica, e della profondità, spessore e valore del fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione lungo la verticale. Le classi dell'indice LPI secondo Sonmez (2003) e Iwasaki et alii (1982) sono le seguenti:

LPI	Potenziale di liquefazione
0	Non liquefacibile ($FSL \geq 1.2$)
$0 < LPI \leq 2$	Basso
$2 < LPI \leq 5$	Moderato
$5 < LPI \leq 15$	Alto
$LPI > 15$	Molto alto

Tabella 11 – Classi dell'indice di potenziale liquefazione (LPI) secondo Sonmez (2003).

I diversi metodi differiscono per il calcolo del fattore di sicurezza e possono condurre a stime di LPI anche sensibilmente diverse fra di loro. Tra i metodi di Boulanger & Idriss (2014) e Juang

et alii (2006), che sono ritenuti tra i più affidabili¹ la principale differenza consiste nel diverso modo di correggere i valori della resistenza penetrometrica per tenere conto della frazione fine, con un coefficiente moltiplicativo in nel primo metodo e moltiplicativo nel secondo. Per i terreni con elevato contenuto di fine, e quindi valori di q_c inferiori, applicando il metodo di Juang et alii si ottengono valori di resistenza penetrometrica di punta normalizzata e corretta per sabbia pulita (q_{c1Ncs}) inferiori al metodo Boulanger & Idriss (2014) e conseguentemente risultati molto più cautelativi. Il metodo di Juang et alii, 2006 fornisce sistematicamente nei contesti simili a quello oggetto di studio valori del LPI significativamente più elevati degli altri metodi.

I metodi semplificati per la valutazione del potenziale di liquefazione sono tutti basati sull'uso delle prove penetrometriche CPTe con punta elettrica; gli studi disponibili in letteratura hanno mostrato che l'applicazione di tali procedure alle prove penetrometriche statiche (CPT) conduce generalmente ad una sottostima del rischio associato alla liquefazione quindi a risultati non cautelativi, indipendentemente dal metodo adottato e in misura maggiore al crescere dell'azione sismica. Nell'ambito dello studio di Madiati et alii, 2016¹ sono state ricavate, sulla base di una specifica campagna di indagine geotecnica, le equazioni di regressione tra CPT e CPTe che consentono di correggere le resistenze penetrometriche derivanti dalle prove CPT per i metodi di Boulanger & Idriss (2014) e Juang et alii (2006). Tali equazioni di regressione sono implementate nel software Liquiter utilizzato. L'applicazione di tali correzioni determina un incremento e un miglioramento della stima di LPI.

Nel presente studio si è fatto riferimento ai metodi di Robertson & Wride (1997), Robertson & Wride modificato, Boulanger & Idriss (2014) e Juang et alii (2006). Per i metodi Boulanger & Idriss (2014) e Juang et alii (2006) è stata applicata la correzione per l'uso delle CPT. Le risultanze sono state confrontate fra loro. L'elaborazione è stata effettuata utilizzando i valori derivanti dai certificati delle prove penetrometriche statiche, discretizzando quindi la verticale di calcolo in intervalli di spessore pari a 0.2 m. Il fattore di sicurezza di riferimento è stato inserito pari a 1.25 in coerenza con quanto indicato dall'EC 8.

Per quanto riguarda l'input sismico, la verifica è stata eseguita utilizzando le risultanze dell'analisi RSL condotta ($PGA=0.251$, $S=1.734$, $ST=1$) e con un valore di magnitudo cautelativa pari a 6.3, calcolata come media delle magnitudo dei 7 accelerogrammi naturali utilizzati per la RSL. Il valore del peso di volume, sulla base delle prove di laboratorio eseguite nell'ambito dello studio a supporto del Polimoda, è stato assunto pari 19 kN/mc e 20 kN/mc per quello saturo. Il livello della soggiacenza della falda è stato ipotizzato cautelativamente pari a 5,0 m, che risulta un valore che tiene di conto della possibile escursione stagionale della falda, per tutte le prove tranne per la CPT2 (indagine 36) ipotizzato a 3,0 m. Tale prova è posta infatti più a sud dell'area di trasformazione dove la soggiacenza della falda risulta minore (indicazione livello piezometrico pari a 3.0 m sul certificato di prova).

Le prove utilizzate presentano tutte profondità inferiori a 20 m che rappresenta tradizionalmente la profondità critica, fattore che potrebbe condurre a da una sottostima di LPI per assenza di informazioni. I fenomeni di liquefazione in genere interessano i terreni posti entro i primi 10-15 dal p.c. Nelle verifiche sono state confrontate le risultanze utilizzando per il calcolo di LPI il metodo di Iwasaki (1982) e Sonmez (2003), quest'ultimo riferito ad una profondità critica di 10 e 20 m.

Le verifiche eseguite evidenziano in sintesi quanto segue:

- dal confronto delle verifiche eseguite con i diversi metodi emerge che: i metodi di Robertson & Wride (1997) e Robertson & Wride modificato forniscono i risultati meno cautelativi, con valori dell'indice LPI molto bassi e spesso prossimi allo zero; il metodo di Juang et alii, 2006 fornisce risultati molto più cautelativi di tutti gli altri metodi, con

¹ Madiati et alii (2016) – utilizzo di prove penetrometriche statiche a punta meccanica per la stima del potenziale di liquefazione. *Rivista Italiana di Geotecnica*, n.3, pp.14-24.

valori dell'indice LPI molto più elevati. Si ritiene che quest'ultimo metodo fornisca risultati troppo cautelativi per le caratteristiche litologiche dei terreni oggetto di studio che sono caratterizzati da un elevato contenuto di frazione fine;

- la correzione applicata ai metodi di Boulanger & Idriss (2014) e Juang et alii (2006) per l'uso delle CPT per il primo metodo fornisce risultati più cautelativi, con valori dell'indice LPI più elevati mentre per il secondo metodo talvolta fornisce risultati meno cautelativi, anche se con valori dell'indice già molto elevati;
- in relazione alla profondità delle prove disponibili, i valori dell'indice LPI calcolati con il metodo di Sonmez (2003) per una profondità critica di 10 m risultano, anche se di poco, più cautelativi per le prove caratterizzate da profondità minore di 10 m, mentre risultano meno cautelativi per le prove con profondità superiore a 10 m;

Visto quanto sopra si ritiene che il metodo che fornisce i migliori risultati nella situazione oggetto di studio sia quello di Idriss & Boulanger (2014) corretto per l'utilizzo delle CPT invece che di CPTe, facendo riferimento ad un indice LPI calcolato con la formula di Sonmez (2003) con profondità critica pari a 10 m per le prove con profondità inferiore a 10 m e pari a 20 m per le altre due. In Allegato 5 si riportano i report relativi alle verifiche condotte con il metodo prescelto.

Le verifiche in conclusione evidenziano per tutte le verticali di indagine indagate bassi valori dell'indice del potenziale di liquefazione, corrispondenti ad un rischio basso e solo per la CPT2 (indagine 36), moderato. Tale verticale di indagine presenta livelli potenzialmente liquefacibili di spessore pari a circa 1.0 m posti tra le profondità di circa 7.0 e 8.0 m e tra 10.0 e 11.0 m. Le altre verticali di indagine presentano livelli potenzialmente liquefacibili di spessore esiguo, inferiori a 0.5 m e posti a profondità comparabili, intorno ai 5.4-5.6 m, 6.5-7.0, 9.50-10.0 m.

16. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DELL'AREA

In coerenza a quanto previsto dal DPGRT 53/R11 – Allegato A, Direttive per le Indagini geologiche, la presente Relazione di fattibilità, definisce il quadro di pericolosità attuale dell'area di trasformazione, sulla base del quadro conoscitivo e di pericolosità delineato negli Strumenti Urbanistici comunali e nella pianificazione sovraordinata, degli approfondimenti di indagine condotti e di tutte le informazioni raccolte circa gli aspetti geologici e geomorfologici, idraulici e sismici e le eventuali problematiche idrogeologiche.

A seguito degli approfondimenti eseguiti nell'ambito del presente studio di fattibilità condotto si dà sostanzialmente atto che non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento delineato negli strumenti urbanistici, relativamente all'assetto geologico-geomorfologico, idrogeologico e sismico del comparto di intervento e alle pericolosità connesse a tali aspetti. Dal punto di vista idraulico, invece, è stato elaborato uno studio idraulico di dettaglio, al quale si deve fare riferimento per la perimetrazione della pericolosità idraulica.

Nella Tavola 7 è riportata la sintesi delle condizioni relative alle pericolosità per i diversi fattori (geologici, idraulici, sismici e idrogeologici), in accordo con le definizioni e le metodologie di redazione cartografica contenute nelle direttive di cui alla DPGR 53/R/11.

17.1 Pericolosità geologica

Nella definizione delle condizioni di pericolosità geologica, così come definite dal DPGR 53/R/11, si deve tenere conto degli elementi geologico-strutturali, litologico-tecnici e geomorfologici che caratterizzano il comparto, delineati all'interno del quadro conoscitivo delineato nei precedenti paragrafi.

Sulla base delle condizioni di pericolosità geologica e geomorfologica definite dagli strumenti di pianificazione di bacino sovraordinata e dagli strumenti urbanistici comunali, dei criteri per la valutazione degli aspetti geologico/geomorfologici e la conseguente attribuzione della classe di pericolosità geomorfologica, prevista dal DPGR 53/R/11, si attribuisce all'intera area di trasformazione una **pericolosità geologica media (G.2)**.

17.2 Pericolosità idraulica

Nella definizione delle condizioni di pericolosità idraulica, così come definite dal DPGR 53/R/11, si deve tenere conto di tutti gli elementi idrologico-idraulici necessari per valutare la probabilità di esondazione dei corsi d'acqua del reticolo idrografico e di ogni altro corso d'acqua potenzialmente rilevante, nonché le probabilità di allagamento per insufficienza di drenaggio in zone depresse.

Le condizioni di pericolosità idraulica dell'area di trasformazione sono attribuite sulla base delle condizioni di pericolosità idraulica definite dallo studio idraulico di supporto al Piano Strutturale, coerente con gli strumenti di pianificazione di bacino sovraordinati e dallo Studio idrologico-idraulico a supporto del Piano Particolareggiato. In particolare, come precedentemente riportato lo "stato attuale" di riferimento per la pericolosità idraulica del Piano Particolareggiato corrisponde alla configurazione "di progetto" individuata nello studio a supporto di PS e PO, ovvero a seguito della realizzazione e collaudo delle opere in corso di progettazione da parte dell'amministrazione comunale di mitigazione del rischio in Piazza Kennedy e opere sul sistema fognario afferente al Fosso Rigone, oltre a interventi complementari. A seguito della realizzazione e collaudo di tali interventi previsti nella configurazione di progetto verranno risolte le problematiche di esondazione per il tempo di ritorno 30 anni e si potrà procedere all'aggiornamento della cartografia del PGRA. La realizzazione di tali interventi ed il loro collaudo risulta quindi vincolante per l'attuazione del Piano Particolareggiato.

Sulla base dei criteri per la valutazione degli aspetti idraulici e la conseguente attribuzione della classe di pericolosità idraulica, prevista dal DPGR 53/R/11, si attribuiscono quindi all'area di trasformazione, allo "stato attuale", le seguenti pericolosità idrauliche:

- **pericolosità idraulica media (I.2)**
- **pericolosità idraulica elevata (I.3)**

Per le perimetrazioni di dettaglio si faccia riferimento alla Tavola 7.

17.3 Pericolosità sismica locale

Nella definizione delle condizioni di pericolosità sismica locale, così come definite dal DPGR 53/R/11, si deve tenere conto di tutti gli elementi conoscitivi per la valutazione degli effetti locali o di sito, di tipo geologico, geomorfologico e derivanti dalle indagini geognostiche e geofisiche disponibili. In particolare devono essere definite le condizioni che possono determinare le seguenti condizioni: fenomeni di amplificazione stratigrafica, topografica e per morfologie sepolte; presenza di faglie e/o strutture tettoniche; contatti tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti; instabilità dei pendii; terreni suscettibili di liquefazione e/o addensamento; terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

Sulla base delle condizioni di pericolosità sismica locale definite dagli strumenti urbanistici e dallo studio di microzonazione sismica di livello 1, delle indagini pregresse e di approfondimento condotte in questa fase di studio, dello studio di risposta sismica locale e delle verifiche a liquefazione, nonché dei criteri per la valutazione degli aspetti sismici e la conseguente attribuzione della classe di pericolosità sismica, prevista dal DPGR 53/R/11, si

attribuisce all'intera area di trasformazione, come da specifica prescrizione del Genio Civile, una **pericolosità sismica elevata (S.3)**.

Per le perimetrazioni di dettaglio si faccia riferimento alla Tavola 7.

17.4 Problematiche idrogeologiche

Nella definizione delle aree caratterizzate da problematiche idrogeologiche, così come definite dal DPGR 53/R/11, si deve tenere conto di tutti gli aspetti che possono determinare una particolare vulnerabilità delle risorse idriche, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo e valutare un'eventuale situazione di squilibrio in atto.

Sulla base delle condizioni di vulnerabilità e pericolosità idrogeologica definite dagli strumenti urbanistici comunali si attribuisce all'intera area di trasformazione una **pericolosità idrogeologica elevata e una vulnerabilità idrogeologica elevata (classe E)**.

17. CONDIZIONI DI FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI

In coerenza a quanto previsto dal DPGRT 53/R/11 – Allegato A, Direttive per le Indagini geologiche la presente Relazione di fattibilità definisce, per l'area di trasformazione oggetto di studio, la fattibilità geologica, idraulica e sismica delle trasformazioni in progetto e le loro condizioni di attuazione, in funzione delle condizioni di pericolosità definite per il comparto stesso. Secondo quanto previsto dal DPGRT 53/R/11 e dalle Norme per l'attuazione del PO le fattibilità devono essere differenziate secondo le seguenti categorie:

- **Fattibilità senza particolari limitazioni (F1):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia
- **Fattibilità con normali vincoli (F2):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia
- **Fattibilità condizionata (F3):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.
- **Fattibilità limitata (F4):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Ai fini della definizione della classe di fattibilità gli interventi previsti nell'intera area di trasformazione ed in particolare nelle singole unità minime di intervento (UMI), sono classificati, in coerenza alle tipologie di intervento individuate nella Relazione sulla fattibilità geologica, idraulica e sismica di supporto al PO e nella matrice di cui all'art.45 delle Norme per l'Attuazione del PO.

A partire dalla zonazione di pericolosità dell'area di trasformazione sono quindi state definite le classi di fattibilità delle previsioni progettuali, sulla base della tipologia e delle caratteristiche degli interventi da realizzare. La realizzazione degli interventi previsti è quindi attuabile alle condizioni e prescrizioni previste per la classe di pericolosità/fattibilità corrispondente.

Le condizioni di attuazione degli interventi di trasformazione sono rappresentate da eventuali limitazioni e vincoli alle destinazioni d'uso del territorio, nonché a prescrizioni circa gli studi e

gli approfondimenti di indagine da eseguirsi a livello attuativo e edilizio, alle opere da realizzare e agli accorgimenti tecnico-costruttivi da mettere in atto per la mitigazione del rischio ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Nella tabella seguente si riporta la sintesi delle condizioni relative alle fattibilità per i diversi fattori (geologici, idraulici e sismici), in accordo con le definizioni e le metodologie di redazione cartografica contenute nelle direttive di cui alla DPGR 53/R/11 e gli indirizzi contenuti nella Relazione sulla fattibilità geologica, idraulica e sismica di supporto al PO e nella matrice di cui all'art.45 delle Norme per l'Attuazione del PO. La matrice evidenzia quindi le classi fattibilità per le diverse tipologie di intervento previste nelle varie UMI. Per l'applicazione della matrice si specifica che qualora un intervento ricada in due classi di pericolosità diverse si applicano le condizioni di fattibilità più restrittive.

Nei successivi paragrafi sono indicate, per gli aspetti geologici, idraulici, sismici e idrogeologici, le prescrizioni e condizioni di attuazione alle quali sono sottoposti gli interventi. Tali prescrizioni derivano dalle prescrizioni e limitazioni dettate dalla normativa nazionale e regionale vigente, in particolare in materia di rischio idraulico e per gli aspetti idrogeologici, da quanto previsto nelle Norme per l'Attuazione del PO, agli art.35, 39, 42-45 e 86 e dalla specifica Scheda normativa e di indirizzo progettuale dell'area di trasformazione.

TIPOLOGIA DI INTERVENTO	PERICOLOSITA'			
	Geologica	Idraulica		Sismica
	G.2	I.2	I.3	S.3
Demolizione senza ricostruzione	FG1	FI1	FI1	FS1
Nuova costruzione	FG2	FI2	FI3	FS3
Nuovi edifici e manufatti non destinati alla permanenza continuativa di persone	FG2	FI2	FI3	FS3
aree destinate ad ampliamenti e/o miglioramenti di sedi stradali esistenti e/o realizzazione di nuovi brevi tratti di viabilità di ingresso/accesso	FG2	FI1	FI1	FS2
nuova viabilità, piazze, nuovi parcheggi e/o ampliamenti di parcheggi esistenti	FG2	FI2	FI3	FS3
percorsi pedonali, percorsi ciclabili e ippovie	FG1			FS1
parchi pubblici, zone destinate a verde pubblico attrezzato				
a) per le parti a verde	FG1	FI1	FI1	FS1
b) per attrezzature, sistemazioni morfologiche, movimenti di terra	FG2	FI2	FI3	FS3
c) per edifici di servizio (tribune, spogliatoi)	FG2	FI2	FI3	FS3
impianti tecnici e reti tecnologiche (acquedotti, fognature, elettrodotti interrati, gasdotti)	FG2	FI1	FI1	FS3

Tabella 12 – Matrice di fattibilità degli interventi previsti dal Piano Particolareggiato.

17.1 Condizioni di fattibilità geologica

Le seguenti condizioni valgono per tutte le classi di pericolosità/fattibilità geologica.

- 1) in fase di predisposizione dei progetti edilizi è da prevedere, ai sensi della normativa vigente (DM 17.01.18) e, per le opere di volume in particolare del DPGR 36/R/09, l'esecuzione di **specifiche indagini geognostiche e geofisiche integrative** volte a definire nel dettaglio il modello geologico e geotecnico del volume significativo dei terreni connessi alla realizzazione delle opere in progetto e conseguentemente adottare le tipologie fondazionali e gli accorgimenti tecnico-costruttivi opportuni;
- 2) in fase di predisposizione dei progetti edilizi dovranno essere **verificate**, tramite opportune analisi, **le condizioni di stabilità dei fronti di scavo previsti nelle fasi di cantiere e le configurazioni di progetto**, al fine di escludere possibili interferenze con l'edificato esistente e con le infrastrutture;

- 3) in relazione ai volumi di terre e rocce di scavo prodotti nell'ambito delle attività di cantiere, in fase di predisposizione dei progetti edilizi dovrà essere previsto come specifico elaborato, un **piano di gestione delle terre** nel quale dovranno essere definiti nel dettaglio i quantitativi prodotti e le modalità di gestione in conformità alla normativa vigente (D.Lgs.152/06 e smi e DPR 120/2017).

17.2 Condizioni di fattibilità idraulica

In relazione alle condizioni di fattibilità relative agli aspetti idraulici si premette che risulta vincolante per l'attuazione del Piano la realizzazione e successivo collaudo delle opere di mitigazione del rischio in corso di progettazione da parte dell'amministrazione comunale, volte a risolvere la problematica di esondazione per il tempo di ritorno di 30 anni nel tratto in corrispondenza di piazza Kennedy. Tali opere sono rappresentate dalla risagomatura della sponda sinistra del torrente Vingone subito a valle dell'opera di presa della cassa di espansione di Santa Maria e dalla manutenzione straordinaria del muretto esistente lungo la viabilità comunale tra il ponte di Via di Casignano e di Via di Mosciano. Tali opere consentiranno di risolvere le problematiche di esondazione dell'area di trasformazione per il tempo di ritorno 30 anni. A seguito della realizzazione degli interventi e collaudo delle opere si potrà procedere all'aggiornamento della cartografia del PGRA e del PS, vincolante per l'attuazione del Piano Particolareggiato.

Di seguito si riportano le specifiche condizioni di fattibilità idraulica valide per tutti gli **interventi di nuova costruzione**:

- 1) in coerenza a quanto previsto dalla Scheda normativa e di indirizzo progettuale e nelle NTA del PO gli interventi di nuova costruzione ricadenti in area ad alluvioni poco frequenti (P2/I.3), indipendentemente dalla magnitudo idraulica, risultano attuabili mediante la messa in atto di "opere di sopraelevazione" (come definite all'art.2 comma 1, lettera n) LR 41/18 e art.39 punto 3.5 NTA PO), al fine di raggiungere un livello di rischio medio. Il riferimento per la realizzazione di tali opere, ovvero la quota di sicurezza del piano di calpestio (comprensiva del franco di sicurezza pari a 30 cm) è riassunta nella tabella seguente (come derivata dallo Studio idrologico-idraulico a supporto del Piano Particolareggiato). In ogni progetto edilizio dovranno comunque essere esplicitate le opere di messa in sicurezza adottate.

Unità di intervento (UI)	Unità minima di intervento (UMI)	Edificio	Quota di sicurezza del piano di calpestio (m s.l.m.)
3/4	UMI 1	1	43.90
	UMI 2	2	44.05
	UMI 3	3	44.30
	UMI 4	4a	44.30
		4b	44.70
		4c	44.50
	UMI 5	5	44.40
UMI 6	6a	43.85	
	6b	43.85	
5	UMI 7	7	45.10
	UMI 8	8	45.10
	UMI 9	9a	45.00
		9b	45.00
	UMI 11	11	44.00
	UMI 13	13	44.20
8	UMI 21	21	43.20 – 43.30

Tabella 13 – Quote di sicurezza di riferimento per le "opere di sopraelevazione".

- 2) Per i locali interrati e seminterrati da realizzarsi in area ad alluvioni poco frequenti (P2/I.3), indipendentemente dalla magnitudo idraulica, come da specifica prescrizione del Genio Civile Valdarno Superiore, la quota di sicurezza per l'accesso dovrà essere realizzata con soglie fisse (ad esempio dossi), affiancata all'isolamento idraulico dei locali interrati. Il riferimento per la quota di sicurezza (comprensiva del franco di sicurezza pari a 50 cm) è riassunta nella tabella seguente (come derivata dallo Studio idrologico-idraulico a supporto del Piano Particolareggiato). In ogni progetto edilizio dovranno comunque essere esplicitate le opere di messa in sicurezza adottate.

Unità di intervento (UI)	Unità minima di intervento (UMI)	Edificio	Quota di sicurezza per l'accesso ai locali interrati (m s.l.m.)
3/4	UMI 1	1	44.10
	UMI 2	2	44.25
	UMI 3	3	44.50
	UMI 4	4a	44.50
		4b	44.90
		4c	44.70
	UMI 5	5	44.60
UMI 6	6a	44.05	
	6b	44.05	
5	UMI 7	7	45.30
	UMI 8	8	45.30
	UMI 9	9a	45.20
		9b	45.20
	UMI 11	11	44.20
	UMI 13	13	44.40
8	UMI 21	21	43.40 – 43.50

Tabella 14 – Quote di sicurezza di riferimento per locali interrati e seminterrati.

- 3) Per gli edifici che interessano parzialmente aree classificate nelle vigenti cartografie di pericolosità idraulica del PGRA e del PS in classe di pericolosità molto elevata (P3/I.4) (ovvero UMI 3 - edificio 3, UMI 4 - edificio 4b, UMI 5 - edificio 5) al fine di superare quanto prescritto dall'art.7 comma 3 della Disciplina di Piano del PGRA per i locali interrati, nelle more della realizzazione e collaudo delle opere di mitigazione del rischio idraulico e successivo aggiornamento della cartografia di PGRA e PS (con eliminazione delle aree a pericolosità P3/I.4) non devono essere previsti accessi ai locali interrati in corrispondenza delle aree interessate da pericolosità idraulica trentennale. Tale prescrizione decade a seguito della realizzazione e collaudo delle previste opere di mitigazione del rischio idraulico e successiva variazione della cartografia di PGRA con eliminazione delle aree a pericolosità P3.

Di seguito si riportano le specifiche condizioni di fattibilità idraulica valide per la **realizzazione di parcheggi in superficie** ricadenti in area ad alluvioni poco frequenti (P2/I.3) in coerenza a quanto previsto dalla LR 41/18 art.13 comma 4 lettera b) e dalle NTA del PO (art.42 punto 3.1.6 e art.86 punto 9)

- 1) Possono essere realizzati a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali. A tale riguardo sono adottate soluzioni progettuali e misure preventive quali:
- rialzamento del piano carrabile del parcheggio rispetto alla quota stradale. L'entità del rialzamento è definita dal progetto, tenuto conto dell'esigenza di mitigare le condizioni di rischio senza recare pregiudizio alla ordinaria fruibilità del parcheggio medesimo;

- apposizione di apposita cartellonistica recante: indicazione del luogo sicuro più vicino atto a garantire l'incolumità delle persone in caso di allagamenti improvvisi; indicazione della quota del battente di sicurezza per eventi alluvionali con tempo di ritorno duecentennale ($Tr=200$);
 - dispositivi atti ad inibire l'accesso al parcheggio in caso di previsione di eventi meteorologici pericolosi segnalati dal Sistema Regionale di Protezione Civile;
 - ubicazione degli stalli e adozione di soluzioni architettoniche e strutturali idonee a ridurre l'esposizione diretta delle auto al flusso di piena ed i conseguenti rischi di flottazione dei veicoli in sosta;
 - modalità costruttive e dotazioni idonee a limitare i danni all'infrastruttura in caso di evento alluvionale, al fine di non pregiudicarne l'agibilità.
- 2) In fase di progettazione esecutiva si consiglia di valutare la possibilità di dislocare in una nuova area gli stalli a lisca di pesce lungo la nuova Via di Formicola, posti tra il Polimoda e il parco pubblico (come da prescrizione dello Studio idrologico-idraulico di dettaglio);
- 3) Per le dotazioni a parcheggio ad uso privato per la sosta stanziale e di relazione ricadenti in aree ad alluvioni poco frequenti (P2/l.3) deve essere fatto riferimento rispettivamente all'art.11 punto 7 e art.12 punto 7 delle NTA del PO, ovvero devono essere realizzate con criteri analoghi a quelli indicati all'art. 86, punto 9, delle presenti norme per i parcheggi pubblici di superficie. Detti criteri sono da considerarsi riferimento prestazionale ottimale, in generale, per gli interventi di nuova edificazione comportanti la realizzazione di dotazioni aggiuntive per la sosta stanziale superiori a 20 posti auto.

Di seguito si riportano le specifiche condizioni di fattibilità idraulica valide per la realizzazione di **altri interventi** previsti dal Piano in coerenza a quanto previsto dalla LR 41/18 art.13 e dalle NTA del PO (art.42 punto 3.1.6):

- 1) nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;
- 2) l'adeguamento e l'ampliamento di infrastrutture a sviluppo lineare esistenti e delle relative pertinenze può essere realizzato a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;
- 3) gli itinerari ciclopedonali, sono realizzabili a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;
- 4) nuove infrastrutture a rete per la distribuzione della risorsa idrica, il convogliamento degli scarichi idrici, il trasporto di energia e gas naturali nonché l'adeguamento e l'ampliamento di quelle esistenti, sono realizzabili a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio;
- 5) i sottopassi sono realizzabili solo se non diversamente localizzabili e a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

17.3 Condizioni di fattibilità sismica

Tali condizioni valgono per tutte le classi di pericolosità/fattibilità sismica.

- 1) in fase di predisposizione dei progetti edilizi è da prevedere, ai sensi della normativa vigente ed in particolare del DM 17.01.18 e del DPGRT 36/R/09 l'esecuzione di **specifiche indagini geofisiche integrative** rappresentate da sismica a rifrazione di superficie e/o in foro e misure di rumore sismico eventualmente affiancate da indagini geoelettriche. Tali indagini sono volte a definire puntualmente, dal punto di vista sismico, le caratteristiche della sequenza stratigrafica nell'area degli interventi in relazione a possibili effetti di amplificazioni stratigrafiche. In particolare le indagini dovranno essere mirate ad indagare l'eventuale presenza di livelli/lenti, di estensione e continuità laterale significativa, di terreni granulari suscettibili di determinare significativi contrasti di impedenza sismica e la profondità del substrato sismico posto al di sotto dei depositi alluvionali;
- 2) per la predisposizione dei progetti edilizi si dovrà fare riferimento, per quanto riguarda la stima dell'amplificazione stratigrafica, al dato più cautelativo fra l'analisi di RSL elaborata a supporto del presente studio (tenendo conto dell'eventuale diversa classe d'uso dell'edificio in progetto) e la categoria di sottosuolo definita ai sensi del DM 17.01.08 sulla base delle indagini integrative condotte;
- 3) in fase di predisposizione dei progetti edilizi per gli interventi di nuova costruzione, per i quali, ai sensi del D.P.G.R. 36/R/09, siano da realizzare indagini in foro (classe d'indagine n.4), si deve procedere con l'elaborazione di un'analisi di risposta sismica locale per la valutazione dell'azione sismica di progetto ai sensi del DM 17.01.18. Gli esiti dello studio di risposta sismica locale devono essere confrontati con le categorie di sottosuolo di cui al DM 17.01.18 e con gli esiti della risposta sismica locale elaborata nella presente fase di studio (tenendo conto dell'eventuale diversa classe d'uso dell'edificio in progetto), in modo da utilizzare i parametri più cautelativi;
- 4) ai fini della verifica rispetto a potenziali fenomeni di liquefazione dinamica dei terreni sono da prevedersi, in fase di predisposizione dei progetti edilizi, adeguate indagini geognostiche e geotecniche basate su sondaggi, analisi granulometriche su campioni di terreno e prove penetrometriche CPTe o CPTU;
- 5) in fase di predisposizione dei progetti edilizi per gli interventi di nuova costruzione, classificabili in classe d'indagine n.4 e per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e rilevante di cui all'Allegato A al D.P.G.R. n. 36/R/09 si raccomanda l'effettuazione di prove di laboratorio cicliche e/o dinamiche (ad esempio prove triassiali cicliche o altre prove in relazione al livello deformativo di interesse) volte allo studio del comportamento dei terreni in presenza di sollecitazioni sismiche e alla determinazione dei relativi parametri meccanici di deformabilità e resistenza.

17.4 Condizioni di fattibilità per aspetti idrogeologici

Le seguenti condizioni valgono per tutta l'area di trasformazione.

- 1) in relazione alle caratteristiche di elevata pericolosità idrogeologica e elevata vulnerabilità della falda, in coerenza a quanto previsto dall'art.35, punto 2 delle NTA del PO, nelle fasi di cantiere devono essere adottate tutte le misure e accorgimenti necessari a prevenire possibili contaminazioni della falda idrica superficiale;
- 2) in fase di predisposizione dei progetti edilizi dovrà essere redatto un apposito documento di sicurezza che descriva le caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi presenti, i lavori che determinano possibili interferenze quali-quantitative con la falda, la compatibilità degli stessi con il contesto idrogeologico e i conseguenti

accorgimenti tecnici e procedurali al fine di impedire/limitare tali interferenze e nell'ottica della protezione della risorsa idrica;

- 3) in fase di predisposizione dei progetti edilizi dovranno essere valutati nel dettaglio, anche tramite opportuni modelli numerici, gli effetti indotti dagli scavi (subsidenze, cedimenti differenziali, ...) e le opere connesse per la loro realizzazione, su edifici e infrastrutture esistenti e le eventuali accorgimenti tecnici e procedurali per mitigare gli effetti.

18. CONCLUSIONI

La presente relazione è redatta su incarico del Comune di Scandicci, e costituisce il supporto geologico di fattibilità per il Piano Particolareggiato di iniziativa pubblica relativo all' "Area di Trasformazione TR04c – Nuovo centro della città - zone n.3 (parte)-4-5-6-7-8-9 del Programma Direttore".

Le presente relazione ha lo scopo di aggiornare e integrare la precedente documentazione relativa alle indagini geologico-tecniche di supporto al Piano, già oggetto di deposito presso il Settore Genio Civile competente, in recepimento delle nuove previsioni degli strumenti urbanistici comunali, delle intervenute modifiche normative, dei piani e programmi sovraordinati attualmente vigenti. La presente relazione rappresenta quindi il nuovo supporto geologico di fattibilità per il Piano Particolareggiato dell' Area di Trasformazione TR04c.

La relazione, elaborata ai sensi di quanto previsto dal DPGRT 53/R11 – Allegato A, Direttive per le indagini geologiche, ha lo scopo di verificare la corrispondenza dello stato attuale dell'area di trasformazione con il quadro conoscitivo e di pericolosità delineato negli Strumenti Urbanistici comunali e negli studi conoscitivi successivamente redatti, per quanto concerne gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, idraulici e sismici, nel rispetto e in attuazione degli strumenti di pianificazione territoriale sovraordinati attualmente vigenti.

Nella presente fase di studio, nel rispetto di quanto indicato nella Scheda normativa e di indirizzo progettuale e delle prescrizioni del Genio Civile, sono stati condotti i necessari approfondimenti di indagine, rappresentati da due campagne di indagini geofisiche integrative. Le risultanze delle indagini condotte e i nuovi dati di base disponibili hanno consentito la revisione del modello geologico e degli aspetti di caratterizzazione sismica della sequenza stratigrafica.

Nell'ambito dello studio, al fine di valutare gli effetti locali e di sito è stato elaborato uno specifico studio di risposta sismica locale 1D e sono state condotte verifiche a liquefazione

Nell'ambito dello studio di fattibilità condotto si dà sostanzialmente atto che non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento delineato negli strumenti urbanistici, relativamente all'assetto geomorfologico, idrogeologico e sismico del comparto di intervento e le relative pericolosità.

Dal punto di vista idraulico nella presente fase di studio è stato elaborato uno specifico studio idrologico-idraulico a supporto del Piano Particolareggiato (redatto da West Systems Srl); le risultanze dello studio costituiscono il riferimento per la definizione delle quote di sicurezza idraulica e la dimostrazione che gli interventi previsti dal Piano non determinano un aggravio nelle aree contermini.

In relazione alle condizioni di fattibilità relative agli aspetti idraulici si premette che risulta vincolante per l'attuazione del Piano la realizzazione e successivo collaudo delle opere di mitigazione del rischio in corso di progettazione da parte dell'amministrazione comunale, rappresentate da interventi di mitigazione del rischio idraulico in Piazza Kennedy affiancati da altri interventi complementari e da una diversa configurazione del sistema fognario afferente al Fosso Rigone. Tali opere consentiranno di risolvere le problematiche di esondazione dell'area di trasformazione per il tempo di ritorno 30 anni. A seguito della

realizzazione degli interventi e collaudo delle opere si potrà procedere all'aggiornamento della cartografia del PGRA e del PS, vincolante per l'attuazione del Piano Particolareggiato.

A conclusione del presente studio sono state definite le condizioni di fattibilità degli interventi e sono state fornite le prescrizioni circa gli studi e gli approfondimenti di indagine da eseguirsi a livello attuativo ed edilizio, alle opere da realizzare e agli accorgimenti tecnico-costruttivi da mettere in atto per la mitigazione del rischio ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

In coerenza a quanto previsto dal DPGRT 53/R/11 la presente Relazione di fattibilità definisce, per l'area di trasformazione oggetto di studio, la fattibilità geologica, idraulica e sismica delle trasformazioni in progetto e le loro condizioni di attuazione, in funzione delle condizioni di pericolosità definite per il comparto stesso.

In conclusione si attesta la compatibilità degli interventi con quanto delineato dalle indagini geologico-tecniche e l'adeguatezza alle direttive tecniche per le indagini geologiche di cui al regolamento approvato con DPGRT 53/R/11.

Lastra a Signa, 21 Gennaio 2019

Il tecnico
Dott.ssa Geol. Elisa Livini
Ordine Geologi Toscana n.1269

A circular professional stamp of the Order of Geologists of Tuscany. The outer ring contains the text "ORDINE GEOL. DELLA TOSCANA". The inner part of the stamp contains the name "ELISA LIVINI" and the number "1269".

FIGURE FUORI TESTO

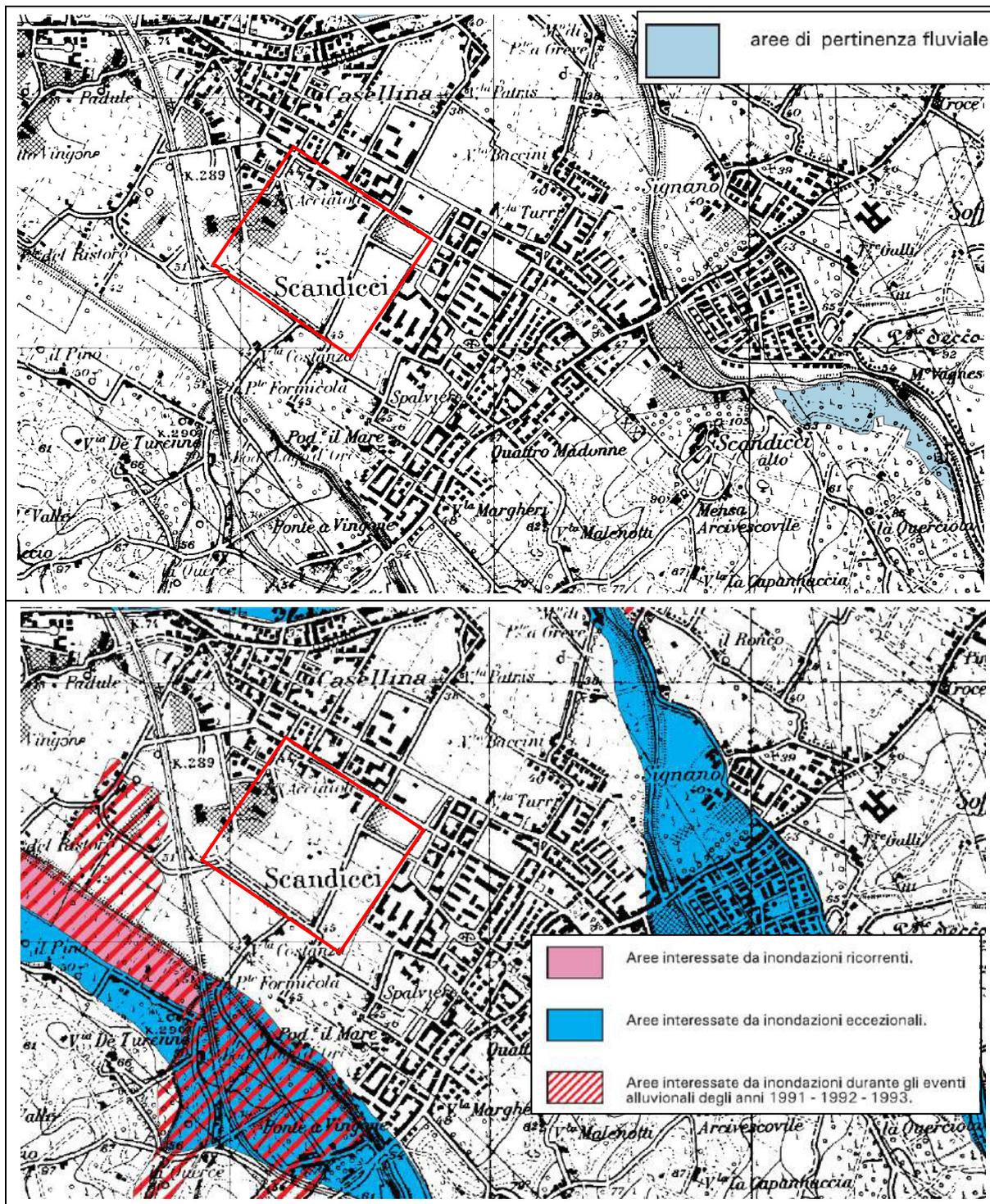


Figura 1 – Estratti del Piano Stralcio Rischio Idraulico dell'Autorità di Bacino dell'Arno – Stralcio n.52 (1:25.000): a) Carta delle aree di pertinenza fluviale dell'Arno e degli affluenti; b) Carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966-1999). In rosso il perimetro indicativo dell'area di trasformazione.

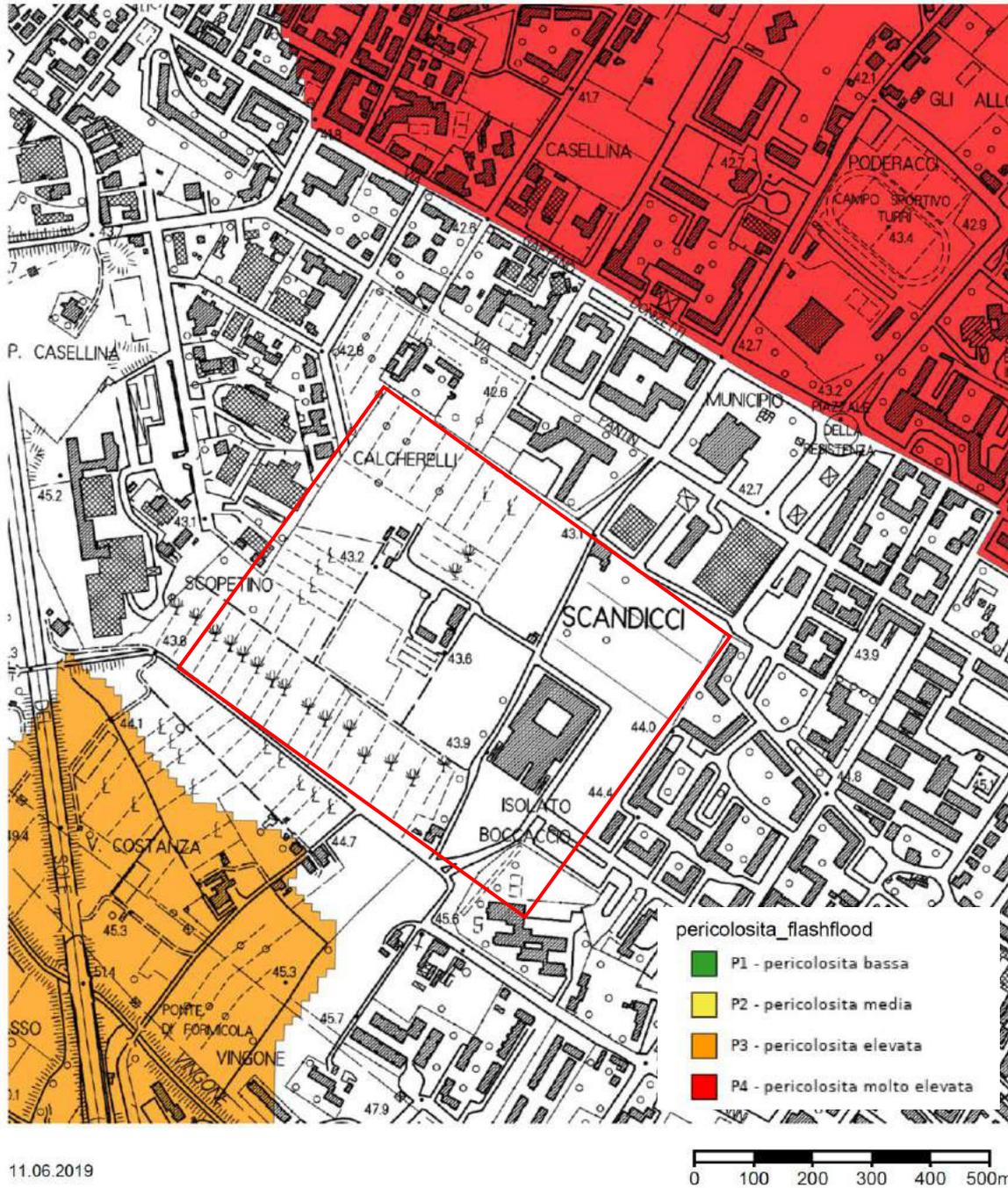
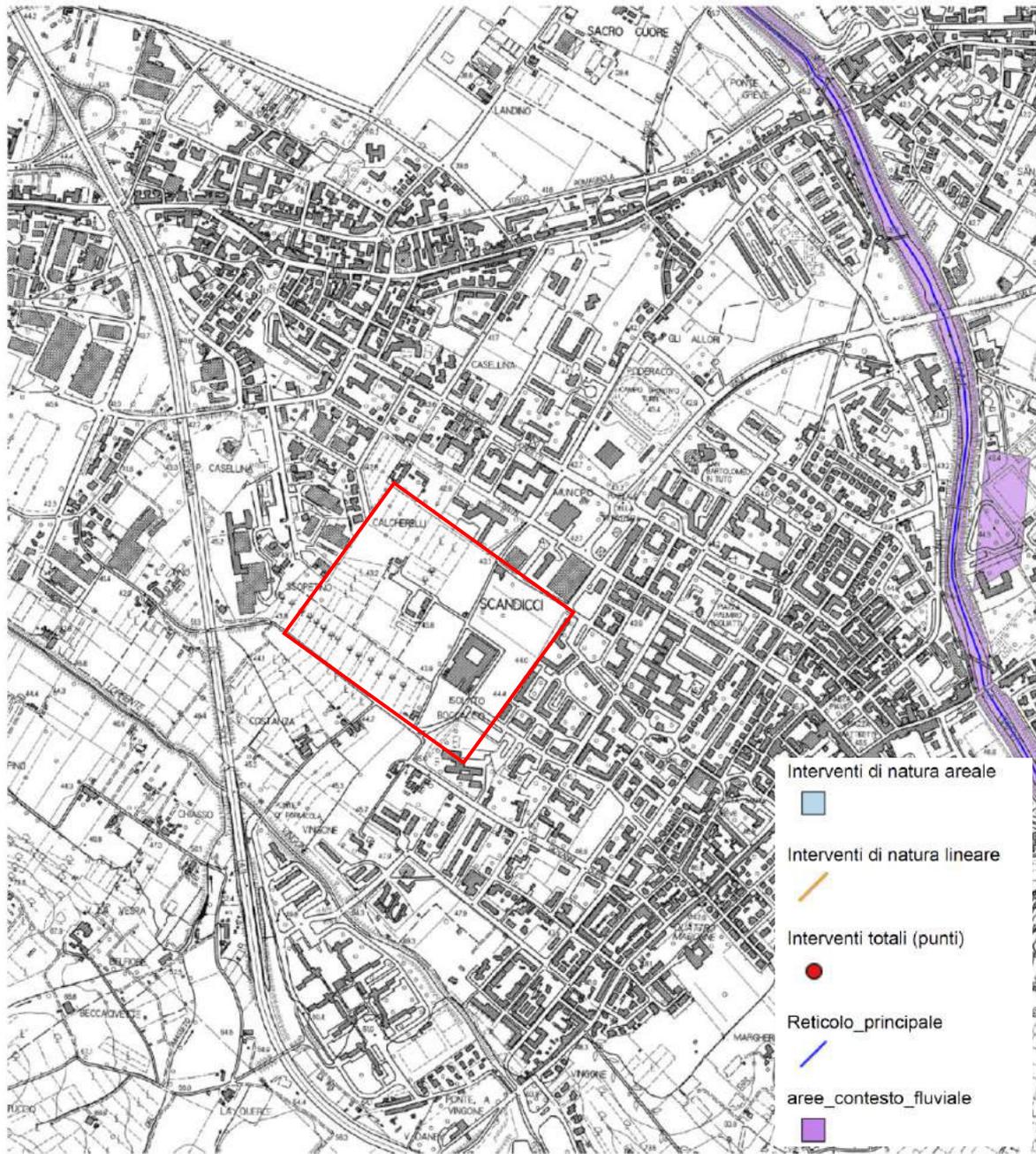


Figura 2 – Estratto del Piano di gestione del Rischio Alluvioni dell'Appennino Settentrionale, perimetrazione della pericolosità da flash flood. In rosso il perimetro indicativo dell'area di trasformazione.



11.06.2019

0 200 400 600 800 1000m

Figura 3 – Estratto del Piano di gestione del Rischio Alluvioni dell'Appennino Settentrionale, aree di contesto fluviale, interventi PGRA. In rosso il perimetro indicativo dell'area di trasformazione.

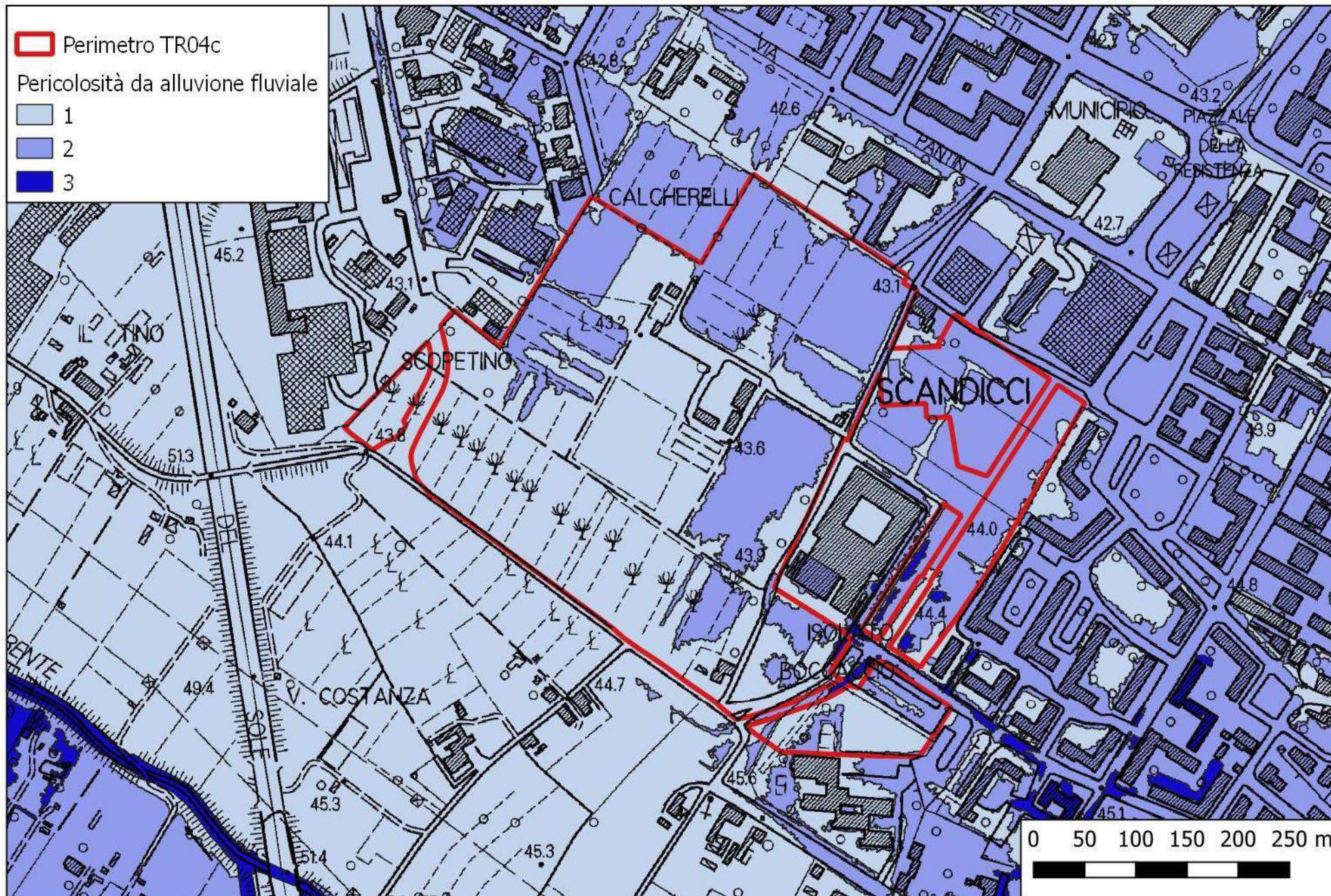
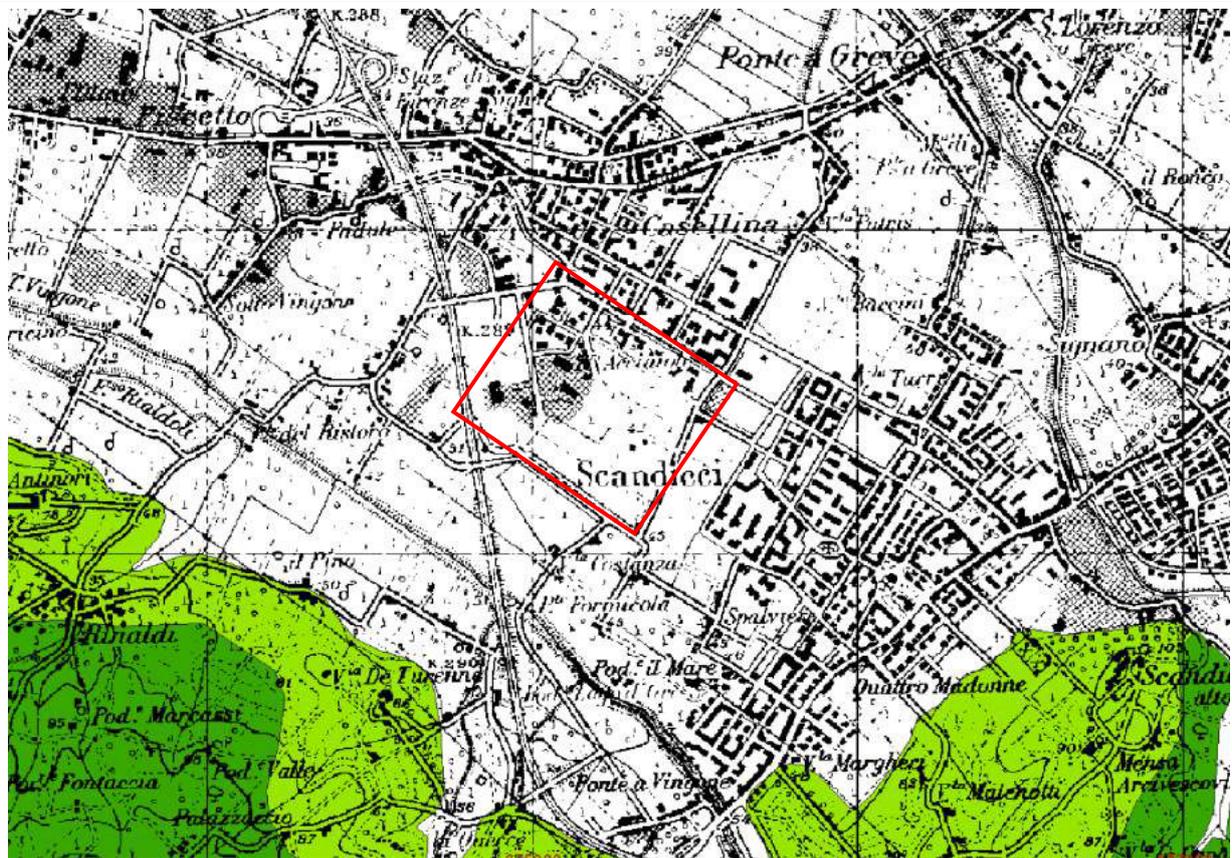


Figura 4 – Estratto del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell'Appennino Settentrionale – Pericolosità Idraulica (Stralcio 298) con indicazione in rosso del perimetro dell'area di trasformazione.



 **P.F.3**  **P.F.2**  **P.F.1**

 **Pericolosità individuata su scala 1:10.000**

Figura 5 – Estratto del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno – Piano di Bacino del Fiume Arno. Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante, Livello di sintesi (Scala 1:25.000), Stralcio n°52.

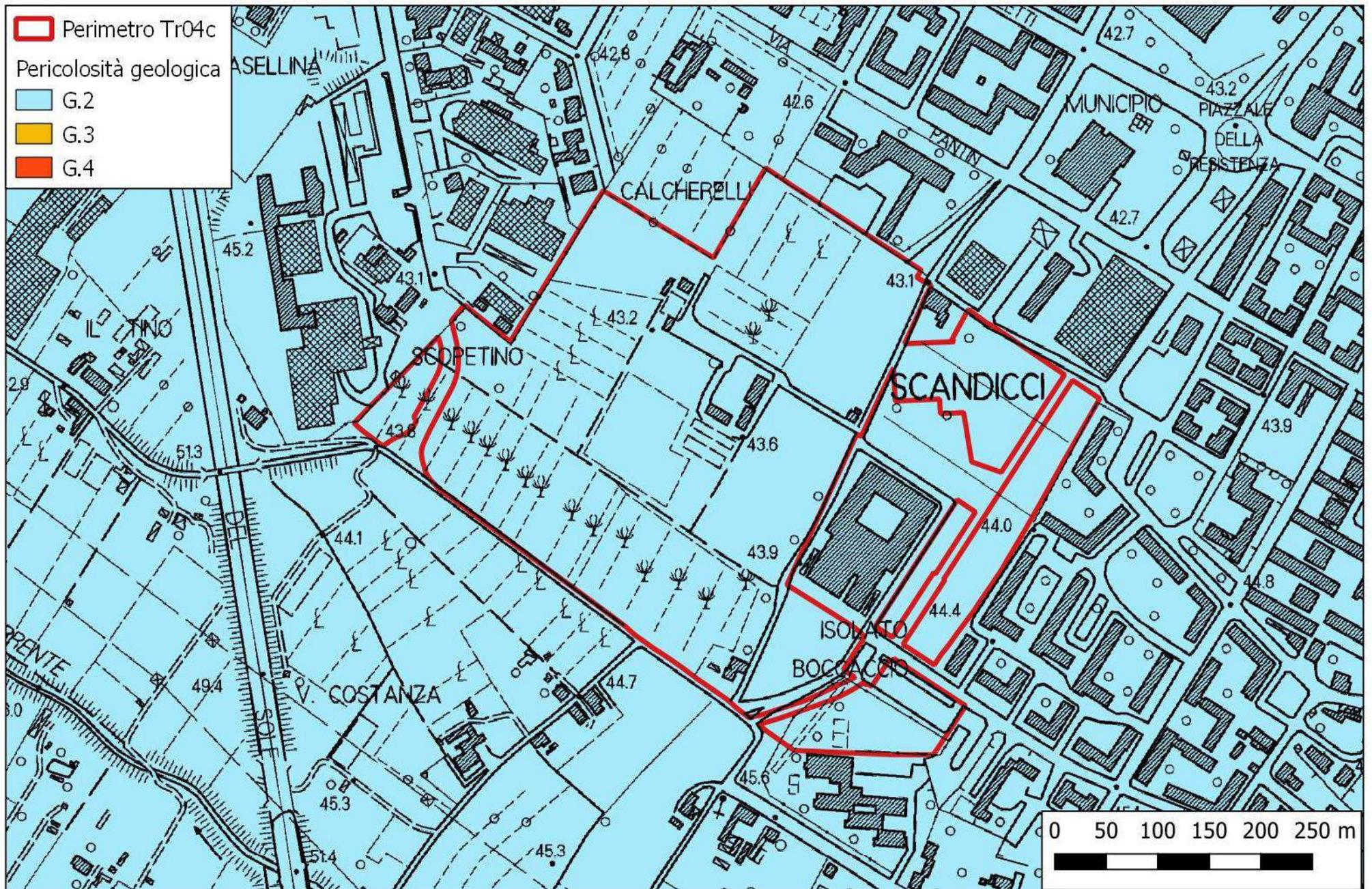


Figura 6 – Estratto della Carta della pericolosità geologica - Tavola FI 10 del Piano Strutturale con indicazione in rosso del perimetro dell'area di trasformazione.

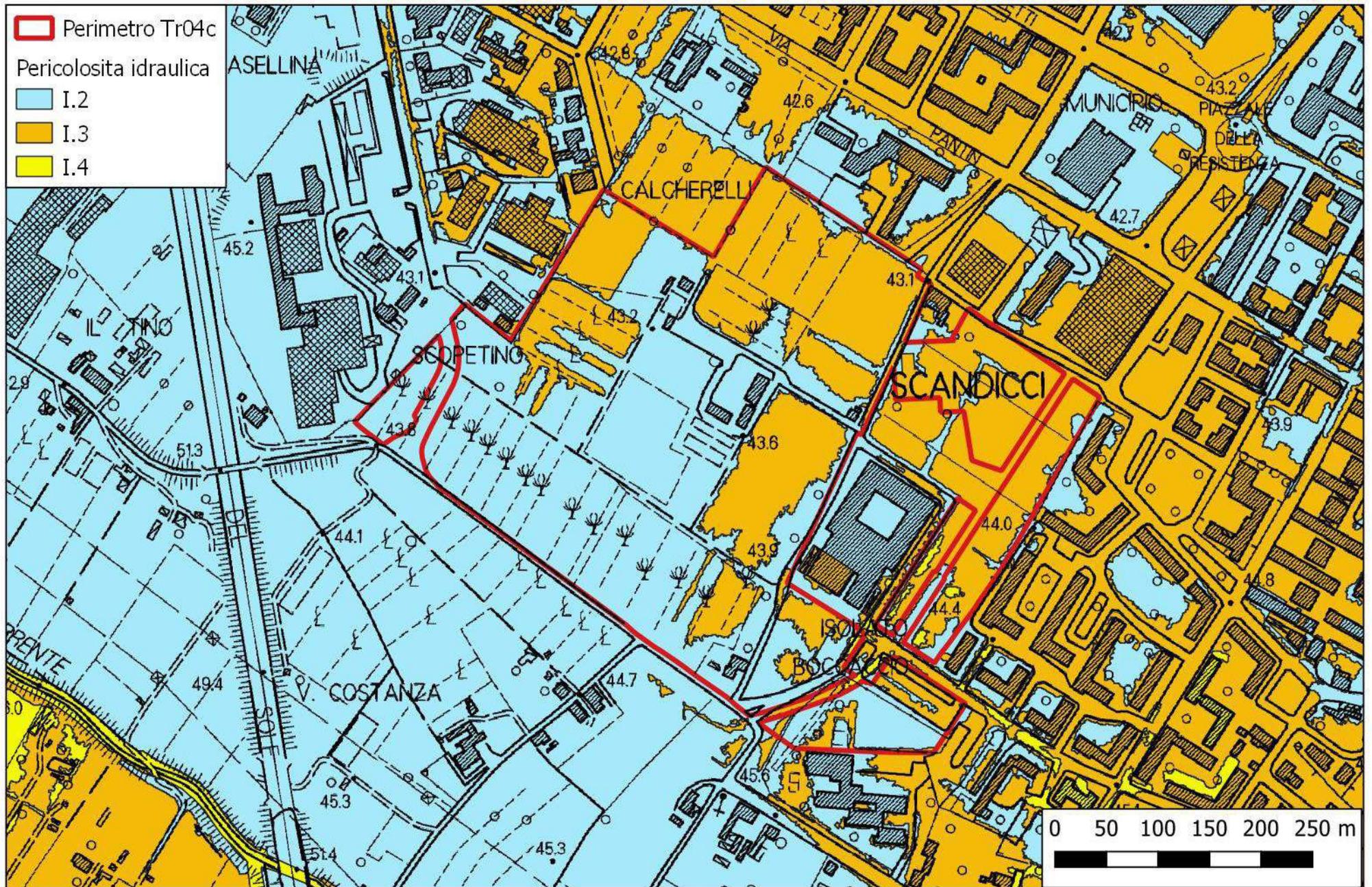


Figura 7 – Estratto della Carta della pericolosità idraulica - Tavola Fi 11 del Piano Strutturale con indicazione in rosso del perimetro dell'area di trasformazione.

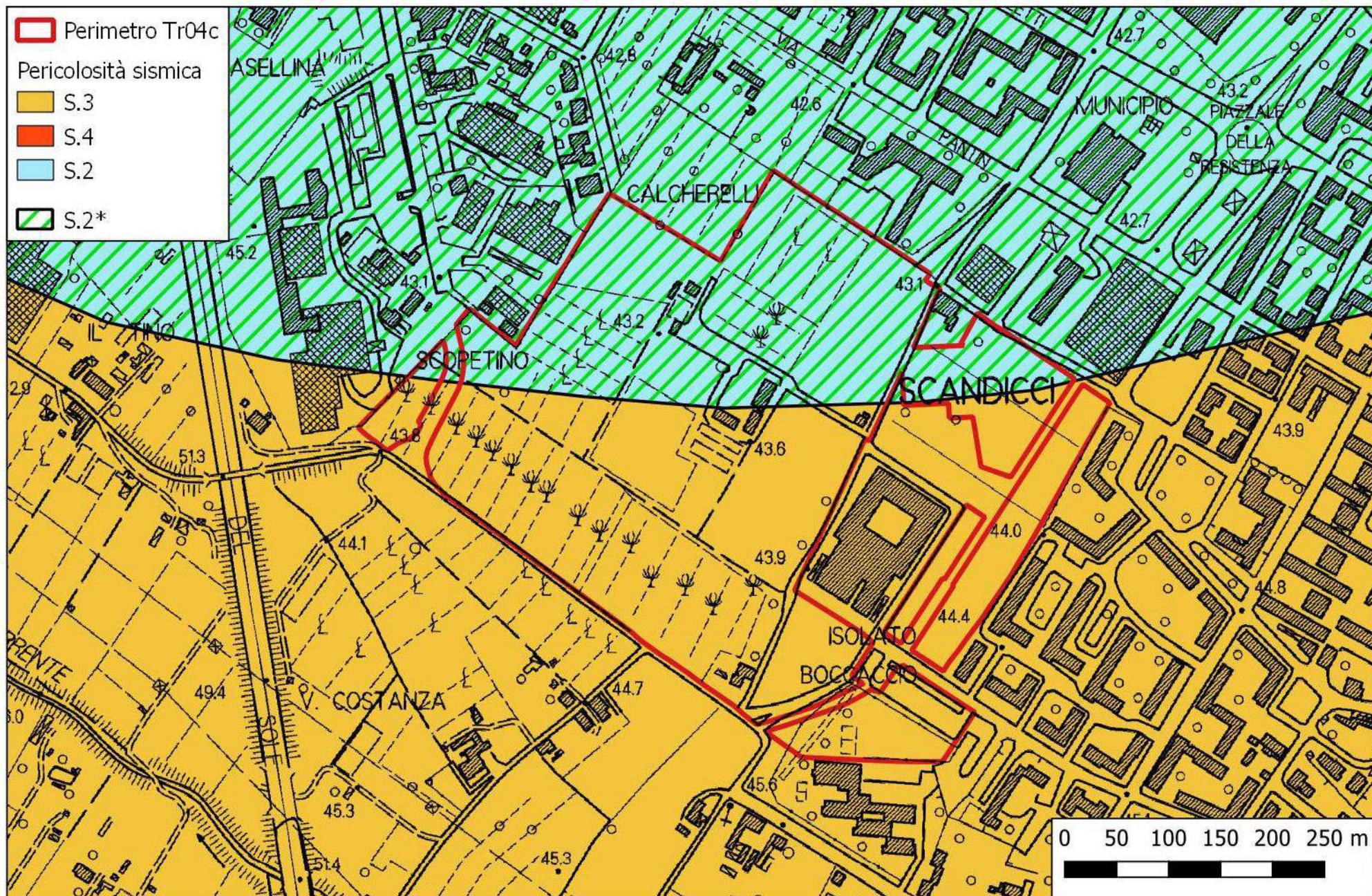


Figura 8 – Estratto della Carta della pericolosità sismica - Tavola Fi 12 del Piano Strutturale con indicazione in rosso del perimetro dell'area di trasformazione.

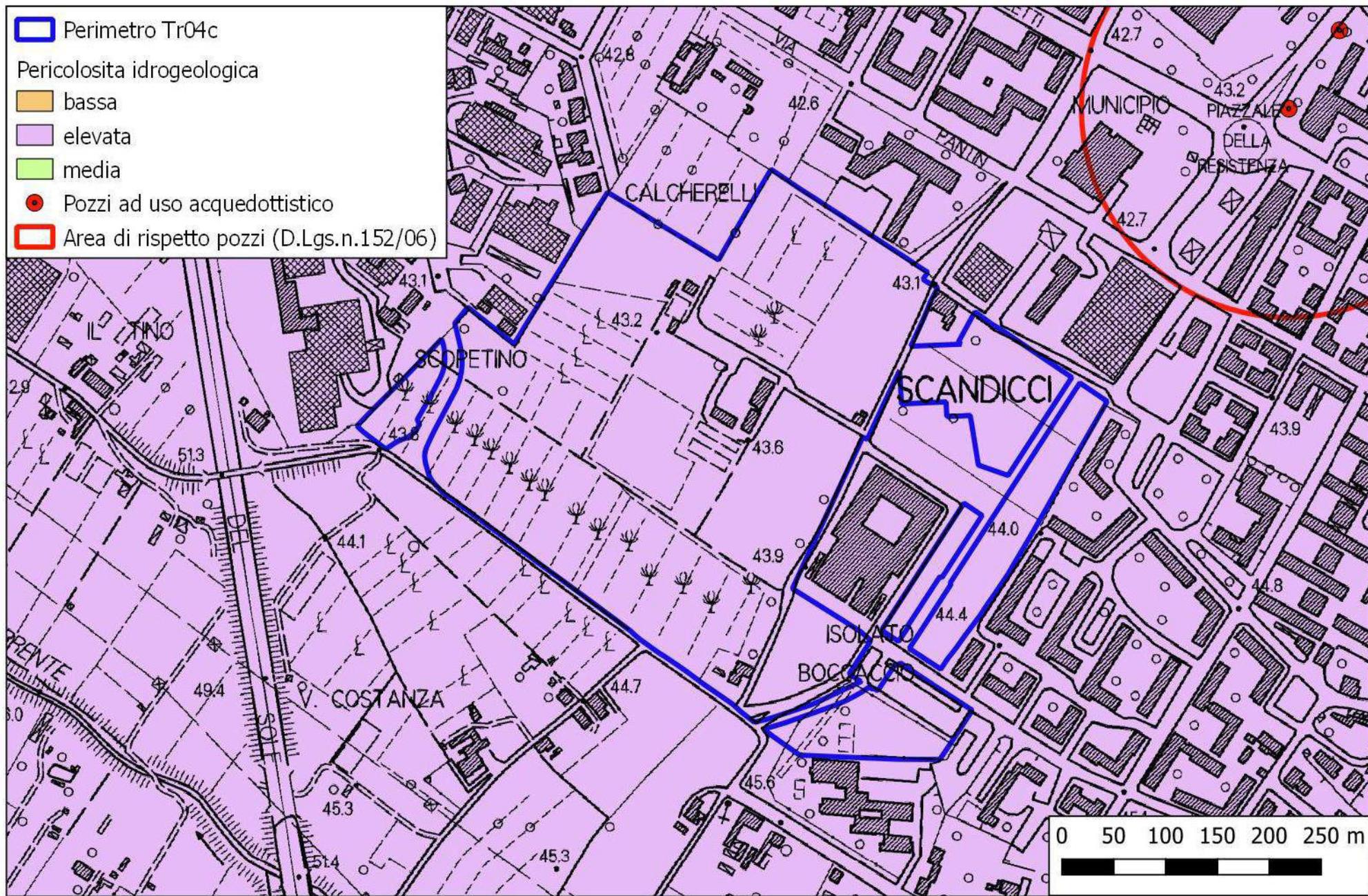
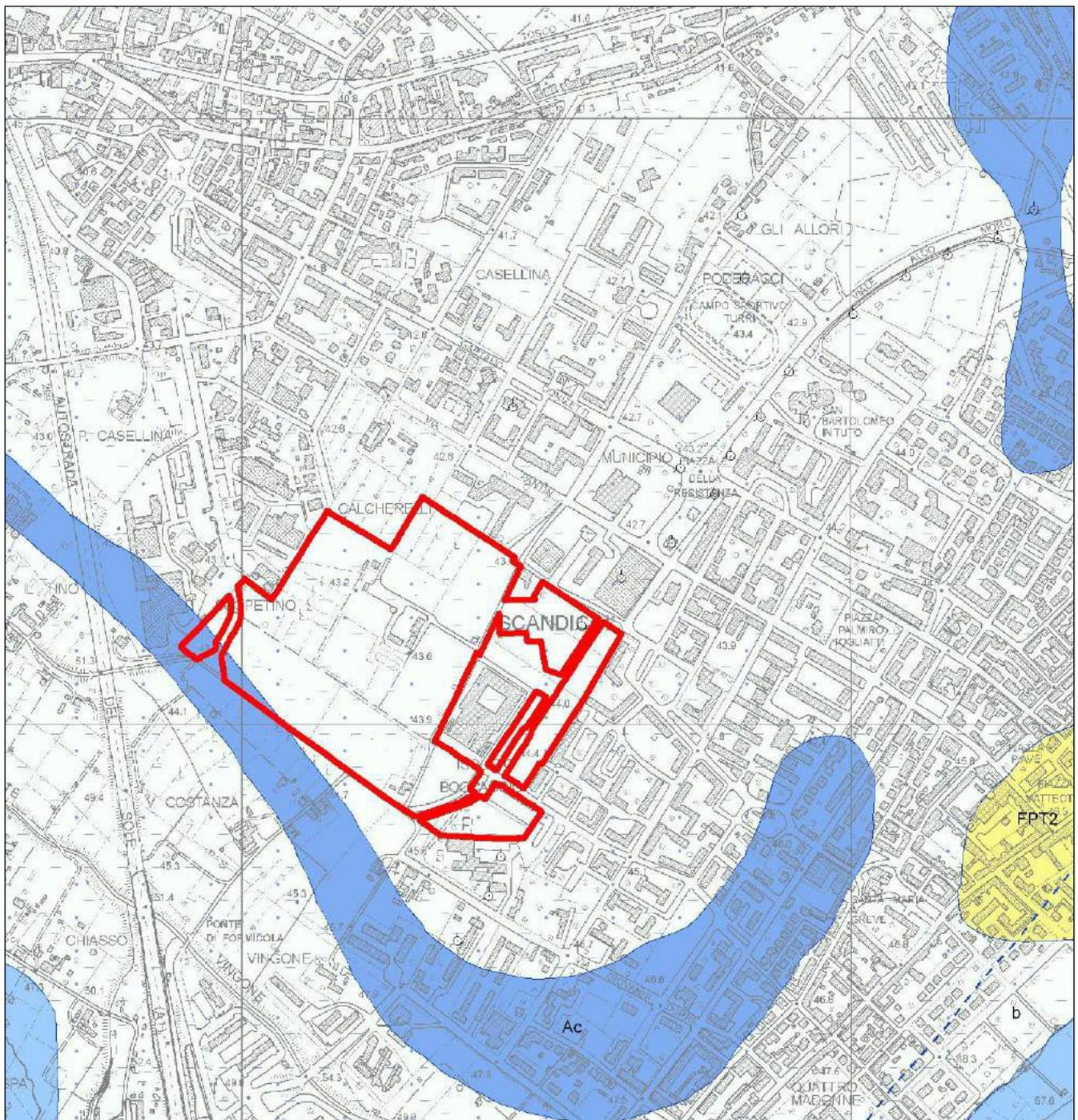


Figura 9 – Estratto della Carta della pericolosità idrogeologica e della salvaguardia degli acquiferi - Tavola Fi 14 del Piano Strutturale con indicazione in blu del perimetro dell'area di trasformazione.



DEPOSITI OLOCENICI

	h5	Depositi antropici Terreni di riporto, bonifica per colmata
	a3a	Detrito di falda
	b	Depositi alluvionali attuali
	b (LAS)	Depositi alluvionali attuali
	Ab	Alluvioni recenti Corpi canalizzati di ghiaie e ciottolami

	Ac	Alluvioni recenti Ghiaie e ciottolami puliti dell'alveo dell'Arno
	bna1,2,...,n	Depositi alluvionali recenti terrazzati
	bna1,2,...,n (SLG)	Depositi alluvionali recenti terrazzati

SINTEMA DI FIRENZE

	FPT2	SUBSISTEMA DELLE CONOIDI DI CHIUSURA Pliocene sup. - Pleistocene inf.
--	------	--

	Contatto stratigrafico
	Faglia

Figura 10 - Carta Geologica della Regione Toscana, Foglio 275-Firenze, sezione 030.

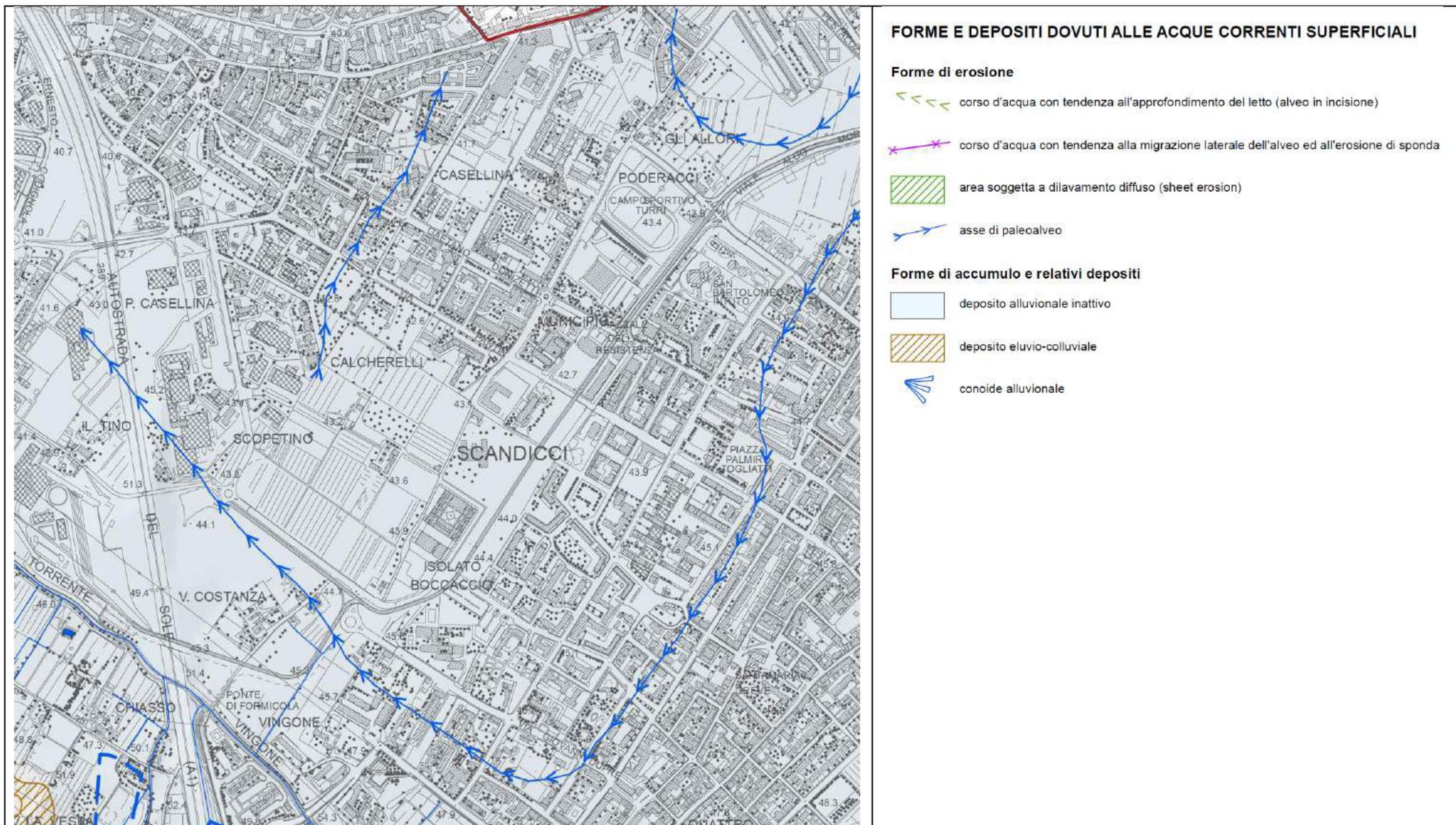
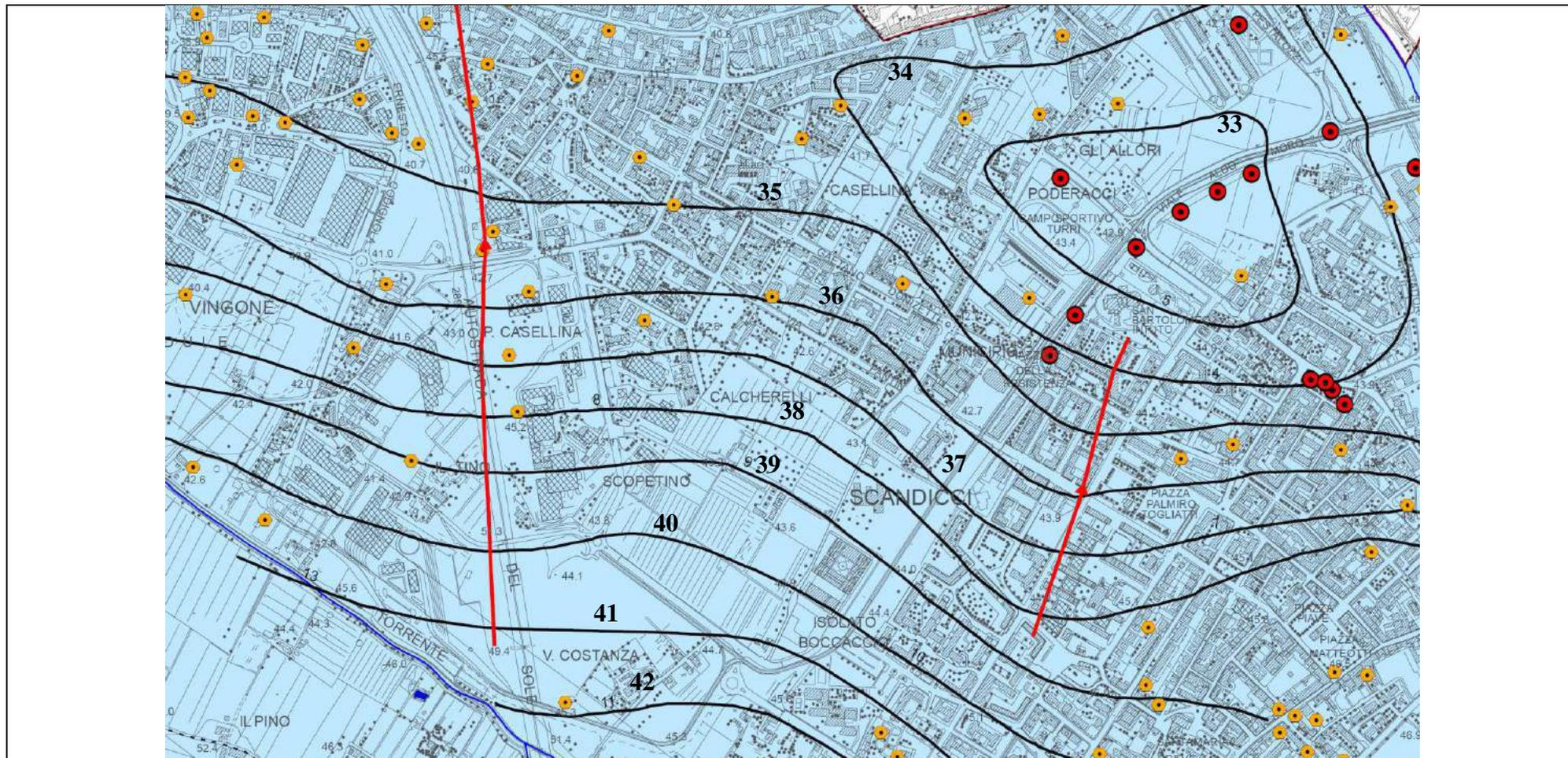


Figura 11 – Estratto della Carta geomorfologica – Tavola Fi 2 del Piano Strutturale. Scala 1:10.000.



Classi di vulnerabilità

- elevata
- media
- bassa
- bassissima

- pozzo ad uso acquedottistico
- pozzo
- sorgente

- linee isofreatiche
- direzione di flusso della falda
- corso d'acqua

Figura 12 – Estratto della Carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi - Tavola Fi 4 del Piano Strutturale del Comune di Scandicci. Scala 1:10.000).

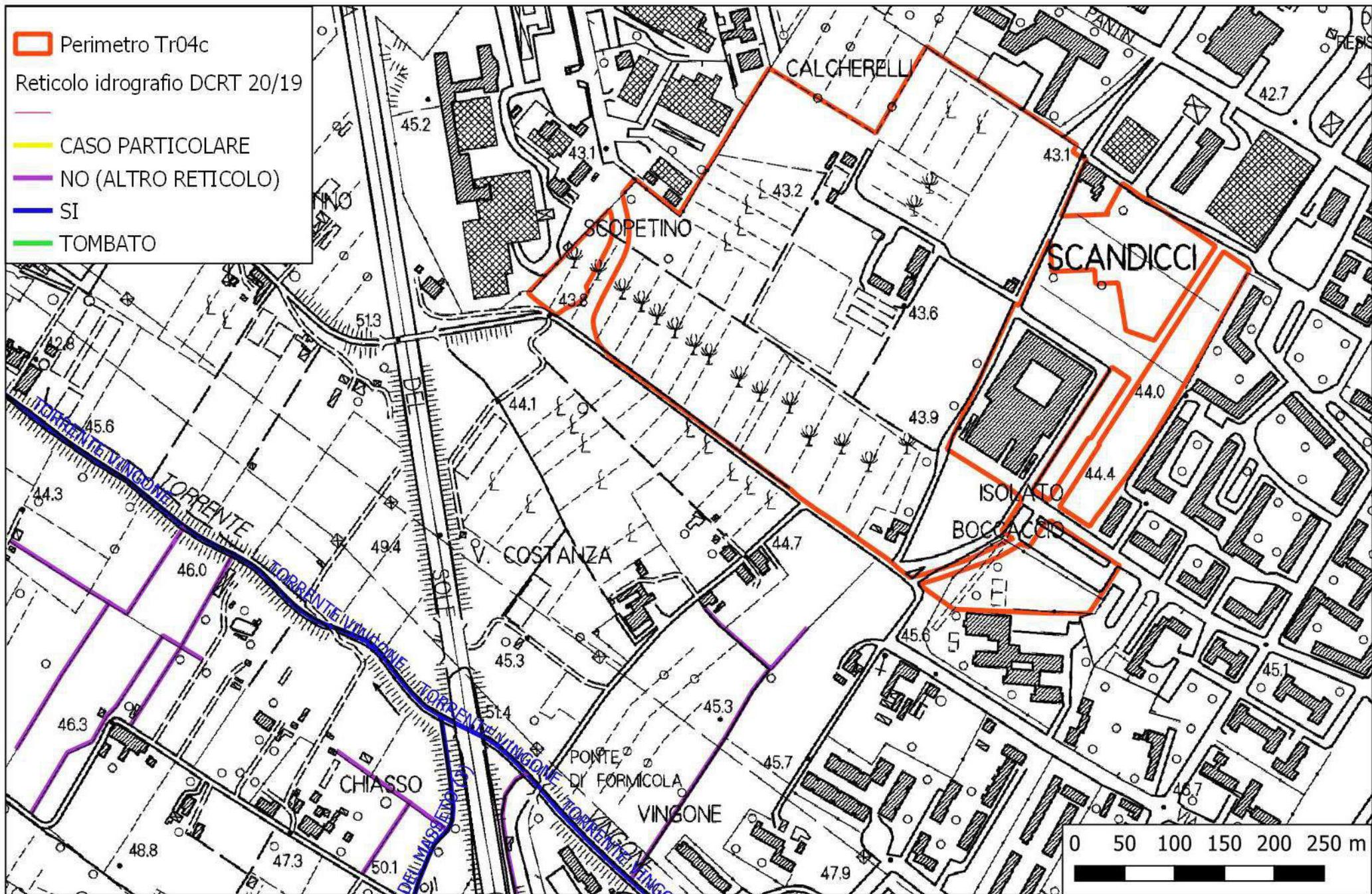


Figura 13 - Reticolo idrografico di cui alla LR 79/12, aggiornato con DCRT 20/2019 con indicazione in blu del perimetro dell'area di trasformazione.

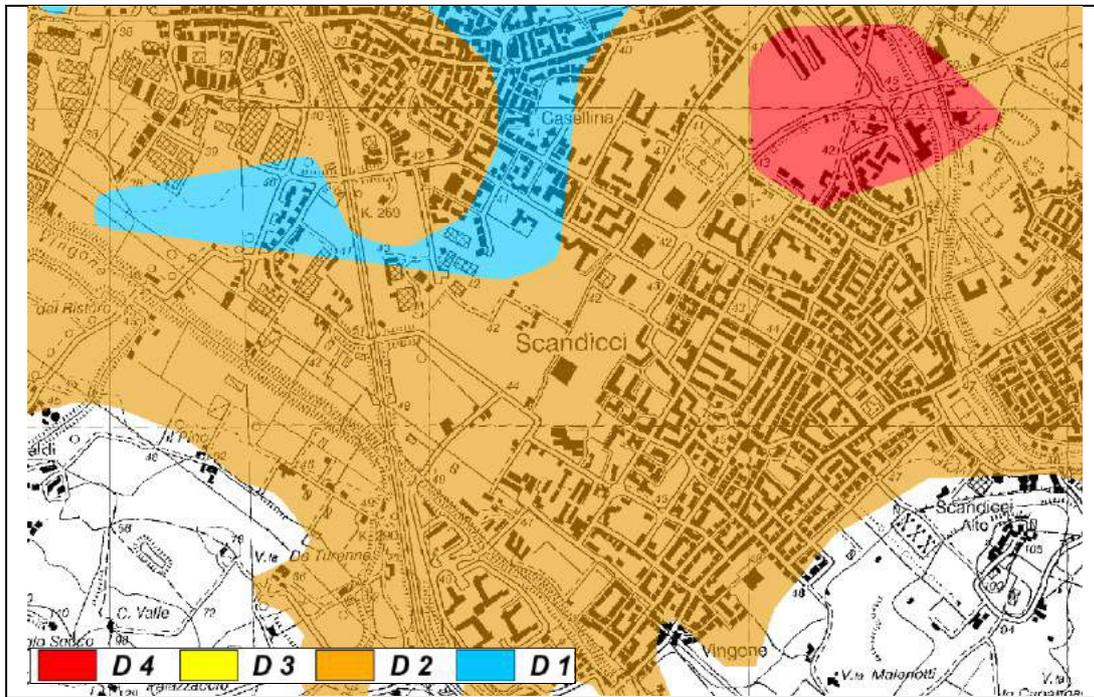


Figura 14 – Estratto della Carta di Zonazione delle aree a diversa disponibilità idrica di acque sotterranee degli acquiferi di pianura del Piano di Bacino del Fiume Arno – Stralcio Bilancio idrico, Scala 1:10.000. Stralcio n.36.

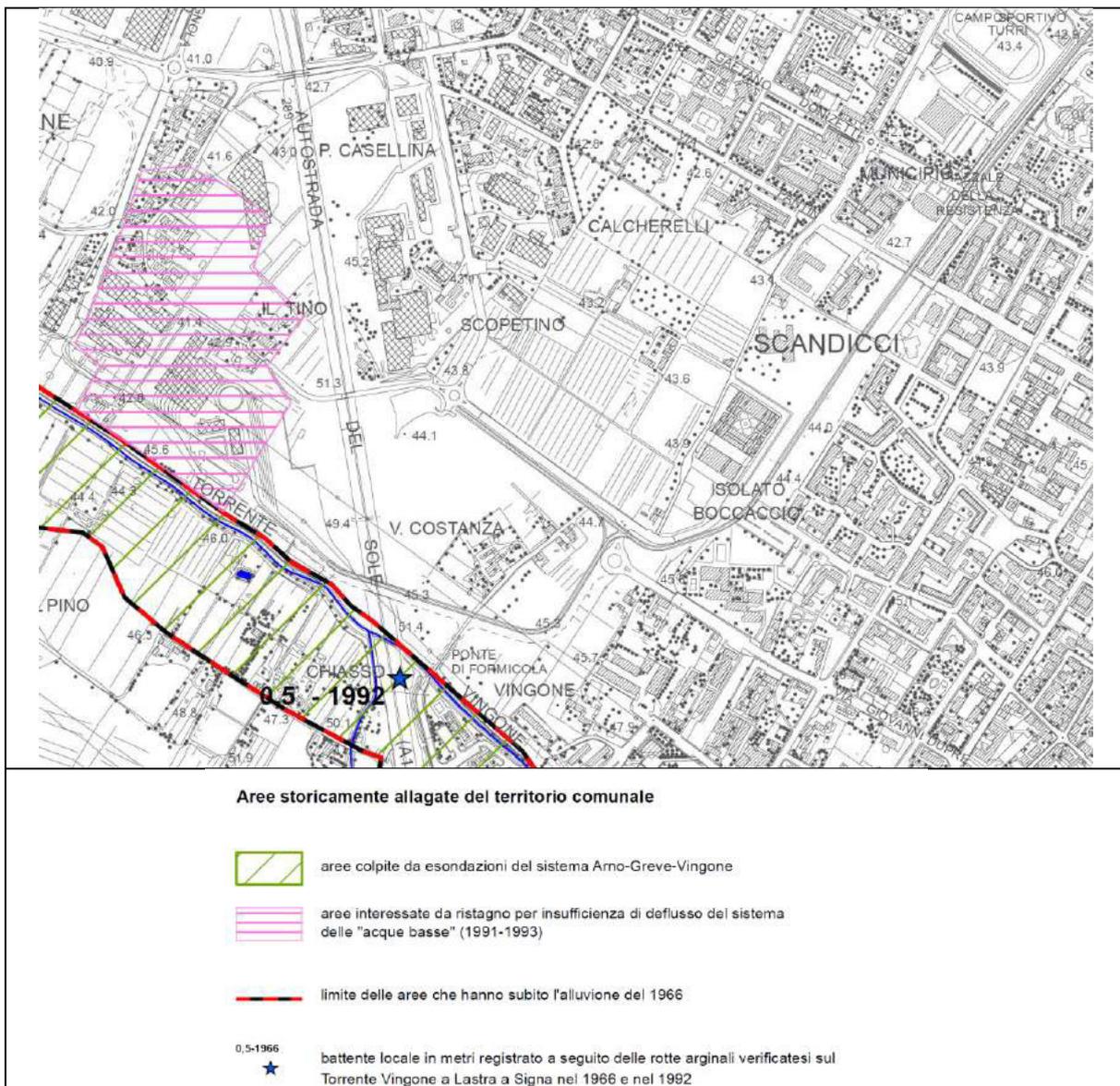


Figura 15 – Estratto della Carta storica delle aree allagate – Tavolo Fi 5 del Piano Strutturale del Comune di Scandicci. Scala 1:10.000.



Altezze d'acqua in metri rispetto alla quota del piano di campagna

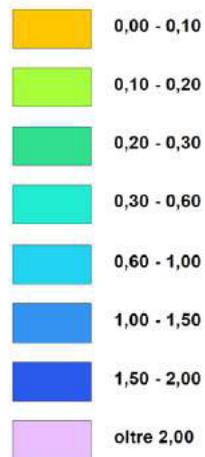


Figura 16 – Estratto della Carta dei battenti idraulici di esondazione per tempi di ritorno di 200 anni – Tavolo Fi 6 del Piano Strutturale del Comune di Scandicci. Scala 1:10.000.

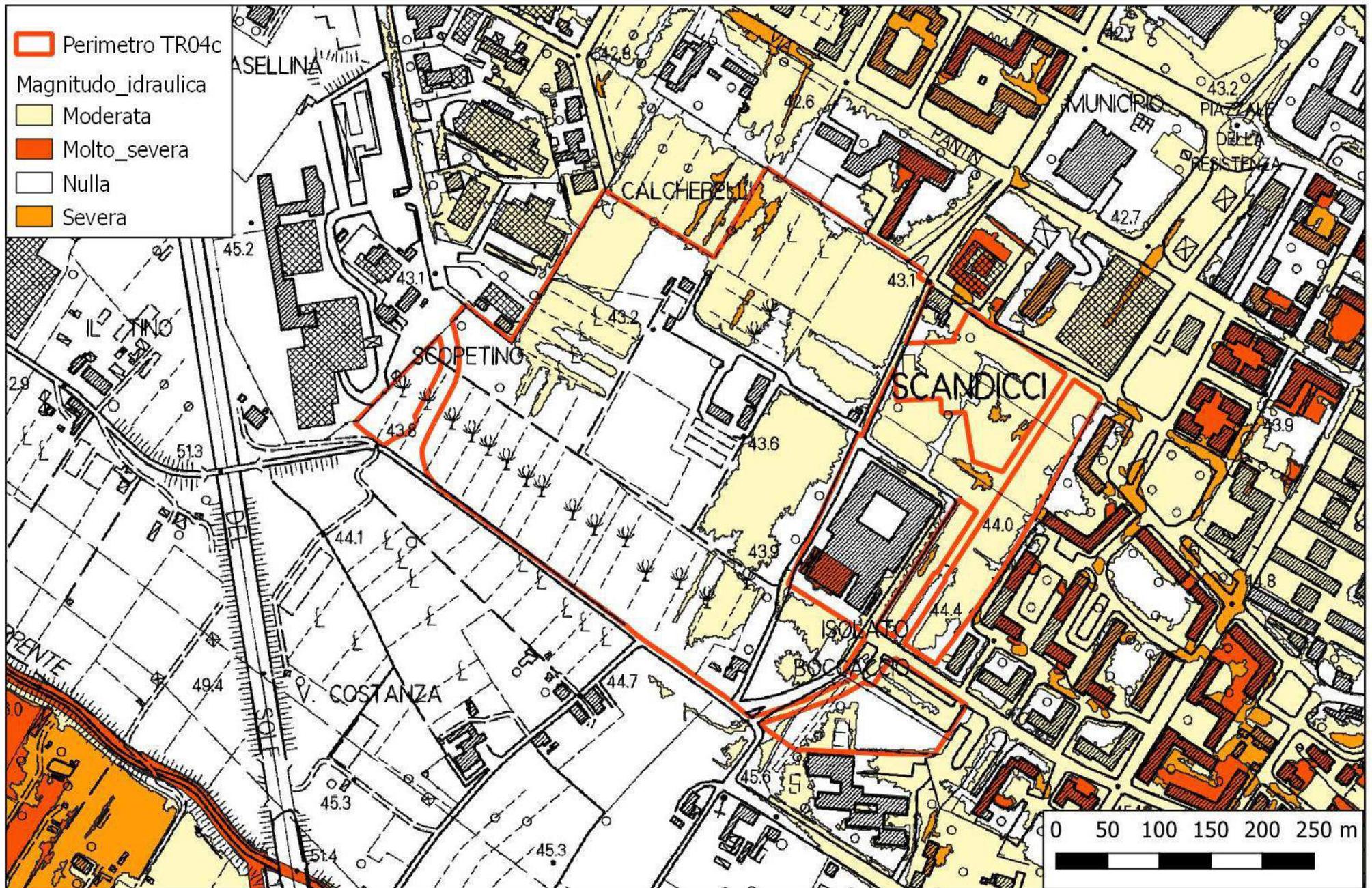
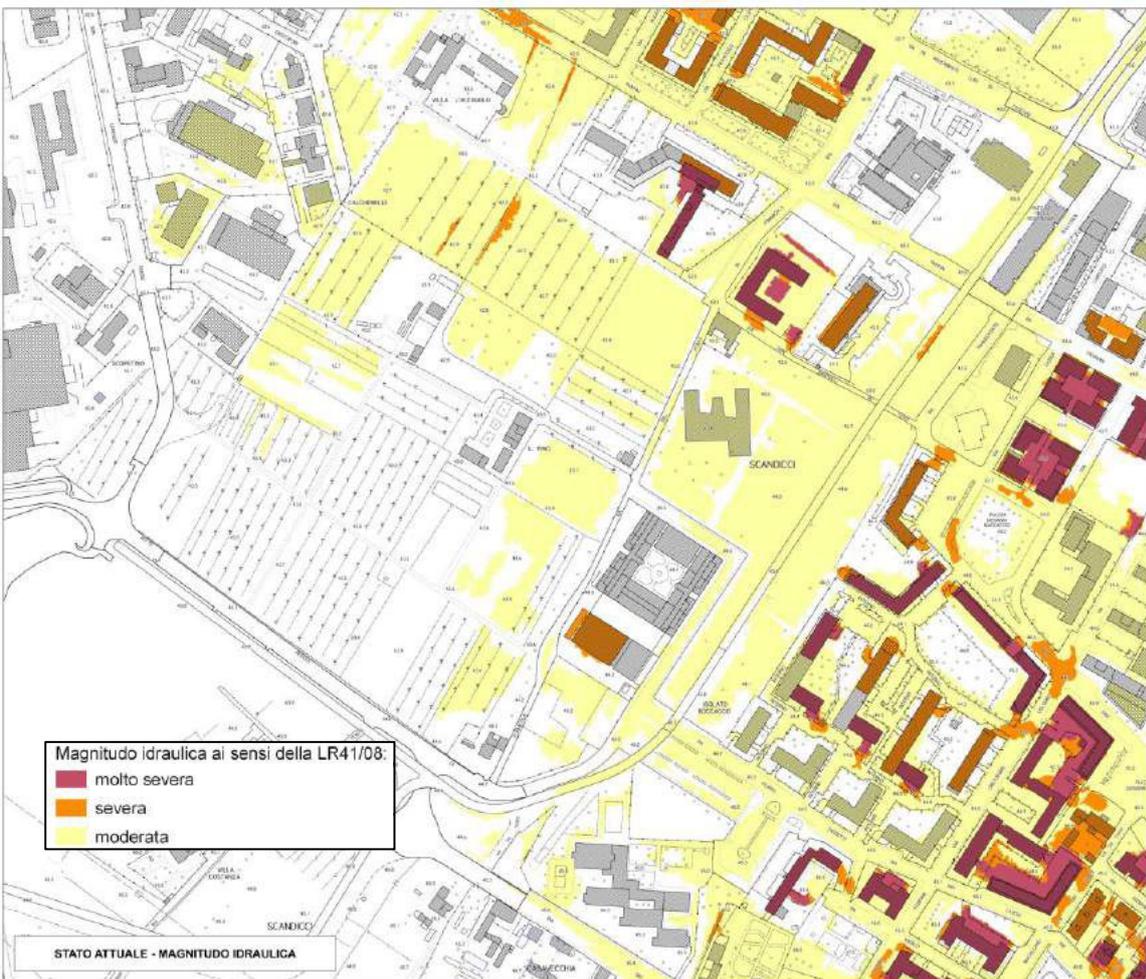
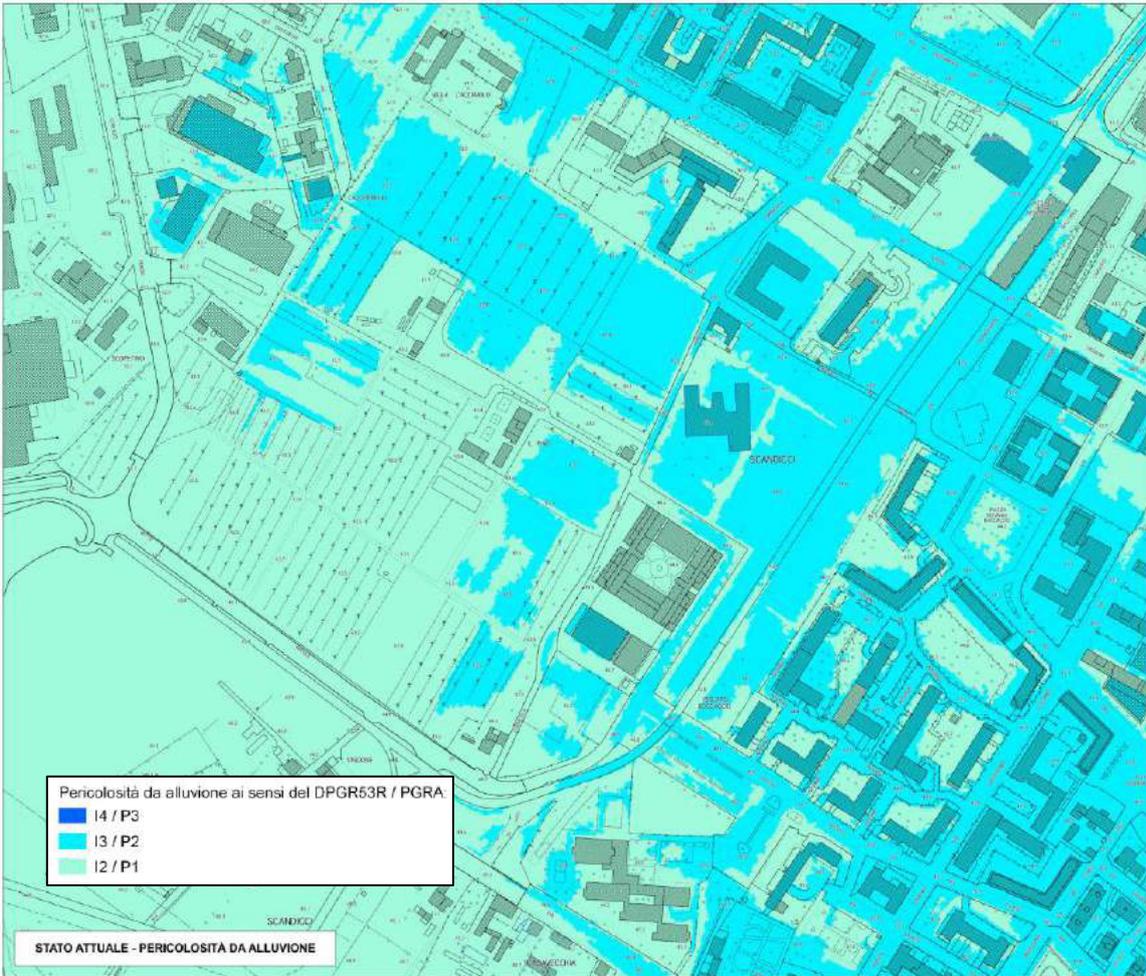
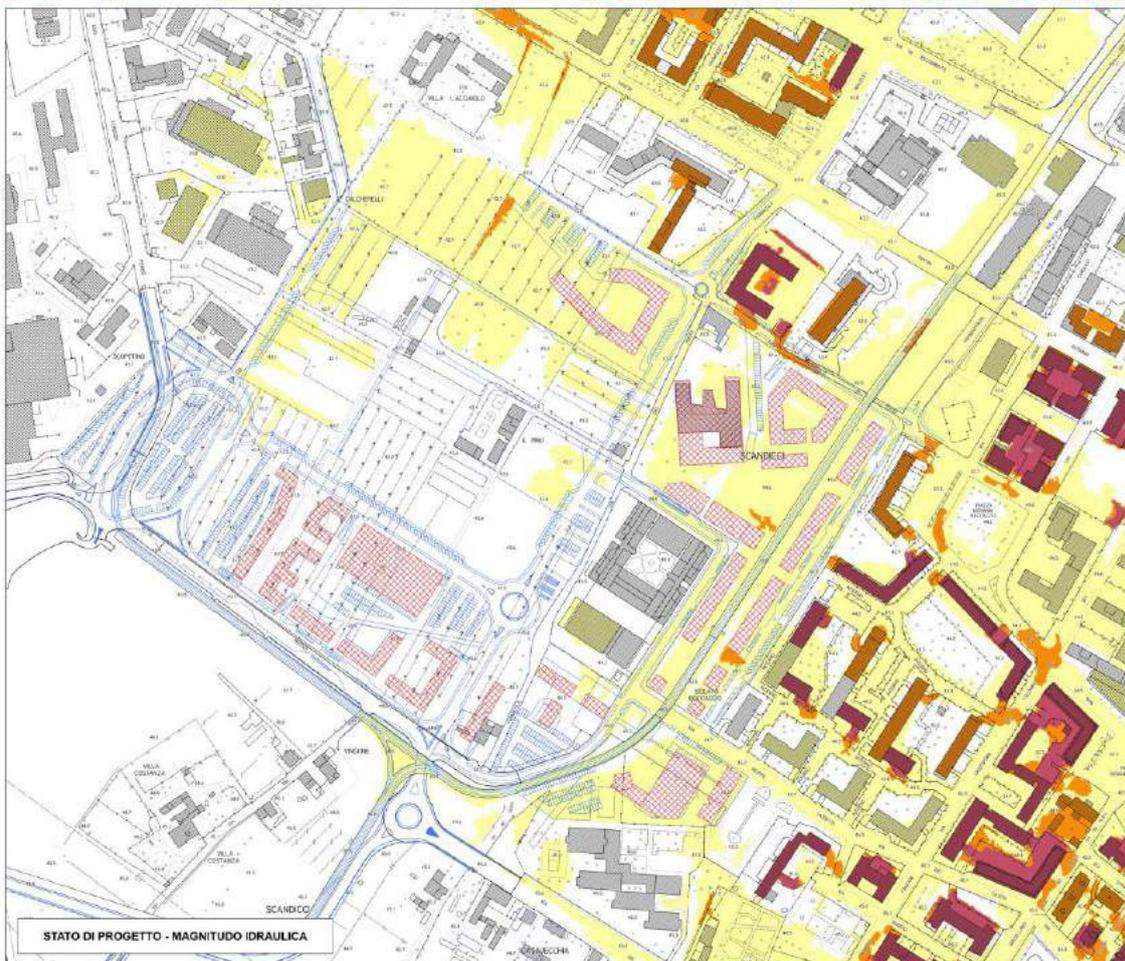


Figura 17 – Estratto della Carta della magnitudo idraulica - Tavola FI 12 del Piano Strutturale con indicazione in rosso del perimetro dell'area di trasformazione.



a)



b)

Figura 18 – Estratti della Carta T.04 allegata allo Studio idraulico-idrogeologico a supporto del Piano Particolareggiato dell'area di trasformazione Tr04: pericolosità idraulica e magnitudo idraulica a) nello stato attuale "di progetto" e b) a seguito della realizzazione degli interventi previsti dal Piano. Non in scala.



Figura 19 – Estratto della Relazione idrologica e idraulica allegata allo Studio idraulico-idrogeologico a supporto del Piano Particolareggiato dell'area di trasformazione Tr04: Quota di sicurezza (o di sopraelevazione) del piano di calpestio degli edifici in progetto interessati dalle esondazioni duecentennali.

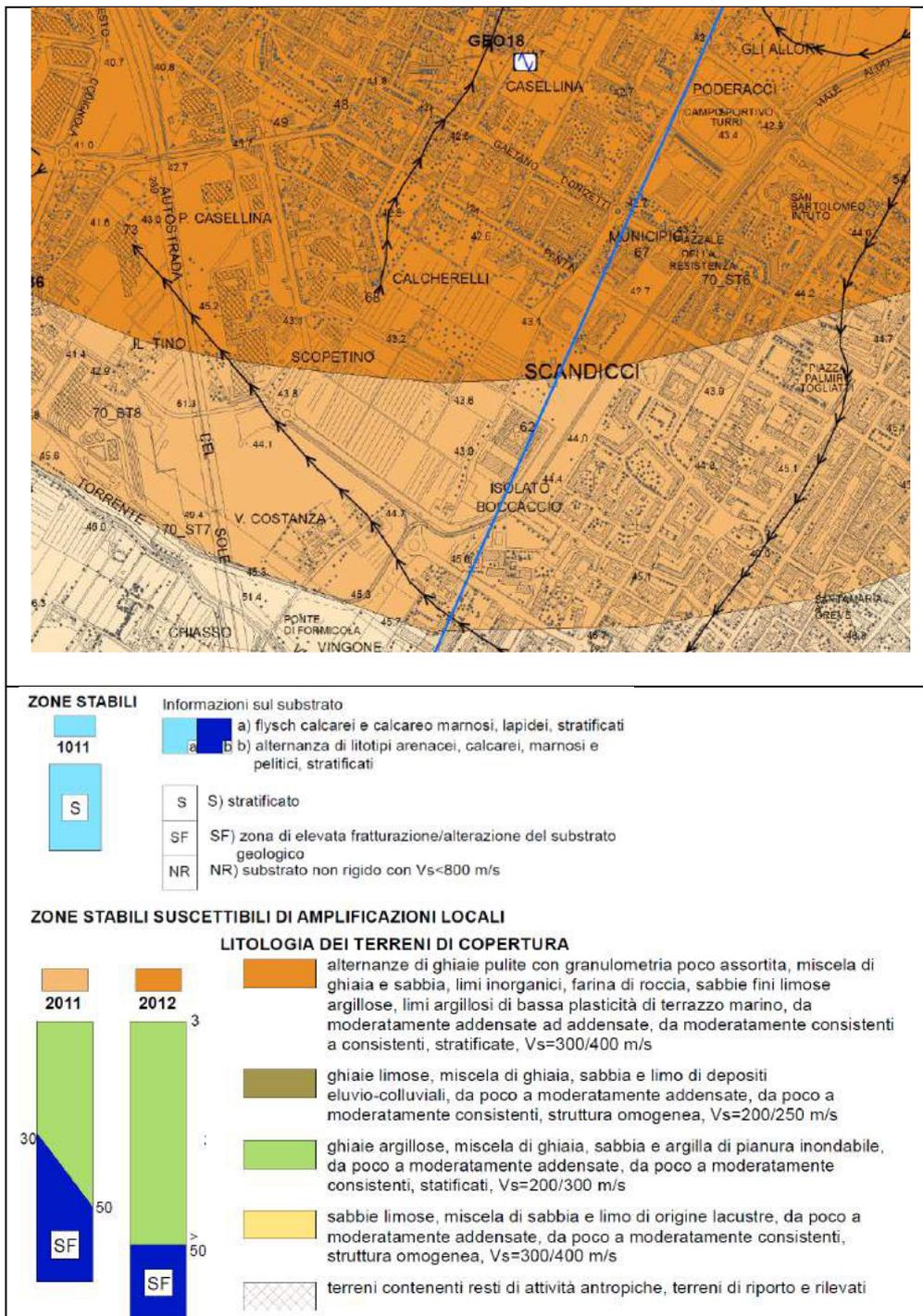


Figura 20 – Estratto della Carta delle MOPS (2019) – Tavola Fi15/Tavola 5bis del Piano Strutturale del Comune di Scandicci. Scala 1:10.000.

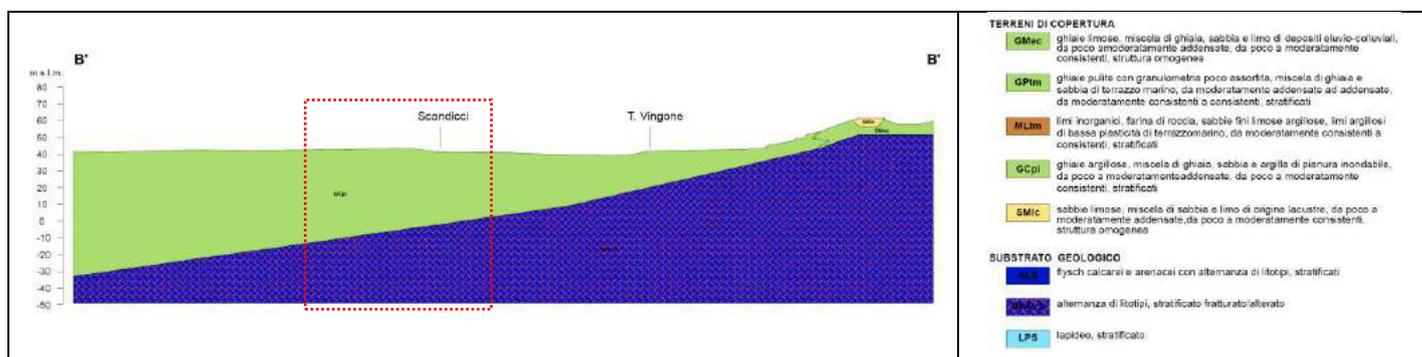
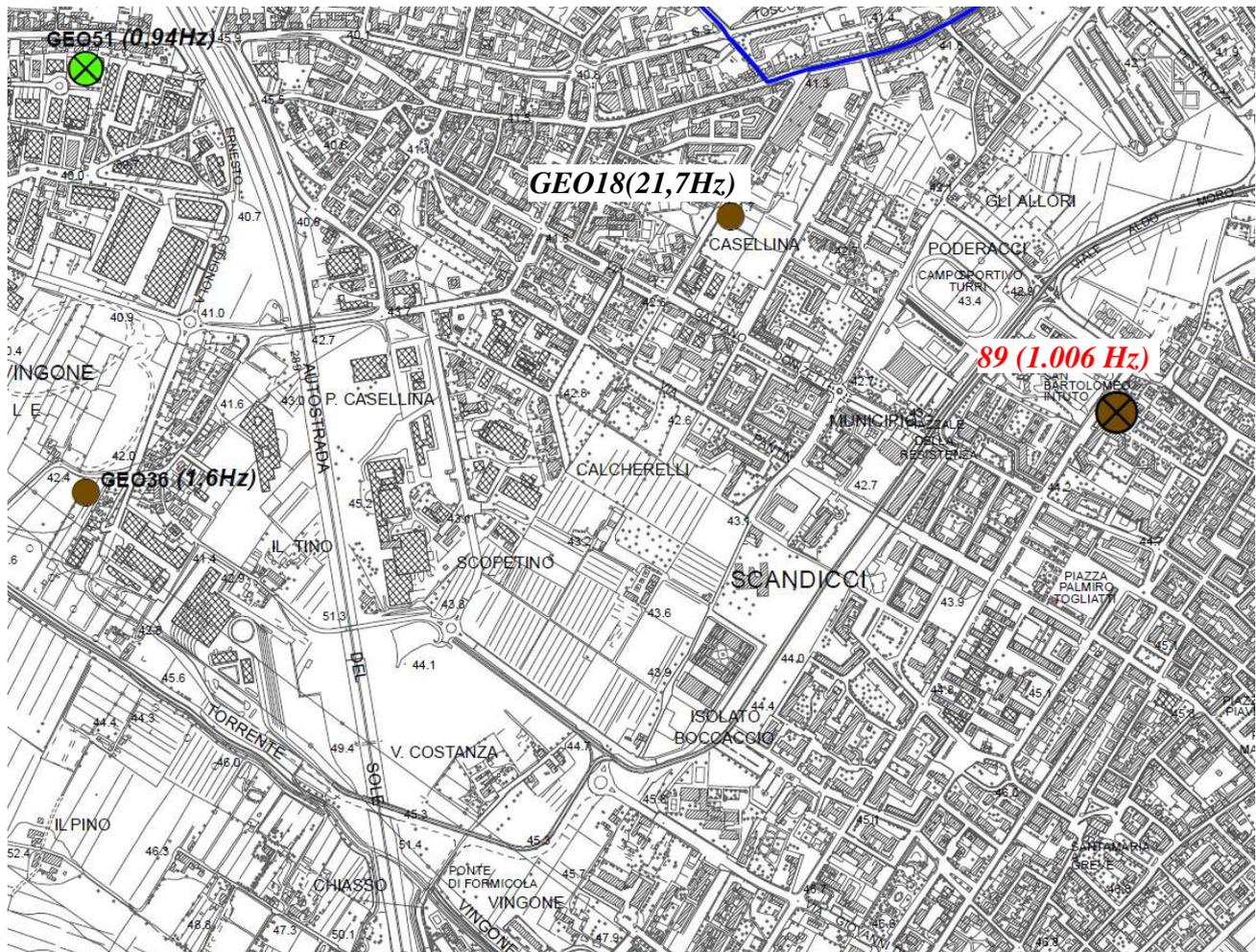


Figura 21 – Estratto della Carta delle sezioni geologico-tecniche (2019) – Tavola Fi15-Tavola 4 del Piano Strutturale del Comune di Scandicci. Scala 1:10.000.



FREQUENZE FONDAMENTALI

f0 (hz)
● nessuna risonanza
● 0.1<f0<0.5
● 0.5<f0<1.0
● 1.0<f0<2.5
● 2.5<f0<5.0
● 5.0<f0<7.5
● 7.5<f0<10.0
● 10.0<f0<15.0
● 15.0<f0<20.0
● 20.0<f0

f0(hz)=frequenza di picco

A0
● nessuna risonanza
⊗ 1.1<A0<2.0
⊗ 2.0<A0<3.0
⊗ 3.0<A0<5.0
⊗ 5.0<A0

A0=ampiezza di picco

Figura 22 – Estratto della Carta delle frequenze (2019) – Tavola Fi15-Tavola 2 del Piano Strutturale del Comune di Scandicci. Non in scala.

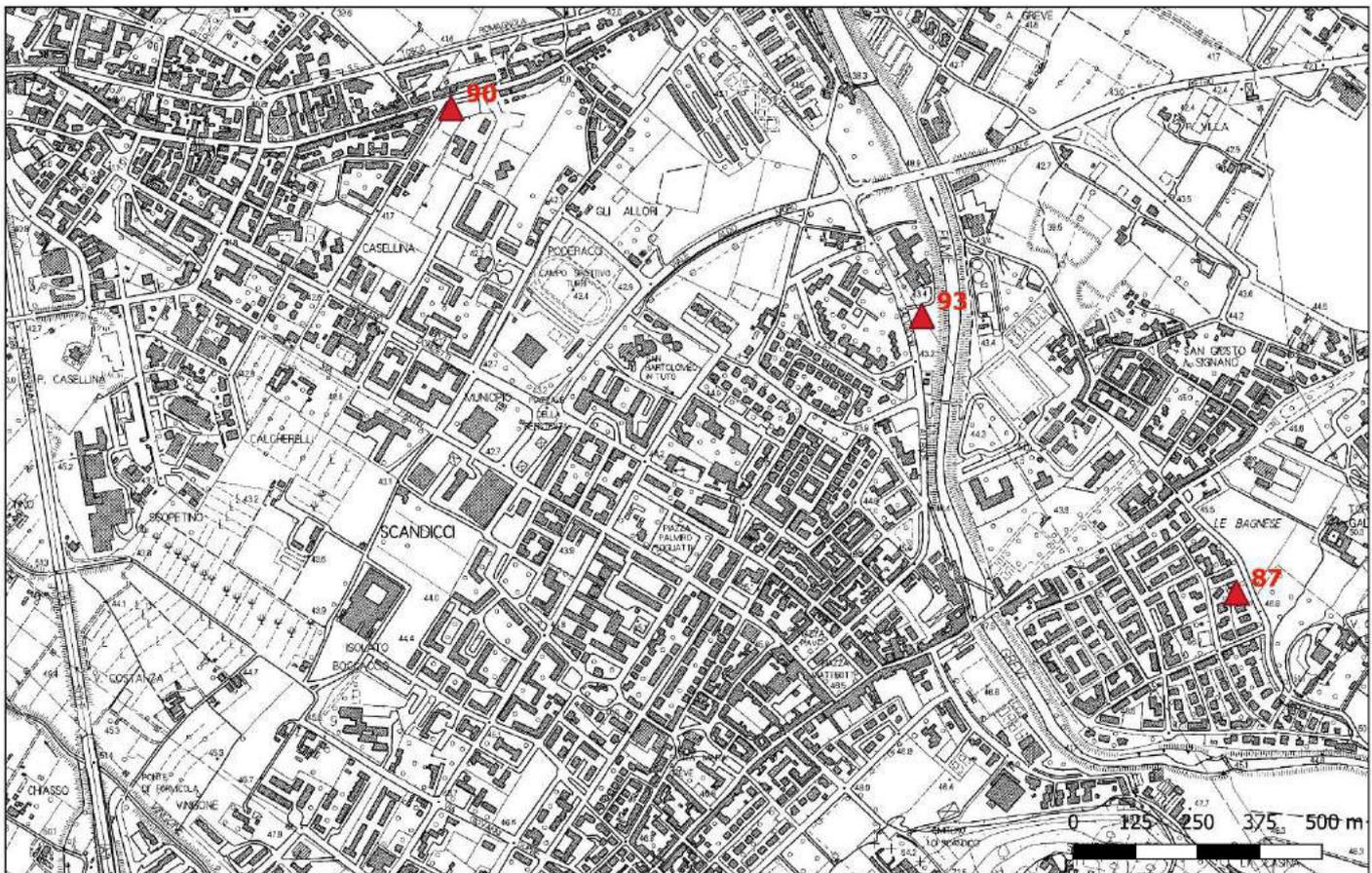


Figura 23 – Ubicazione delle prove penetrometriche statiche prossime all'area di trasformazione sottoposte a verifica a liquefazione negli studi di MS, rappresentate dai triangoli rossi.

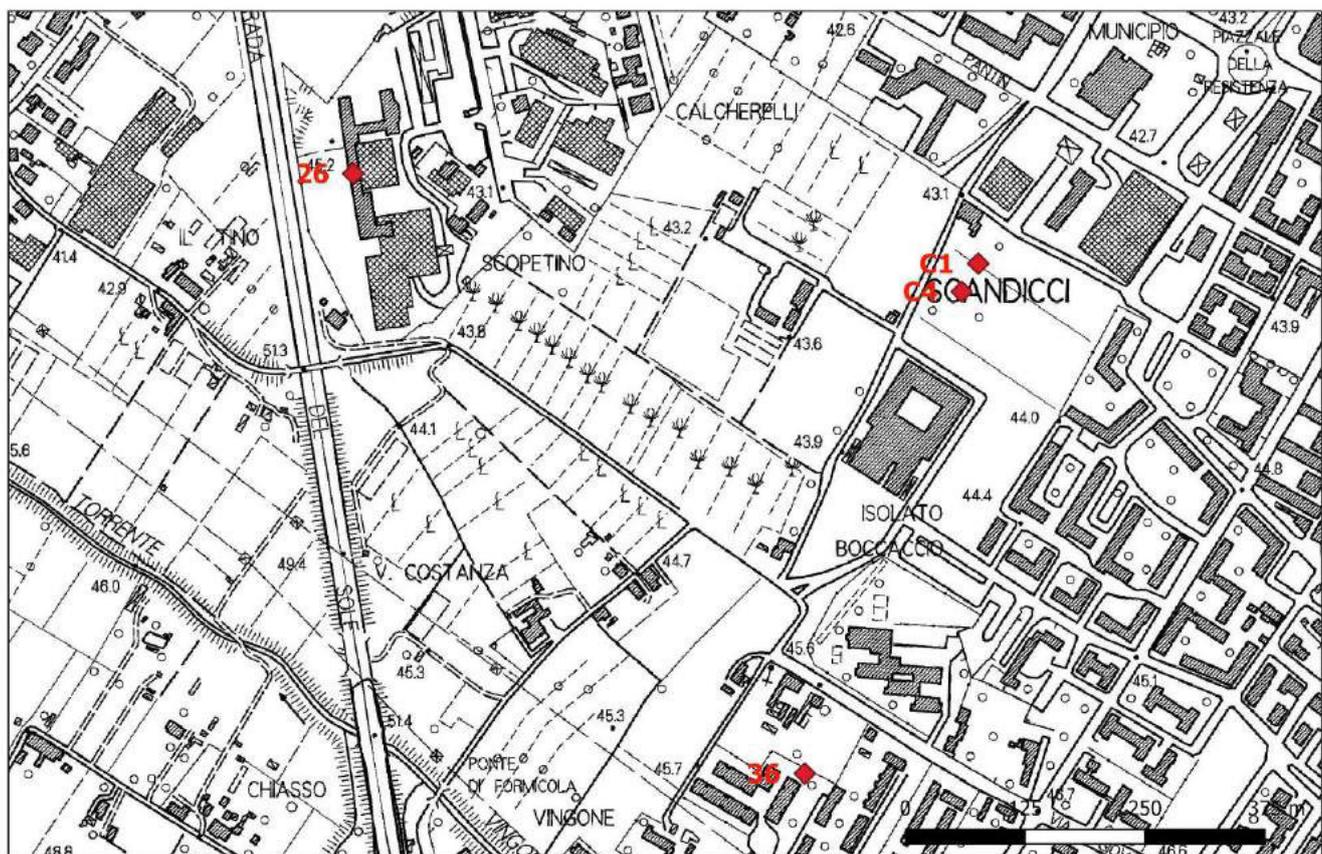
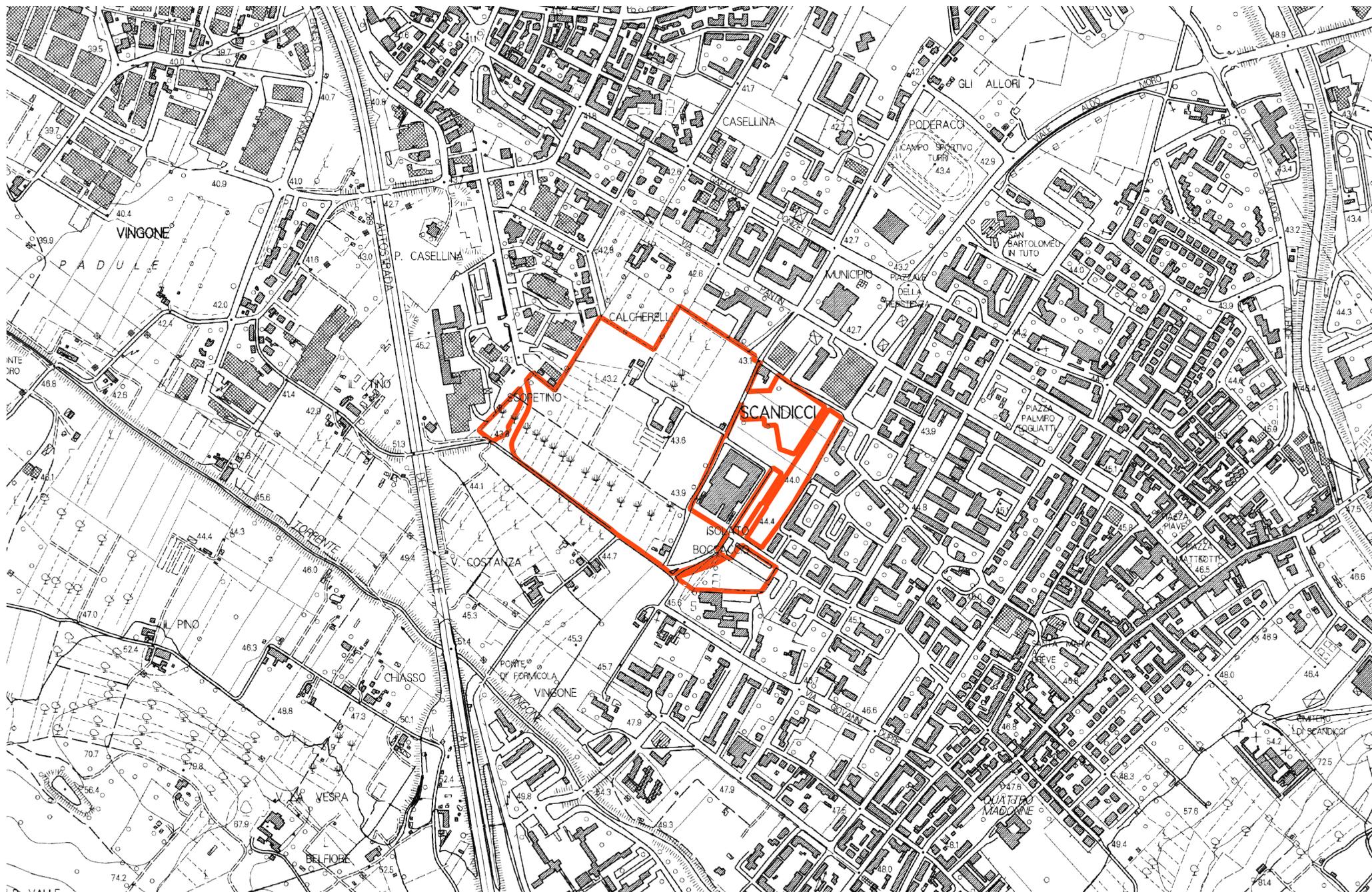
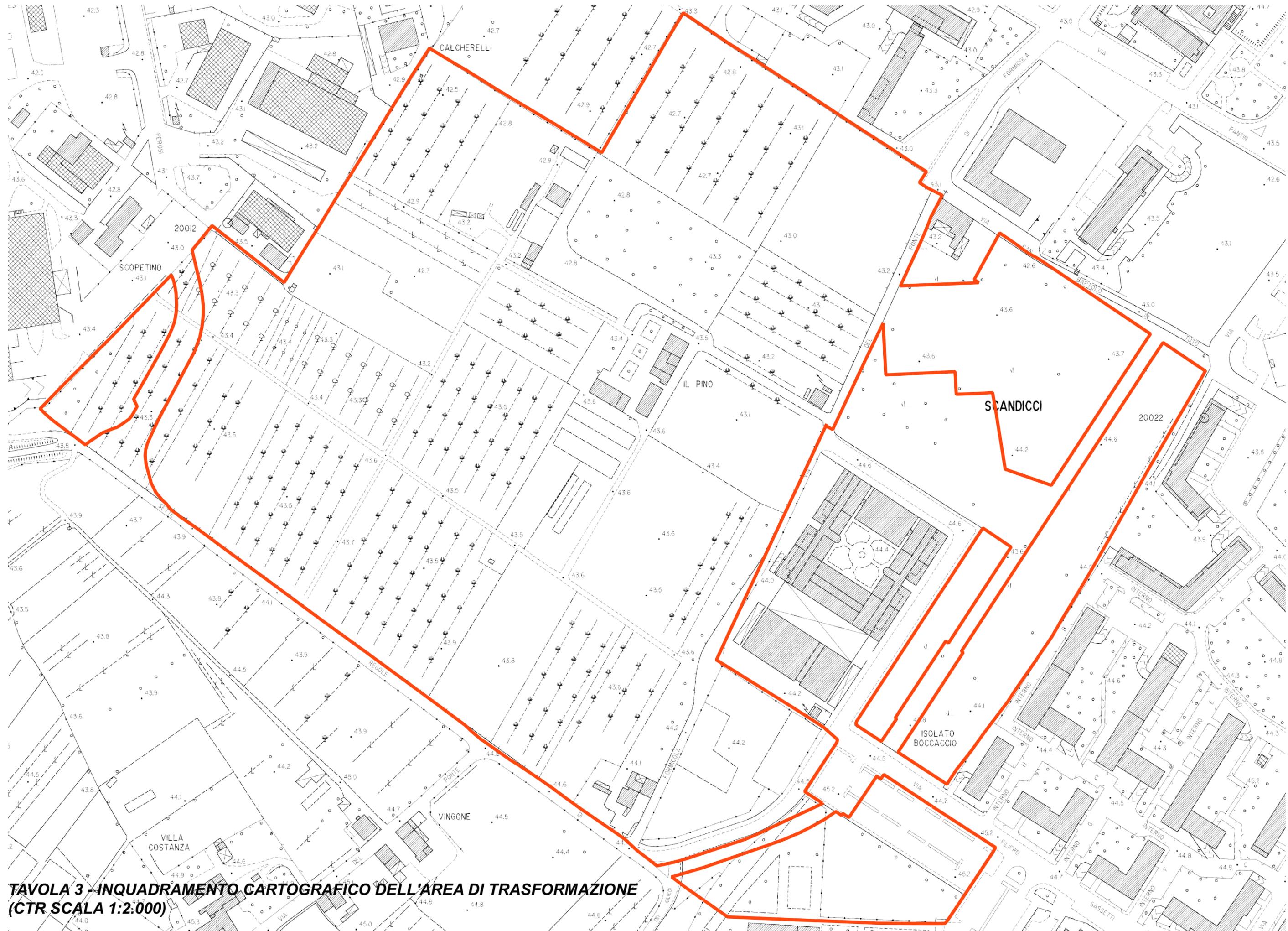


Figura 24 – Ubicazione delle prove penetrometriche statiche prossime all'area di trasformazione sottoposte a verifica a liquefazione nella presente fase di studio.

TAVOLA 2 - INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DELL'AREA DI TRASFORMAZIONE (CTR SCALA 1:10.000)





**TAVOLA 3 - INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DELL'AREA DI TRASFORMAZIONE
(CTR SCALA 1:2.000)**

TAVOLA 4 - INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DELL'AREA DI TRASFORMAZIONE (ORTOFOTO AGEA 2016)



SCALA 1:3.000

01FC20cm2016@Coi 01FC20cm2016@ConsorzioTeA

01FC20cm2016@Coi 01FC20cm2016@ConsorzioTeA

TAVOLA 5 - CARTA DI SINTESI DELLE INDAGINI (SCALA 1:3.000)

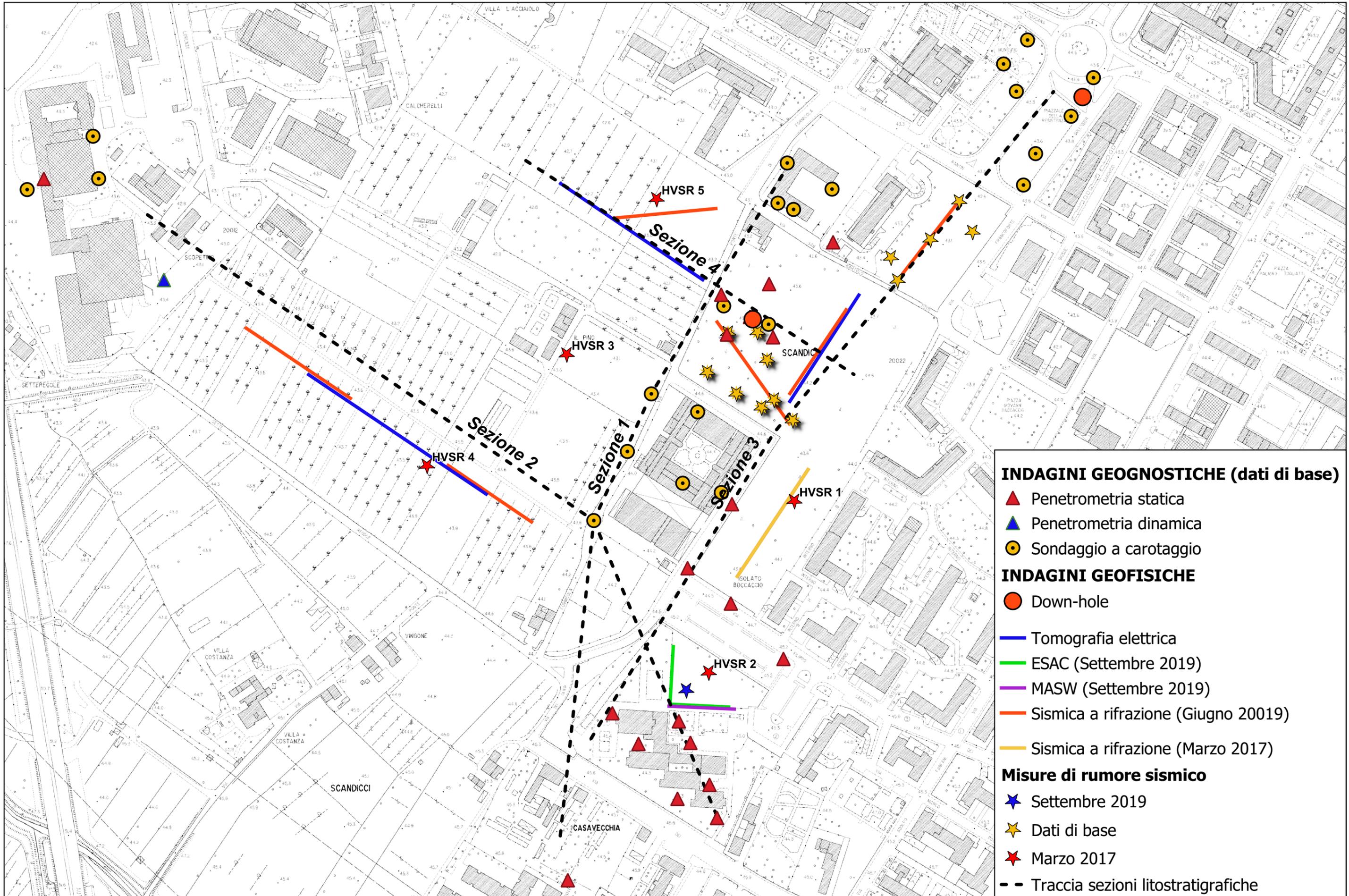


TAVOLA 6 a – SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE (sezione 1 e 2)

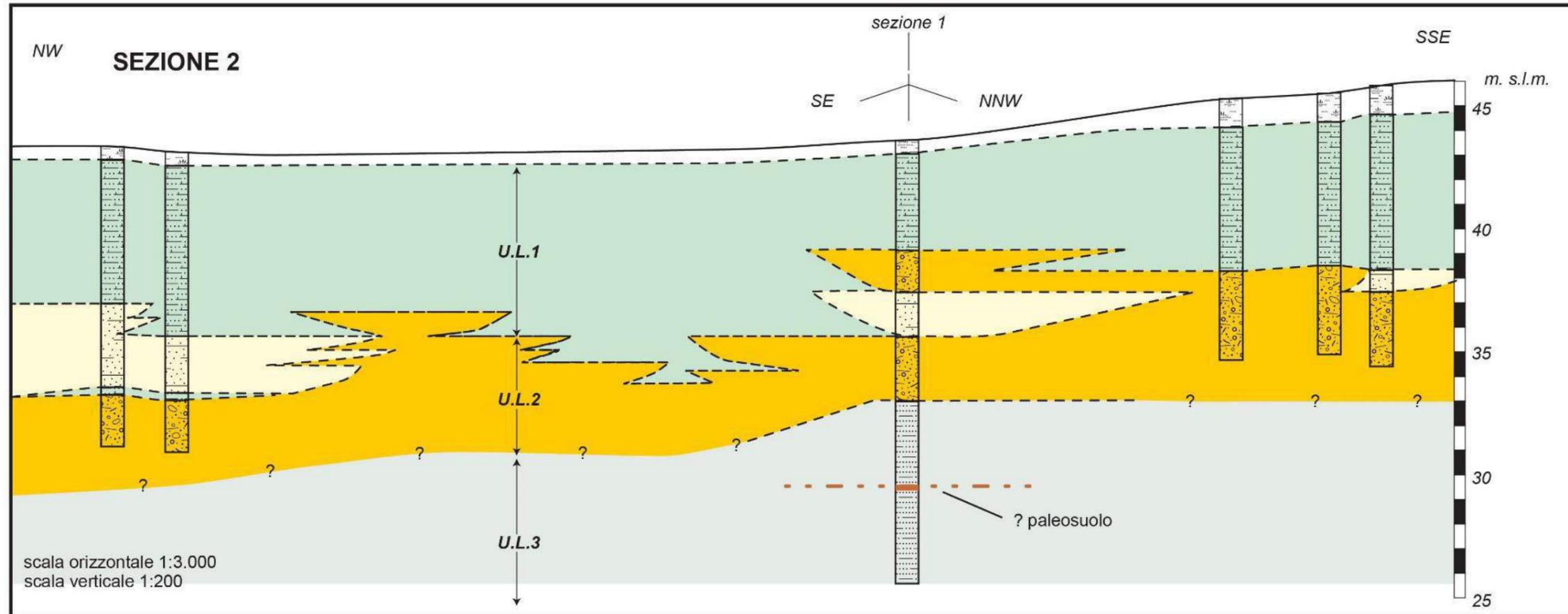
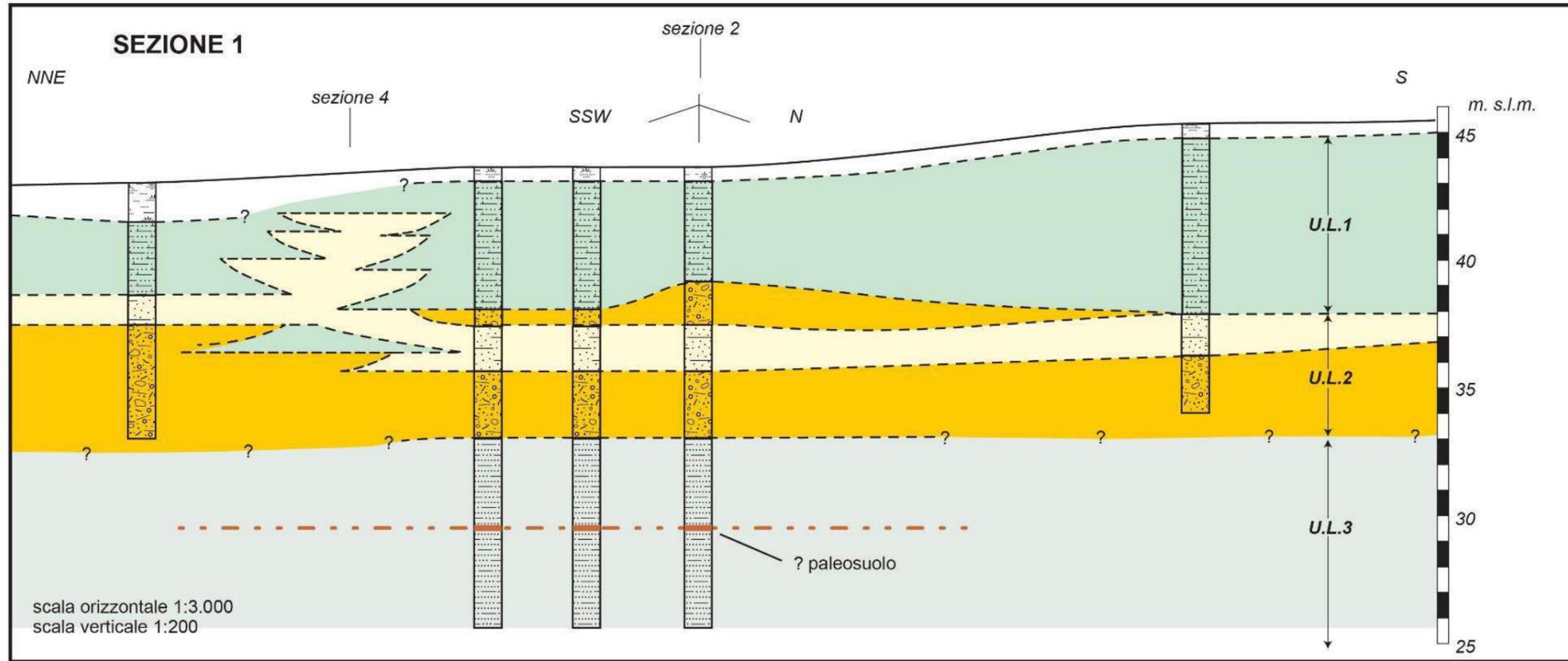
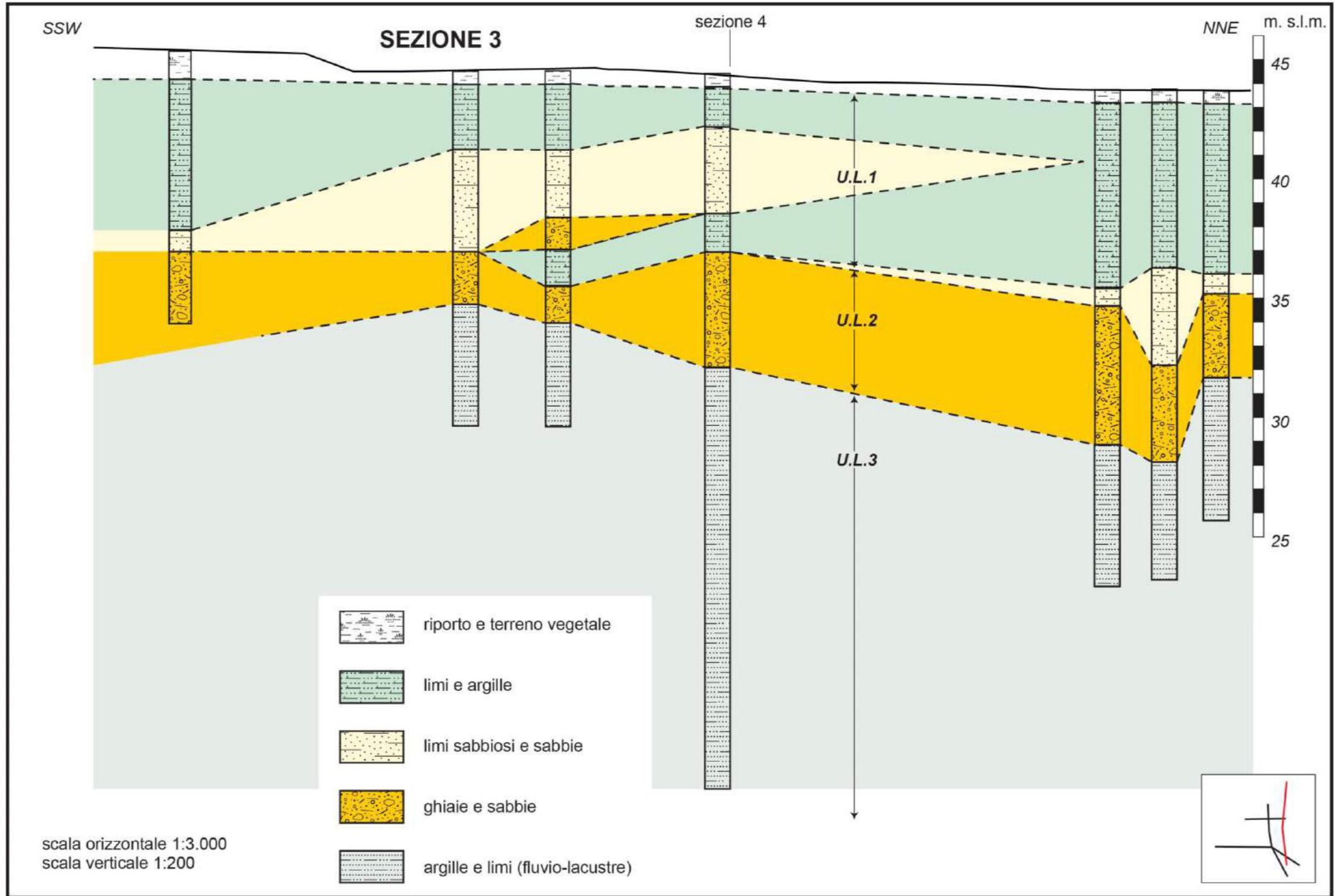


TAVOLA 6 b – SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE (sezione 3)



scala orizzontale 1:3.000
 scala verticale 1:200

-  riporto e terreno vegetale
-  limi e argille
-  limi sabbiosi e sabbie
-  ghiaie e sabbie
-  argille e limi (fluvio-lacustre)

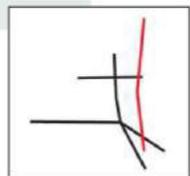


TAVOLA 6 c – SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE (sezione 4)

SEZIONE 4

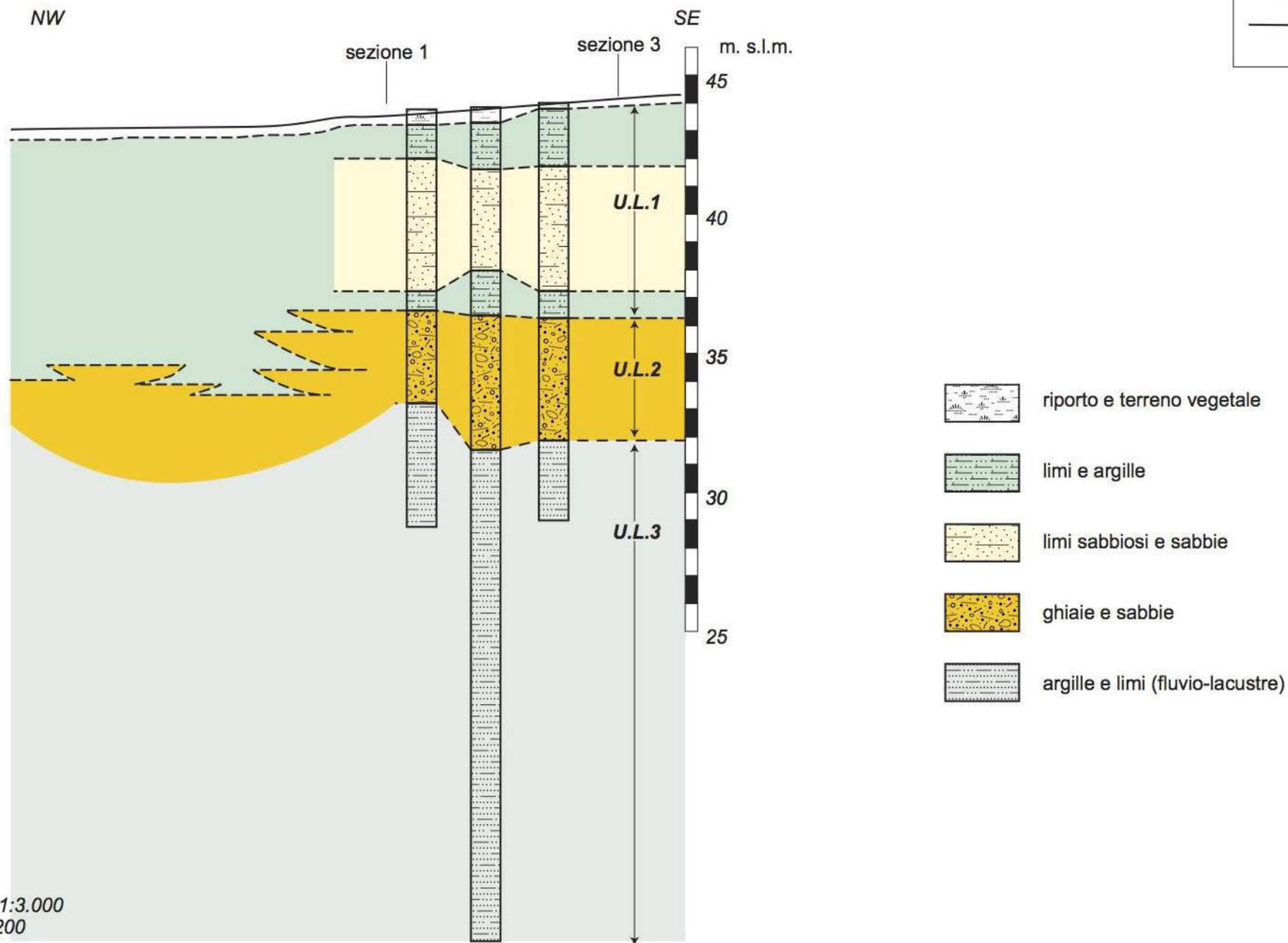
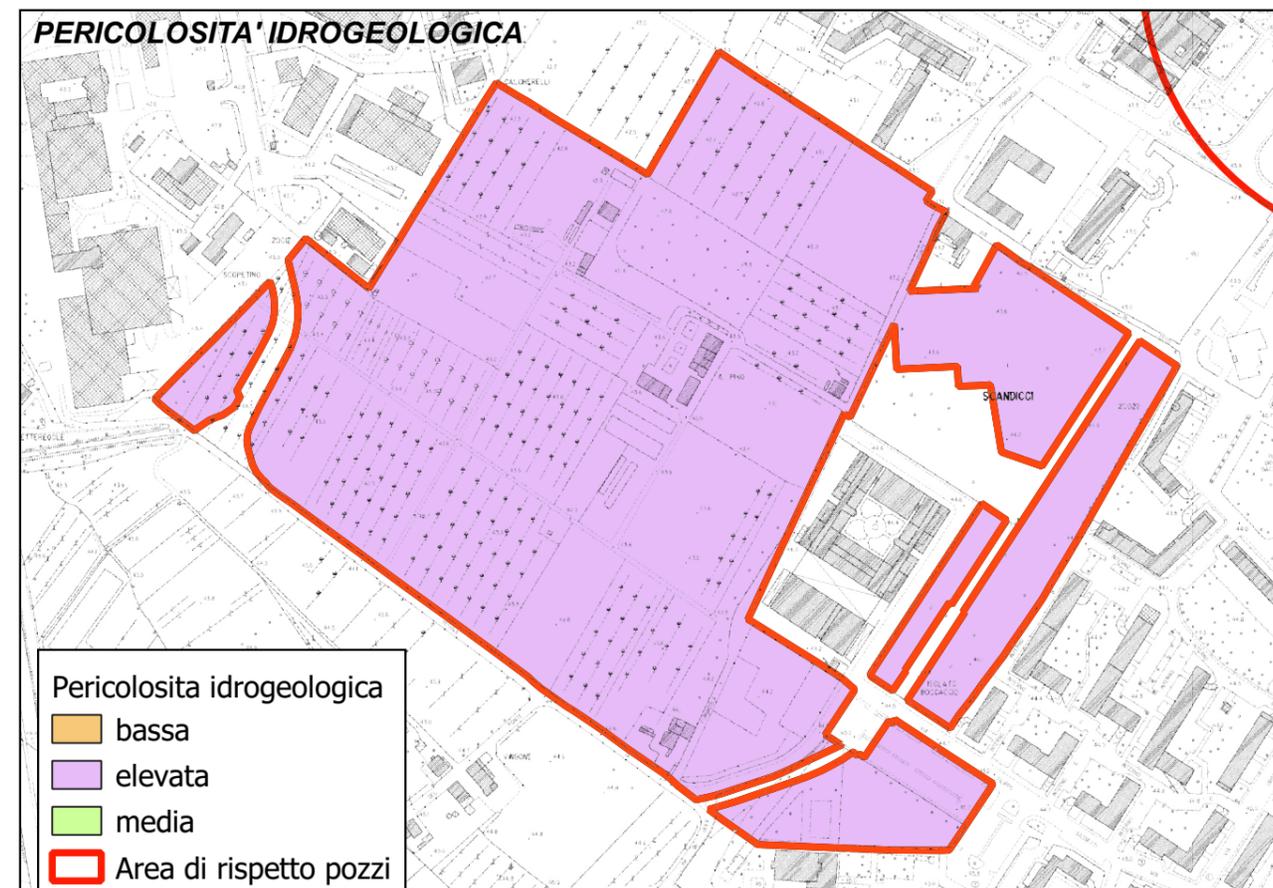
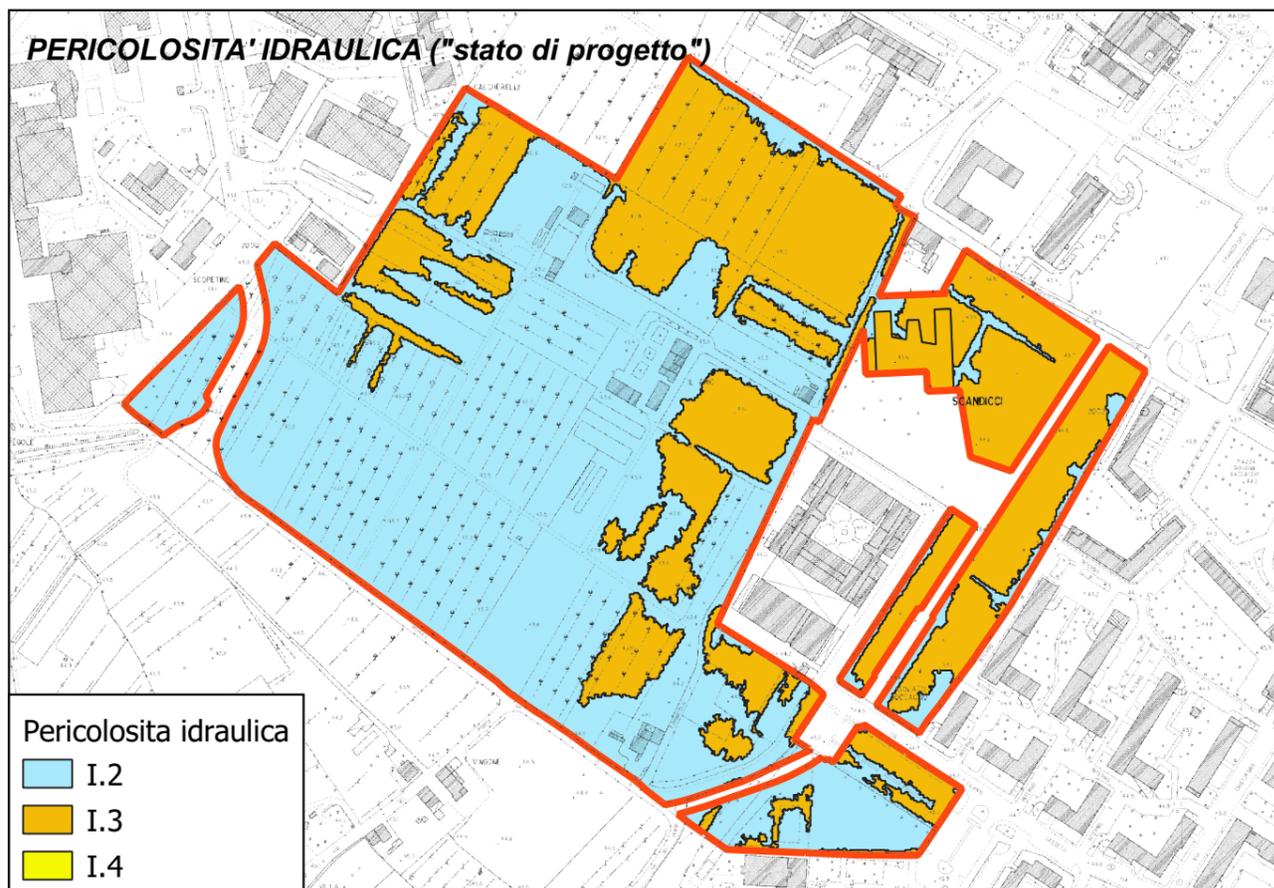
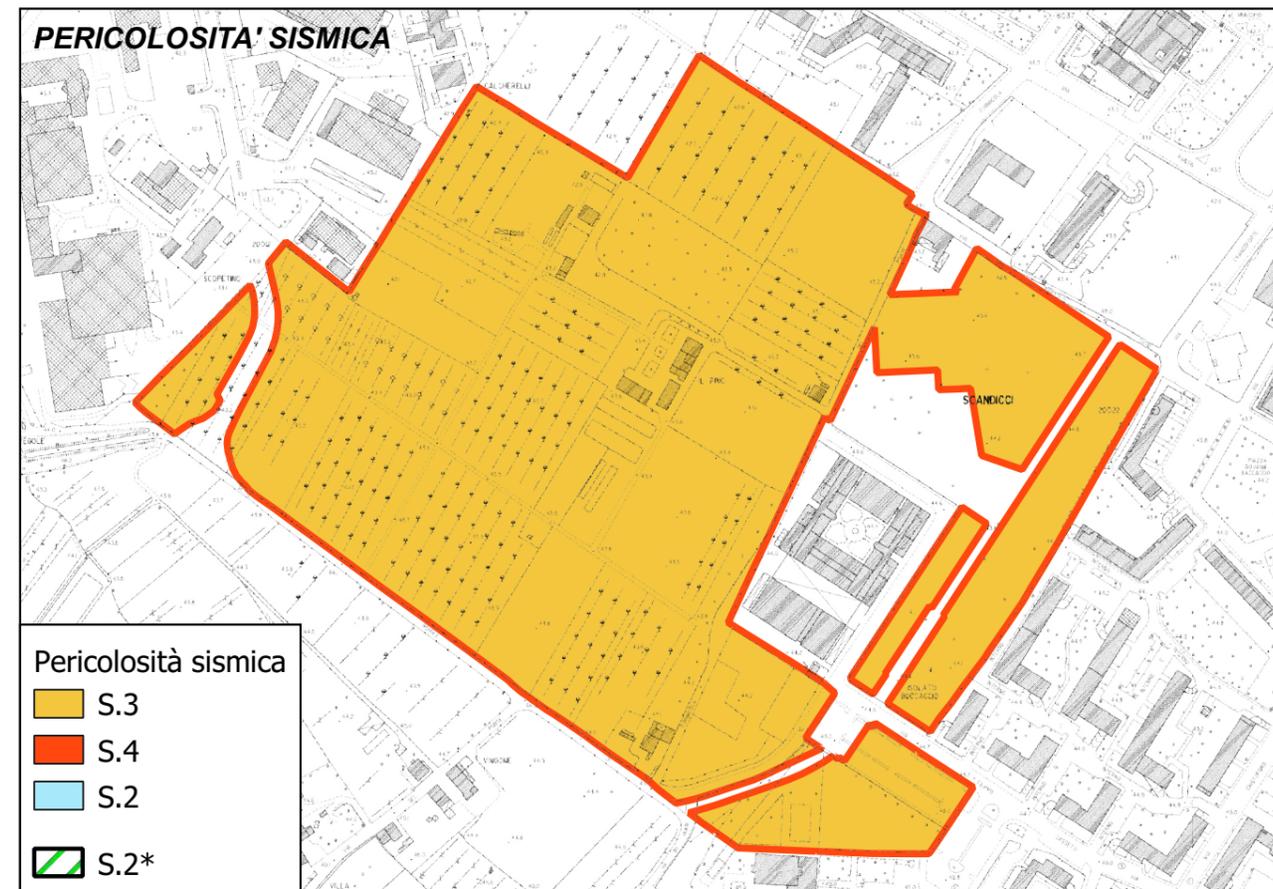
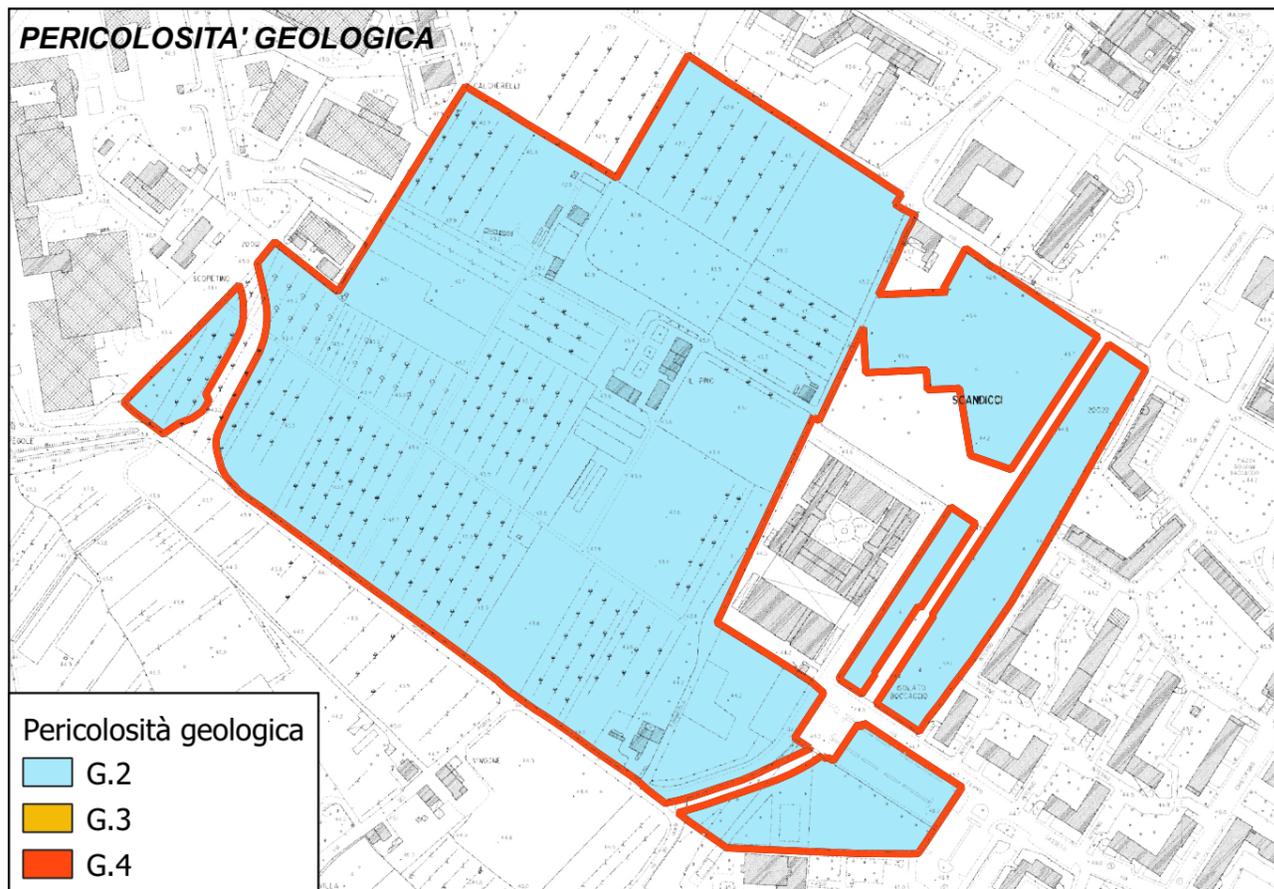


TAVOLA 7 - CARTA DI SINTESI DELLE CLASSI DI PERICOLOSITA' (STRALCI IN SCALA 1:5.000)

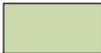
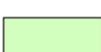
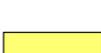


ALLEGATI

ALLEGATO 1

**SCHEDA NORMATIVA E DI INDIRIZZO PROGETTUALE AREA DI
TRASFORMAZIONE TR04c**

Legenda

-  P - Parcheggi pubblico o ad uso pubblico con adeguata dotazione di verde
-  VPU - Verde pubblico o ad uso pubblico - spazi pubblici di relazioni
-  VTI - Aree verdi (pubbliche o private) di pertinenza e/o di tutela indiretta
-  VCE - Aree verdi private di connessione ecologica con spazi per parcheggi pubblici
-  AIC - Attrezzature di interesse collettivo
-  R - Aree per insediamenti residenziali o prevalentemente residenziali
-  PF - Aree per insediamenti urbani con pluralità di funzioni (residenziali - attività direzionali commerciali - turistico ricettive)
-  RP - Aree per edilizia residenziale pubblica
-  PR - Aree per insediamenti produttivi
-  T - Tramvia
-  AS - Aree per sedi stradali

-  AMBITO 1 - Edifici residenziali lungo Via della Torre Rossa
-  AMBITO 2 - Edifici industriali su più piani fuori terra con caratteri formali e costruttivi storicizzati
-  AMBITO 3 - Edifici industriali su un piano fuori terra privi di caratteri formali e tipologici consolidati
-  AMBITO 4 - Spazi aperti (cortili interni, aree pertinenziali)

-  n Unità di intervento

<p>AREA DI TRASFORMAZIONE TR 04c NUOVO CENTRO DELLA CITTA'</p> <p>ZONE N° 3 (PARTE), 4, 5, 6, 7, 8 E 9 DEL PROGRAMMA DIRETTORE</p>		<p>Edificabilità prelevata dal Piano Strutturale (già attribuita dal previgente P.R.G.C.) UTOE n° 4</p> <p>varie destinazioni: mq 87.000 SE</p>		<p>DIMENSIONAMENTO E DESTINAZIONI D'USO AMMESSE</p>	<table border="1"> <tr> <td>Unità di Intervento n. 1</td> <td> <p>Nell'ambito della superficie edificabile (SE) destinata alla realizzazione di strutture turistico-ricettive, possono essere ricomprese residenze collettive speciali per studenti, composte da stanze da letto (comprendenti di servizio igienico), cucina a comune, locali di studio e soggiorno a comune, lavanderia e servizi a comune, il tutto per ogni quota predeterminata di posti letto (indicativamente per gruppi di 10/12 posti letto). Per la realizzazione di tali residenze speciali il Consiglio Comunale può disporre, in sede di approvazione del Piano Attuativo o con separato provvedimento, l'attribuzione di forme di incentivazione economica.</p> <p>Fatta eccezione per la zona n° 8 del Programma Direttore, non è consentita la destinazione d'uso residenziale dei locali e spazi collocati al piano terreno dei nuovi edifici realizzati.</p> <p>L'assetto dell'Unità di Intervento contribuisce alla realizzazione di un polo integrato di alta formazione e di sviluppo d'impresa di livello internazionale per design e marketing nel settore della moda.</p> </td> </tr> <tr> <td>Unità di Intervento n. 2</td> <td> <p>Unità di Intervento corrispondente alle Zone n° 6 e n° 7 del Programma Direttore:</p> <ul style="list-style-type: none"> - residenza: mq 4.100 SE - attività direzionali o terziarie (e relativi spazi di corredo), attività private di servizio in genere, come definite dall'art. 6 della "Disciplina della distribuzione e localizzazione delle funzioni" di cui all'Allegato 'C' alle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo: mq 13.500 SE - strutture turistico-ricettive: mq 5.000 SE - attività di commercio al dettaglio (esercizi di vicinato, medie strutture di vendita) / esercizi di somministrazione di alimenti e bevande al pubblico: mq 4.600 SE <p>L'assetto dell'Unità di Intervento definisce qualitativamente gli assetti insediativi sul lato sud-ovest del vasto parco pubblico, favorendo lo scambio intermodale con l'infrastruttura tramviaria e contribuendo a mitigare gli effetti ambientali generati dall'Autostrada A1.</p> </td> </tr> <tr> <td>Unità di Intervento n. 3</td> <td> <p>Unità di Intervento corrispondente alla Zona n° 9 del Programma Direttore, destinata alla realizzazione del vasto parco pubblico di rilevanza metropolitana in estensione dei giardini comunali circostanti il Castello dell'Acciaio.</p> <p>Nelle more della formazione e approvazione del Piano Attuativo è consentita la demolizione - per comprovate esigenze di sicurezza o di ordine pubblico - dei manufatti presenti nella presente Unità di Intervento, limitatamente alle consistenze prive di interesse storico, architettonico o testimoniale (edifici e manufatti di Classe 8, 13, VS e TL).</p> </td> </tr> </table>	Unità di Intervento n. 1	<p>Nell'ambito della superficie edificabile (SE) destinata alla realizzazione di strutture turistico-ricettive, possono essere ricomprese residenze collettive speciali per studenti, composte da stanze da letto (comprendenti di servizio igienico), cucina a comune, locali di studio e soggiorno a comune, lavanderia e servizi a comune, il tutto per ogni quota predeterminata di posti letto (indicativamente per gruppi di 10/12 posti letto). Per la realizzazione di tali residenze speciali il Consiglio Comunale può disporre, in sede di approvazione del Piano Attuativo o con separato provvedimento, l'attribuzione di forme di incentivazione economica.</p> <p>Fatta eccezione per la zona n° 8 del Programma Direttore, non è consentita la destinazione d'uso residenziale dei locali e spazi collocati al piano terreno dei nuovi edifici realizzati.</p> <p>L'assetto dell'Unità di Intervento contribuisce alla realizzazione di un polo integrato di alta formazione e di sviluppo d'impresa di livello internazionale per design e marketing nel settore della moda.</p>	Unità di Intervento n. 2	<p>Unità di Intervento corrispondente alle Zone n° 6 e n° 7 del Programma Direttore:</p> <ul style="list-style-type: none"> - residenza: mq 4.100 SE - attività direzionali o terziarie (e relativi spazi di corredo), attività private di servizio in genere, come definite dall'art. 6 della "Disciplina della distribuzione e localizzazione delle funzioni" di cui all'Allegato 'C' alle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo: mq 13.500 SE - strutture turistico-ricettive: mq 5.000 SE - attività di commercio al dettaglio (esercizi di vicinato, medie strutture di vendita) / esercizi di somministrazione di alimenti e bevande al pubblico: mq 4.600 SE <p>L'assetto dell'Unità di Intervento definisce qualitativamente gli assetti insediativi sul lato sud-ovest del vasto parco pubblico, favorendo lo scambio intermodale con l'infrastruttura tramviaria e contribuendo a mitigare gli effetti ambientali generati dall'Autostrada A1.</p>	Unità di Intervento n. 3	<p>Unità di Intervento corrispondente alla Zona n° 9 del Programma Direttore, destinata alla realizzazione del vasto parco pubblico di rilevanza metropolitana in estensione dei giardini comunali circostanti il Castello dell'Acciaio.</p> <p>Nelle more della formazione e approvazione del Piano Attuativo è consentita la demolizione - per comprovate esigenze di sicurezza o di ordine pubblico - dei manufatti presenti nella presente Unità di Intervento, limitatamente alle consistenze prive di interesse storico, architettonico o testimoniale (edifici e manufatti di Classe 8, 13, VS e TL).</p>
Unità di Intervento n. 1	<p>Nell'ambito della superficie edificabile (SE) destinata alla realizzazione di strutture turistico-ricettive, possono essere ricomprese residenze collettive speciali per studenti, composte da stanze da letto (comprendenti di servizio igienico), cucina a comune, locali di studio e soggiorno a comune, lavanderia e servizi a comune, il tutto per ogni quota predeterminata di posti letto (indicativamente per gruppi di 10/12 posti letto). Per la realizzazione di tali residenze speciali il Consiglio Comunale può disporre, in sede di approvazione del Piano Attuativo o con separato provvedimento, l'attribuzione di forme di incentivazione economica.</p> <p>Fatta eccezione per la zona n° 8 del Programma Direttore, non è consentita la destinazione d'uso residenziale dei locali e spazi collocati al piano terreno dei nuovi edifici realizzati.</p> <p>L'assetto dell'Unità di Intervento contribuisce alla realizzazione di un polo integrato di alta formazione e di sviluppo d'impresa di livello internazionale per design e marketing nel settore della moda.</p>										
Unità di Intervento n. 2	<p>Unità di Intervento corrispondente alle Zone n° 6 e n° 7 del Programma Direttore:</p> <ul style="list-style-type: none"> - residenza: mq 4.100 SE - attività direzionali o terziarie (e relativi spazi di corredo), attività private di servizio in genere, come definite dall'art. 6 della "Disciplina della distribuzione e localizzazione delle funzioni" di cui all'Allegato 'C' alle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo: mq 13.500 SE - strutture turistico-ricettive: mq 5.000 SE - attività di commercio al dettaglio (esercizi di vicinato, medie strutture di vendita) / esercizi di somministrazione di alimenti e bevande al pubblico: mq 4.600 SE <p>L'assetto dell'Unità di Intervento definisce qualitativamente gli assetti insediativi sul lato sud-ovest del vasto parco pubblico, favorendo lo scambio intermodale con l'infrastruttura tramviaria e contribuendo a mitigare gli effetti ambientali generati dall'Autostrada A1.</p>										
Unità di Intervento n. 3	<p>Unità di Intervento corrispondente alla Zona n° 9 del Programma Direttore, destinata alla realizzazione del vasto parco pubblico di rilevanza metropolitana in estensione dei giardini comunali circostanti il Castello dell'Acciaio.</p> <p>Nelle more della formazione e approvazione del Piano Attuativo è consentita la demolizione - per comprovate esigenze di sicurezza o di ordine pubblico - dei manufatti presenti nella presente Unità di Intervento, limitatamente alle consistenze prive di interesse storico, architettonico o testimoniale (edifici e manufatti di Classe 8, 13, VS e TL).</p>										
DESCRIZIONE	<p>Area di trasformazione destinata alla realizzazione della porzione quantitativamente più rilevante del nuovo centro della città, sviluppata attorno al tracciato tramviario e fortemente caratterizzata dall'inserimento di servizi e funzioni pregiate (tra cui spazi e strutture per la formazione, strutture turistico-ricettive, attività direzionali e di servizio, attrezzature per il tempo libero e lo sport, esercizi commerciali al dettaglio, etc.).</p> <p>L'area di trasformazione di cui trattasi corrisponde alle zone nn° 3 (parte), 4, 5, 6, 7, 8 e 9 del "Programma Direttore per la realizzazione del nuovo centro della città", elaborato dall'arch. Richard Rogers ed approvato nel luglio 2003.</p>										
FINALITA'	<p>L'intervento persegue le seguenti finalità:</p> <ul style="list-style-type: none"> - strutturazione di una vasta porzione del nuovo centro della città, caratterizzata da un mix funzionale ricco ed articolato interconnesso con le fermate tramviarie 'De André' e 'Villa Costanza' (parcheggio scambiatore), nonché organizzata con modalità tali da favorire la pedonalità e lo scambio intermodale; - realizzazione di un vasto parco pubblico di rilevanza metropolitana in estensione dei giardini comunali circostanti il Castello dell'Acciaio; - vitalizzazione dei tessuti residenziali esistenti mediante inserimento di nuove funzioni e servizi pregiati e qualificati. 										
SUPERFICIE TERRITORIALE	<p>ST = mq 191.600 circa</p>										
DIMENSIONAMENTO E DESTINAZIONI D'USO AMMESSE	<p>La superficie edificabile (SE) massima realizzabile nell'intera area di trasformazione per strutture e attività di interesse privato è fissata in complessivi mq 87.000, ripartiti in tre Unità di Intervento e suddivisi per destinazioni d'uso.</p> <table border="1"> <tr> <td>Unità di Intervento n. 1</td> <td> <p>Unità di Intervento corrispondente alle Zone n° 3 (parte) 4, 5 e 8 del Programma Direttore:</p> <ul style="list-style-type: none"> - residenza: mq 27.300 SE - attività direzionali o terziarie (e relativi spazi di corredo), attività private di servizio in genere, come definite dall'art. 6 della "Disciplina della distribuzione e localizzazione delle funzioni" di cui all'Allegato 'C' alle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo: mq 22.500 SE - strutture turistico-ricettive: mq 6.700 SE - attività di commercio al dettaglio (esercizi di vicinato, medie strutture di vendita) / esercizi di somministrazione di alimenti e bevande al pubblico: mq 3.300 SE </td> </tr> </table>			Unità di Intervento n. 1	<p>Unità di Intervento corrispondente alle Zone n° 3 (parte) 4, 5 e 8 del Programma Direttore:</p> <ul style="list-style-type: none"> - residenza: mq 27.300 SE - attività direzionali o terziarie (e relativi spazi di corredo), attività private di servizio in genere, come definite dall'art. 6 della "Disciplina della distribuzione e localizzazione delle funzioni" di cui all'Allegato 'C' alle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo: mq 22.500 SE - strutture turistico-ricettive: mq 6.700 SE - attività di commercio al dettaglio (esercizi di vicinato, medie strutture di vendita) / esercizi di somministrazione di alimenti e bevande al pubblico: mq 3.300 SE 						
Unità di Intervento n. 1	<p>Unità di Intervento corrispondente alle Zone n° 3 (parte) 4, 5 e 8 del Programma Direttore:</p> <ul style="list-style-type: none"> - residenza: mq 27.300 SE - attività direzionali o terziarie (e relativi spazi di corredo), attività private di servizio in genere, come definite dall'art. 6 della "Disciplina della distribuzione e localizzazione delle funzioni" di cui all'Allegato 'C' alle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo: mq 22.500 SE - strutture turistico-ricettive: mq 6.700 SE - attività di commercio al dettaglio (esercizi di vicinato, medie strutture di vendita) / esercizi di somministrazione di alimenti e bevande al pubblico: mq 3.300 SE 										

<p>DIMENSIONAMENTO E DESTINAZIONI D'USO AMMESSE</p>	<p>L'ulteriore ripartizione del mix funzionale per le singole zone nn° 3 (parte), 4, 5, 6, 7, 8 e 9 è definita dal Programma Direttore approvato (e suoi eventuali aggiornamenti). Non è consentito il trasferimento di quantità edificabili tra le diverse Unità di Intervento.</p> <p>La superficie di vendita (SV) massima di ciascuna delle eventuali medie strutture commerciali previste è definita in sede di approvazione dello strumento attuativo e/o di sue eventuali varianti, nel rispetto delle eventuali limitazioni e/o prescrizioni dettate dalla "Disciplina della distribuzione e localizzazione delle funzioni" di cui all'Allegato 'C' alle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo. La superficie edificabile (SE) totale delle eventuali medie strutture commerciali non può superare i 5.500 mq complessivi calcolati in riferimento all'intera area di trasformazione.</p> <p>Oltre agli interventi di nuova edificazione previsti nelle Unità di Intervento nn. 1 e 2 il Piano Attuativo può prevedere la demolizione degli edifici esistenti di Classe 6, 8 e 13 ed il recupero del relativo volume edificato (VE) a fini residenziali o per altra destinazione tra quelle sopra elencate, ovvero per attrezzature pubbliche e/o di interesse pubblico. Non è consentito il recupero del volume edificato (VE) di volumi secondari (VS) e/o manufatti a trasformabilità limitata (TL) dei quali sia prevista la demolizione.</p>	<p>DISPOSIZIONI GENERALI</p>	<p>Per inderogabili motivi di interesse pubblico è facoltà dell'Amm./ne Comunale individuare all'interno della presente area di trasformazione limitati ambiti funzionali da progettare e porre in realizzazione indipendentemente dall'approvazione del Piano Attuativo.</p>
<p>DISPOSIZIONI GENERALI</p>	<p>La configurazione di dettaglio dell'intera area di trasformazione è definita da un apposito Piano Attuativo elaborato nel rispetto sostanziale dei contenuti del Programma Direttore approvato (e suoi eventuali aggiornamenti).</p> <p>Al riguardo l'assetto planivolumetrico complessivo dell'area di trasformazione definito dal Programma Direttore approvato - nonché le specifiche ivi contenute relativamente alle altezze e/o al numero dei piani degli edifici, alla collocazione e alla configurazione degli spazi e delle attrezzature pubbliche - costituiscono indicazioni di massima alle quali il Piano Attuativo deve fare riferimento in termini di coerenza sostanziale, fatti salvi i necessari approfondimenti progettuali da operarsi a livello architettonico, anche in considerazione delle destinazioni d'uso previste dal Piano Operativo per ciascuna Unità di Intervento.</p> <p>L'assetto insediativo definito dal Piano Attuativo deve costituire un insieme architettonico significativo capace di caratterizzare qualitativamente con i linguaggi dell'architettura contemporanea la porzione del nuovo centro della città corrispondente all'area di trasformazione di cui trattasi. Gli interventi tengono conto altresì in maniera significativa dei requisiti tecnico-costruttivi, tipologici ed impiantistici dettati dalle vigenti norme regionali in materia di edilizia sostenibile.</p> <p>Il Piano Attuativo ha il compito di configurare e strutturare in modo equilibrato ed organico la porzione del nuovo centro della città ricadente nella presente area di trasformazione, definendo nel dettaglio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'assetto planivolumetrico complessivo; - la configurazione degli spazi pubblici e delle attrezzature pubbliche e/o di interesse pubblico; - la configurazione del vasto parco pubblico; - l'integrazione e/o l'adeguamento della maglia viaria; - le opere e strutture finalizzate all'organizzazione o al rafforzamento dello scambio intermodale; - la collocazione e configurazione dell'edificazione privata, con le relative destinazioni funzionali; - l'assetto delle aree verdi ad uso privato; - gli eventuali stralci funzionali di attuazione. <p>Il Piano Attuativo è corredato da una specifica normativa tecnica, con la quale sono tra l'altro definiti i contenuti aventi valenza prescrittiva e gli eventuali elementi suscettibili di variazioni in sede di progettazione architettonica.</p> <p>L'intervento non può comportare la realizzazione di unità immobiliari ad uso abitativo con superficie utile (SU) inferiore a mq 45. E' prescritta la realizzazione di un congruo numero di alloggi per nuclei familiari di 4 o più persone, con superficie utile (SU) non inferiore a 80 mq ciascuno.</p> <p>La progettazione esecutiva deve comunque essere elaborata nel puntuale rispetto del Piano Attuativo o di singoli stralci funzionali di esso.</p>	<p>DISPOSIZIONI PARTICOLARI</p>	<p>In sede di approvazione del Piano Attuativo il Consiglio Comunale definisce i contenuti della convenzione atta a regolamentare le realizzazioni.</p> <p>La convenzione, alla cui stipula è subordinato il rilascio e/o l'efficacia degli atti abilitativi, garantisce la contestuale ed unitaria realizzazione di tutti gli interventi di interesse pubblico e privato previsti dal Piano Attuativo, ed in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - garantisce la corretta e completa realizzazione degli interventi ed il mantenimento delle destinazioni d'uso previste; - disciplina il regime giuridico dei suoli; - individua le opere obbligatorie di interesse pubblico con le relative forme di garanzia (ferme restando in ogni caso le vigenti norme in materia di scomputo degli oneri di urbanizzazione); - stabilisce le modalità di attuazione degli interventi, le forme di utilizzazione e di manutenzione del parco, delle attrezzature di interesse pubblico, etc. <p>La convenzione prevede in ogni caso la cessione gratuita all'Amm./ne Comunale dell'intera area destinata a parco pubblico, ivi compresi i fabbricati in essa ricadenti, nonché delle aree destinate a sedi stradali e degli altri spazi pubblici individuati dal Piano Attuativo approvato.</p> <p>Alla convenzione complessivamente riferita all'intero Piano Attuativo possono essere correlati specifici atti convenzionali finalizzati all'attuazione di singoli lotti (unità di intervento) e/o stralci funzionali previsti dallo strumento attuativo medesimo.</p>
<p>DISCIPLINA DELLA PEREQUAZIONE URBANISTICA</p>	<p>Le quantità edificabili sono attribuite in misura proporzionale alla superficie territoriale (ST) afferente a ciascuna delle proprietà immobiliari ricomprese nell'area di trasformazione.</p> <p>Sono ripartiti nella stessa misura proporzionale, salvo diverso accordo tra gli aventi titolo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la superficie utile lorda (Sul) edificabile relativa alle singole funzioni previste nell'area di trasformazione; - gli obblighi relativi alla quota di edilizia residenziale con finalità sociali; - gli oneri economici per realizzare le opere di urbanizzazione e le attrezzature pubbliche obbligatorie; - gli oneri relativi alla cessione gratuita all'Amm./ne Comunale dell'intera area destinata a parco pubblico, ivi compresi i fabbricati in essa ricadenti. <p>Ove il Piano Attuativo preveda la demolizione, parziale o totale, di edifici esistenti, le quantità edificabili destinate alla ricostruzione o al trasferimento di volumetria sono attribuite integralmente al soggetto avente titolo. Le volumetrie degli edifici e manufatti legittimi di Classe 8 e 13 eventualmente demoliti nelle more della formazione e approvazione del Piano Attuativo per comprovate esigenze di sicurezza o di ordine pubblico, la cui consistenza sia stata preventivamente accertata mediante perizia giurata, possono essere ricostruite nei limiti e nel rispetto delle indicazioni dettate dal Piano Attuativo. In tal caso le quantità ricostruibili andranno attribuite integralmente al soggetto titolare delle consistenze demolite.</p> <p>La progettazione e realizzazione degli interventi previsti nell'area di trasformazione presuppone la redazione di un piano di ricomposizione fondiaria comprendente le permutazioni o cessioni immobiliari tra tutti i soggetti aventi titolo, definito sulla base del progetto di dettaglio a fini esecutivi riferito all'intera area. Il rilascio e/o l'efficacia degli atti abilitativi è subordinata alla sottoscrizione di atti con i quali sono effettuate le permutazioni o cessioni immobiliari tra i soggetti aventi titolo in applicazione dei criteri perequativi sopra descritti.</p>		

EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA	La presente area di trasformazione è soggetta agli oneri aggiuntivi a destinazione vincolata per edilizia residenziale pubblica (ERP) previsti dall'art. 63 della L.R. 65/2014 e s.m.i., per un importo corrispondente al costo di realizzazione di alloggi sociali nella misura del 3% della superficie edificabile (SE) residenziale realizzata, da corrispondersi - mediante monetizzazione - in sede di rilascio dei titoli abilitativi.
DOTAZIONI DI PARCHEGGIO AD USO PRIVATO	Le dotazioni di parcheggio per la sosta stanziale e quelle per la sosta di relazione sono dovute nella misura stabilita dagli artt. 11 e 12 per la specifica destinazione d'uso, fatto salvo quanto di seguito specificato. L'Unità di Intervento n. 1 ricade in ambito urbano con prevalente carattere pedonale dell'utenza nel quale è opportuno evitare l'attrazione del traffico veicolare [Allegato 'D' - "Disciplina della distribuzione e localizzazione delle funzioni", art. 12, punto 4 / ambito di programmazione commerciale denominato 'tessuti urbani storicizzati e aree centrali di quartiere non storicizzate' (APC 1)]. All'interno di essa non è pertanto dovuto il reperimento delle dotazioni di parcheggio per la sosta di relazione per gli esercizi commerciali al dettaglio, né delle dotazioni aggiuntive di parcheggio per gli esercizi di somministrazione di alimenti e bevande al pubblico e/o attività artigianali di servizio alla residenza.
OPERE E/O ATTREZZATURE PUBBLICHE E/O DI INTERESSE PUBBLICO	In ragione della vastità e complessità dell'intervento le opere pubbliche e/o di interesse pubblico da realizzarsi contestualmente alla realizzazione delle opere di interesse privato sono definite in sede di elaborazione del Piano Attuativo in coerenza sostanziale con le previsioni contenute nel Programma Direttore. La progettazione e realizzazione delle pubbliche e/o di interesse pubblico interne e/o correlate alla presente area di trasformazione poste a carico del/i soggetto/i attuatore/i è subordinata al nulla-osta delle competenti strutture tecniche comunali ed al recepimento delle indicazioni progettuali dalle stesse formulate.
DISCIPLINA DEI BENI PAESAGGISTICI	L'intervento ricade in area soggetta a tutela paesaggistica dichiarata di notevole interesse pubblico con D.M. 20.01.1965 ed in parte con D.M. 23.06.1967. Nell'area di cui trattasi si applicano pertanto le disposizioni di cui agli artt. 3 e 4 della "Disciplina dei beni paesaggistici" di cui all'Allegato 'B' alle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo. Gli interventi di trasformazione devono in particolare: - concorrere alla qualificazione del sistema insediativo, assicurando la qualità architettonica del nuovo centro della città; - connotarsi come progetti rispondenti a criteri di integrazione paesaggistica, valorizzando in particolare le visuali panoramiche che si aprono verso la collina dai percorsi della viabilità storica e dagli spazi pubblici correlati alle emergenze storico-architettoniche (Castello dell'Acciaiuolo e relativo parco pubblico), senza compromettere la leggibilità dei quadri naturali percepibili dal tracciato autostradale.
COMPONENTI IDENTITARIE DEL PATRIMONIO TERRITORIALE	Ricadono nell'area di cui trattasi le seguenti componenti identitarie del patrimonio territoriale: - aree con evidenze archeologiche (art. 47) - patrimonio edilizio presente al 1940 (art. 48) - tracciati viari fondativi (art. 49) Nelle aree adiacenti si segnalano: - tracce del sistema delle centuriazioni (art. 51) - parchi storici e giardini formali (art. 58)

DISCIPLINE SPECIALI	L'area di trasformazione di cui trattasi non è soggetta alle discipline speciali di cui al Titolo V delle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo.
----------------------------	---

CLASSIFICAZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO	Nell'area di trasformazione di cui trattasi sono compresi edifici appartenenti alle Classi 4, 6, 8 e 13, nonché alcuni volumi secondari (VS) e manufatti a trasformabilità limitata (TL), come evidenziato nell'estratto degli elaborati cartografici di livello C riportato nella presente scheda.
--	---

ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE	E' facoltà dei competenti uffici comunali di dettare indicazioni e prescrizioni per gli interventi pubblici e privati da realizzarsi in attuazione delle disposizioni di cui alla presente scheda, al fine di assicurare livelli prestazionali e dotazioni anche superiori ai requisiti minimi previsti dalle vigenti norme in materia di abbattimento delle barriere architettoniche. Tali indicazioni e prescrizioni tengono conto dei contenuti dell'elaborato denominato "Disposizioni per la programmazione degli interventi volti all'abbattimento delle barriere architettoniche nell'ambito urbano", costituente parte integrante del presente Piano Operativo.
--	---

PERICOLOSITA'	geologica	idraulica	sismica
	G.2	I.2 - I.3	S.3
FATTIBILITA'	Fg.2	Fi.3	Fs.3
	<p>Prescrizioni</p> <p>L'attuazione dell'intervento è subordinata all'effettuazione dei normali studi geologico-tecnici previsti dalla normativa vigente in materia (DPGR n. 36/R/2009 e NTC 2018) finalizzati alla verifica delle caratteristiche geotecniche del substrato di fondazione (Fg.2). Relativamente alle problematiche sismiche l'area oggetto di intervento può essere soggetta ad effetti di amplificazione sismica locale in quanto il substrato lapideo sottostante ai depositi alluvionali superficiali può essere rinvenuto a profondità inferiore ai 50 metri. In relazione anche all'altezza degli edifici previsti e quindi ai possibili effetti di risonanza sugli stessi, si dovrà elaborare una analisi di risposta sismica locale già a livello di Piano Attuativo (Fs.3). Per quanto riguarda le problematiche idrauliche l'area di intervento è classificata in pericolosità I.2 e I.3, parzialmente interessata da un battente idraulico medio di circa 15 cm (quote medie s.l.m. di primo orientamento, da verificare in fase di progetto: 43,23 ml per l'U.I. n. 1 / 44,07 ml per l'U.I. n. 2). In queste condizioni la sicurezza idraulica può essere ottenuta con le opere di sopraelevazione di cui all'art. 39, punto 3.5, delle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo (Fi.3). In ogni caso le soluzioni di messa in sicurezza da adottare devono essere specificate nei singoli progetti, evidenziando sia la quota di sicurezza del piano di calpestio degli edifici rispetto al piano di campagna, sia le dinamiche idrauliche da considerare, rispetto al battente idraulico atteso, per eventuali opere compensative e/o di mitigazione degli effetti, qualora i nuovi ingombri determinino un aggravio delle condizioni di rischio in altre aree (da valutare in sede di elaborazione del Piano Attuativo e/o dei singoli progetti edilizi). I parcheggi in superficie devono essere realizzati sia assicurando il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree ed il livello di rischio medio R2, sia disponendo misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali, facendo riferimento ai criteri indicati all'art. 86, punto 9. Relativamente alla salvaguardia delle acque sotterranee l'intervento è soggetto alle prescrizioni di cui all'art. 35, punto 2, delle Norme per l'Attuazione del Piano Operativo.</p>		

PRESCRIZIONI E MITIGAZIONI AMBIENTALI	<p>Per la valutazione ambientale dell'intervento in termini complessivi e per il monitoraggio degli effetti si rinvia all'elaborato denominato <i>Rapporto Ambientale</i> allegato alla deliberazione di approvazione del presente Piano Operativo, nonché alle analisi ed agli studi multidisciplinari contenuti nel Programma Direttore approvato.</p> <p>L'elaborazione del Piano Attuativo è soggetta al rispetto delle disposizioni di cui all'art. 8, punto 2, lett. a), b), c), d), e), f) (per la lett. f la prescrizione è limitata alla verifica dell'adeguatezza del sistema fognario e alla realizzazione di ogni opera necessaria alla piena funzionalità ed al miglioramento dell'efficienza dello stesso), h), i), j) (per la lett. j la valutazione deve includere la verifica della fattibilità di adozione di tecniche di riduzione dei rifiuti alla fonte), nonché all'art. 35.</p>
--	--

MODALITA' DI ATTUAZIONE	<p>Piano Attuativo di iniziativa pubblica (Piano Particolareggiato)</p> <p>Al fine di conseguire un miglior coordinamento progettuale è facoltà dell'Amm./ne Comunale di procedere all'elaborazione del Piano Attuativo congiuntamente all'elaborazione di eventuali varianti al Progetto-guida relativo all'area di trasformazione TR 04cbis*.</p> <p>Ai fini dell'elaborazione del Piano Attuativo - e sue eventuali varianti - possono essere istituite forme di collaborazione tra l'Amm./ne Comunale ed i soggetti privati aventi titolo, singoli o riuniti in consorzio. In tal caso sono comunque integralmente a carico dei soggetti privati gli oneri relativi alle eventuali collaborazioni professionali necessarie per contribuire alla progettazione dello strumento attuativo.</p>
--------------------------------	--

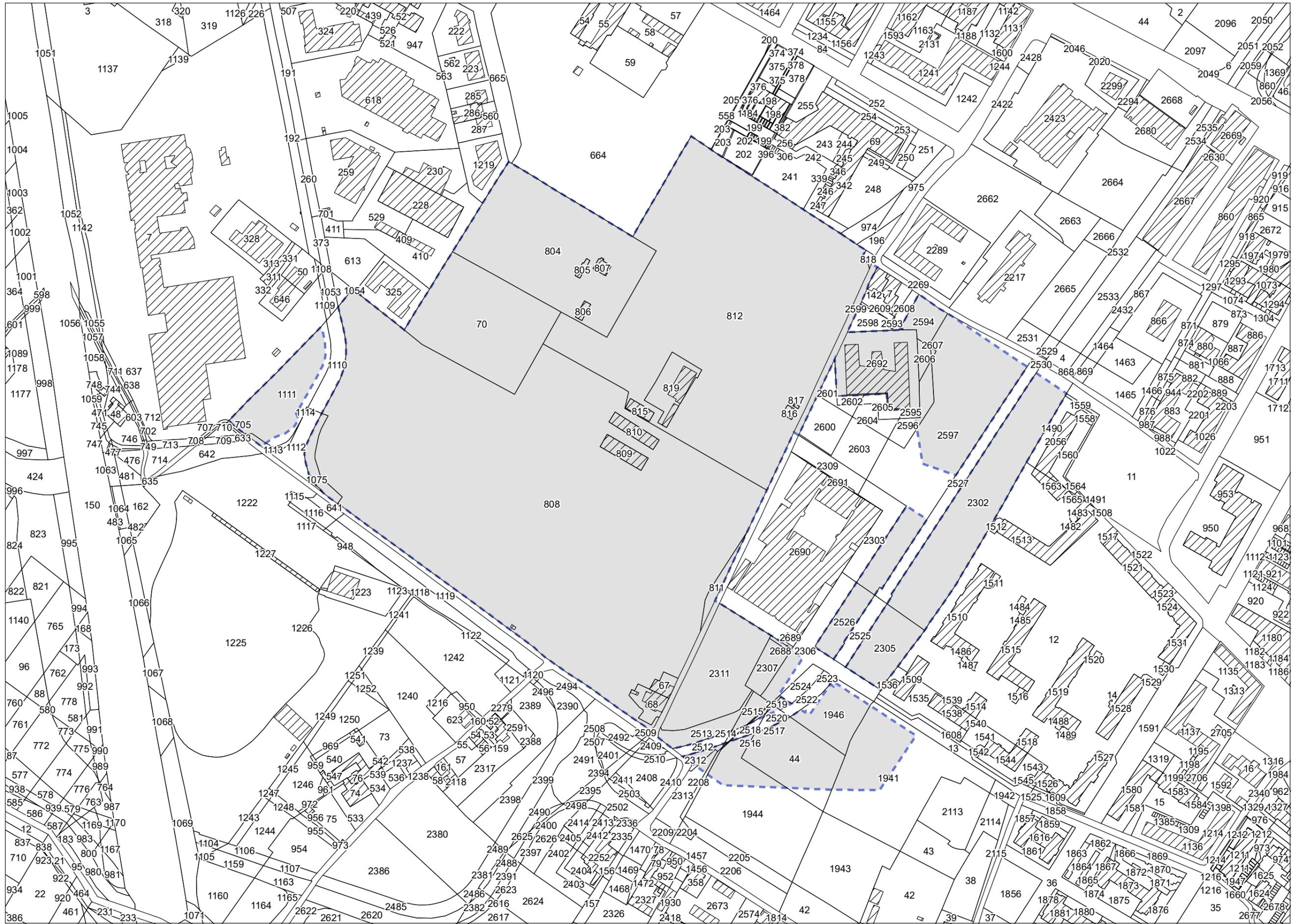
ORGANO COMPETENTE PER L'APPROVAZIONE	Consiglio Comunale
---	--------------------

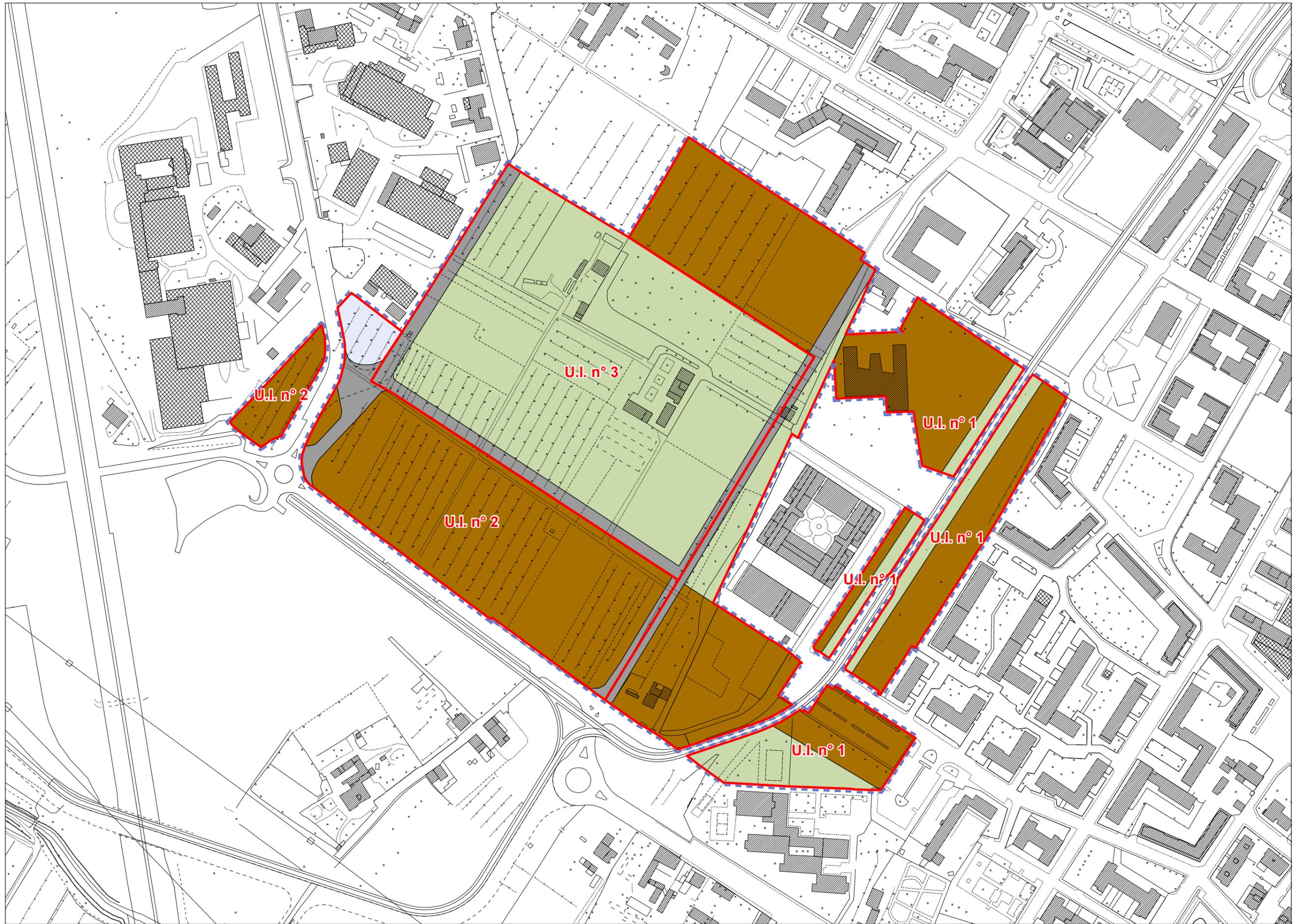
NOTE	<p><i>"Programma Direttore per la realizzazione del nuovo centro della città"</i> approvato con Deliberazione C.C. n. 85 del 24.07.2003.</p> <p>Il polo integrato di alta formazione e di sviluppo d'impresa di livello internazionale per design e marketing nel settore della moda da realizzarsi all'interno della presente area di trasformazione è cofinanziato nell'ambito del Programma Integrato Urbano di Sviluppo Sostenibile (P.I.U.S.S.) promosso dalla Regione Toscana (cofinanziamento disposto con Decreto Regionale Dirigenziale n. 5026 del 13.10.2009 / progetto esecutivo approvato con Deliberazione G.C. n. 215 del 05.10.2010).</p> <p>Piano Attuativo di iniziativa pubblica (Piano Particolareggiato) adottato con Deliberazione C.C. n. 73 del 05.07.2018</p>
-------------	--

DISCIPLINA IN ASSENZA DI PIANO ATTUATIVO OVVERO IN CASO DI SCADENZA DEL TERMINE QUINQUENNALE	<p>In caso di scadenza del termine quinquennale dalla data di approvazione del presente Piano Operativo senza che sia intervenuta l'approvazione del Piano Attuativo, e comunque nelle more dell'approvazione dello stesso, agli immobili ed aree comprese nella presente area di trasformazione si applica la seguente disciplina:</p> <ul style="list-style-type: none"> - viabilità esistente: aree per sedi stradali e spazi pubblici ad esse accessori (art. 79); - aree di proprietà pubblica (o assoggettate ad uso pubblico): aree ad edificazione speciale per standard 'esistenti' e/o 'di progetto' (art. 86); - porzioni di terreno inedificato ad uso privato: verde e altre aree private prevalentemente non edificate integrative degli insediamenti (art. 120). Alle attività agricole eventualmente esistenti si applicano le disposizioni di cui all'art. 162; - edifici e manufatti esistenti: interventi di natura manutentiva non comportanti incrementi di superficie edificabile (SE), di volume edificato (VE), del numero di unità immobiliari, né mutamenti della destinazione d'uso. Sono consentiti interventi di ristrutturazione edilizia solo per eventuali utilizzazioni pubbliche e/o di interesse pubblico. <p>Per inderogabili motivi di interesse pubblico è facoltà dell'Amm./ne Comunale individuare all'interno della presente area di trasformazione limitati ambiti funzionali da progettare e porre in realizzazione indipendentemente dall'approvazione del Piano Attuativo.</p>
---	---

DISCIPLINA SUCCESSIVA ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO ATTUATIVO	<p>Ad avvenuta realizzazione ed ultimazione degli interventi previsti dal Piano Attuativo agli immobili ed aree comprese nella presente area di trasformazione si applica la seguente disciplina:</p> <ul style="list-style-type: none"> - rete viaria, compresa eventuale viabilità di penetrazione ad uso pubblico: aree per sedi stradali e spazi pubblici ad esse accessori (art. 79); - verde e spazi pubblici (compreso il parco), parcheggi pubblici: aree ad edificazione speciale per standard 'esistenti' (art. 86); - attrezzature pubbliche e/o di interesse pubblico e relative aree di pertinenza: aree ad edificazione speciale per standard 'esistenti' (art. 86); - aree di sedime dei nuovi edifici privati e relative aree di pertinenza: tessuti consolidati prevalentemente residenziali ed edifici sparsi di recente origine (art. 113); - nuovi edifici privati a destinazione esclusivamente o prevalentemente residenziale o direzionale (compresi esercizi commerciali al piano terreno): Classe 9. Su di essi sono ammessi gli interventi urbanistico-edilizi di cui all'art. 102, a condizione che non comportino incrementi di superficie edificata (SE) e/o di volume edificato (VE). Non è consentito il mutamento della destinazione d'uso a fini abitativi delle unità immobiliari aventi destinazione d'uso non residenziale. Resta confermato il limite di superficie utile (SU) per le singole unità immobiliari ad uso abitativo fissato dalla presente scheda; - nuovi edifici specialistici privati di varia natura e consistenza (strutture turistico-ricettive, attrezzature per attività private di servizio, etc.): Classe 12. Si applicano le disposizioni di cui all'art. 105, a condizione che gli interventi non determinino incrementi di superficie edificata (SE). Non è consentito il mutamento della destinazione d'uso a fini abitativi delle unità immobiliari aventi destinazione d'uso non residenziale. Le strutture alberghiere sono soggette al vincolo per usi specialistici relativo all'edificazione esistente a destinazione turistico-ricettiva nel territorio urbanizzato (art. 150); - edifici preesistenti oggetto di conservazione e riuso: si applicano le disposizioni di cui al Titolo VII in funzione della classificazione attribuita a ciascun edificio; - volumi e manufatti accessori (eventuali): si applicano le disposizioni di cui all'art. 109 riferite ai volumi secondari (VS).
---	--







ALLEGATO 2
RELAZIONE INDAGINI SISMICHE (MARZO 2017)

RELAZIONE TECNICA

TRIGEO snc

di Andrea Nencetti e Benedetto Burchini
Via Mazzini, 18
52011 Soci (AR)
P.IVA 02024110518
info@trigeo.it

FIRENZE

Via Nino Bixio, 9
50131 Firenze
firenze@trigeo.it
T/F 055 400619
M 328 7213928

AREZZO

Via Trasimeno, 7
52100 Arezzo
arezzo@trigeo.it
T/F 0575 294500
M 339 2288117

**“INDAGINE GEOFISICHE DI SUPERFICIE
MEDIANTE SISMICA A RIFRAZIONE -
TOMOGRAFIA SISMICA (ONDE P ED SH) E
MISURE HVSR A SUPPORTO DEL PIANO
PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA
PUBBLICA – AREA DI TRASFORMAZIONE
TR04C – NUOVO CENTRO DELLA CITTÀ -
SCANDICCI (FI)”**

COMMITTENTE : DOTT. GEOL. ELISA LIVI

20 – MARZO - 2017



CERTIFICATO
ISO N°14PA00028P06

ADDETTO ALLE PROVE
NON DISTRUTTIVE E
SEMIDISTRUTTIVE
NEL SETTORE CIVILE

TRIGEO s.n.c.



WWW.TRIGEO.IT

INDICE

INTRODUZIONE	3
<i>TOMOGRAFIA SISMICA – MISURE DI RUMORE HVSR</i>	4
1.0 SCHEMA OPERATIVO	4
2.0 METODOLOGIA D’INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	4
3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI	7
4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL’INDAGINE EFFETTUATA	7
5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI VS30	10
6.0 MISURA HVSR – SIGNIFICATIVITÀ E CLASSIFICAZIONE DELLE MISURE	11
6.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	13
6.2 INTERPRETAZIONE DELLE MISURE H/V	13
6.3 REPORT DEI RISULTATI – N. 5 MISURE HVSR	14
7.0 CONSIDERAZIONI FINALI	17
ALLEGATI	19

INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati delle indagini geofisiche eseguita nel mese di **Dicembre 2016**, che sono consistite in due sismiche a rifrazione onde P ed onde SH (24 ch, acquisizione ed elaborazione dati con metodologia tomografica) e cinque misure di rumore sismico a stazione singola (HVSR). I rilievi geofisici sono stati eseguiti a supporto del Piano Particolareggiato di Iniziativa Pubblica – **AREA DI TRASFORMAZIONE TR04C** – Nuovo centro della città - **SCANDICCI (FI)** (**Fig. 1**).



Figura 1: Area d'intervento – Scandicci (FI).

Dopo aver preso visione della zona e delle problematiche ad essa connesse è stata programmata una campagna di prospezioni geofisiche mediante sismica a rifrazione tesa a fornire, lungo la sezione, convenuta con il tecnico incaricato, **Dott. Geol. Elisa Livi**, una caratterizzazione delle litologie presenti nell'area d'indagine nonché determinare le geometrie (spessori e superfici di contatto) nel sottosuolo dei terreni in funzione dell'andamento in profondità delle velocità delle onde sismiche compressionali P e di taglio SH. I dati ottenuti sono stati elaborati sia con la metodologia classica della rifrazione (GRM) che con la metodologia tomografica che permette di ottenere, attraverso un maggior numero di "energizzazioni" (7 per ciascun stendimento) ed un opportuno software di elaborazione, un'ottima caratterizzazione del substrato e dei materiali di copertura.

L'acquisizione delle onde SH combinate alle onde di compressione consente di ottenere i principali parametri elastico/dinamici e di fornire i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui

primi 30 m (cosiddette V_{s30}), così come richiesto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

Inoltre lungo il perimetro dell'area d'indagine sono state eseguite n. 5 misure di rumore a stazione singola elaborata con tecnica HVSR.

Di seguito viene descritto lo schema operativo e le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, congiuntamente all'interpretazione scaturita dai dati elaborati.

TOMOGRAFIA SISMICA – MISURE DI RUMORE HVSR

1.0 SCHEMA OPERATIVO

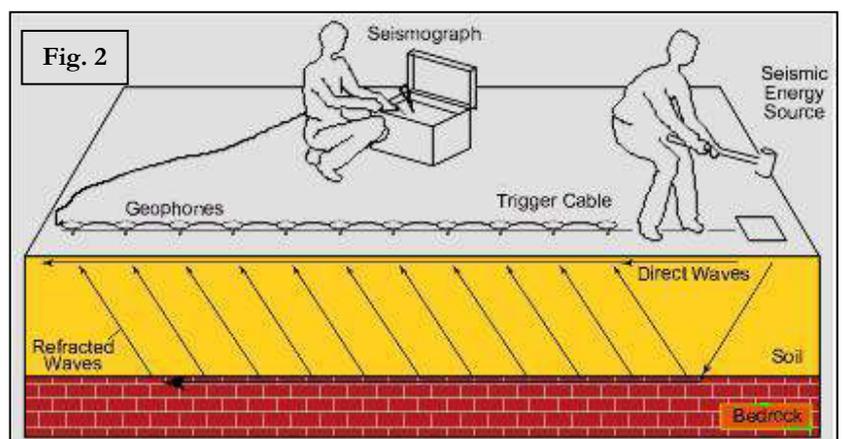
Nella **Tavola 01** allegata, è stato riportato un inquadramento corografico generale in scala 1:10.000, con inserite le sezioni sismiche eseguite (linee rosse) e le coordinate UTM dei geofoni 1 e 24. Nella **Tavola 02** vengono illustrate le planimetrie di dettaglio in scala 1:1.000.

Dopo una prima analisi dei test eseguiti in loco ed in considerazione dei risultati prefissati e degli spazi a disposizione è stata scelta una distanza intergeofonica pari a 5.0 m per la sezione eseguita sia con onde P che con onde SH. Complessivamente sono stati acquisiti **230 ml** di rilievo suddivisi in 2 basi di 115 ml ciascuna.

2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

- **INDAGINE SISMICA**

Il principio dell'analisi sismica è basato sul calcolo del tempo che impiega un'onda sismica ad attraversare differenti strati del sottosuolo; la velocità con cui la deformazione prodotta artificialmente si propaga nei terreni è funzione delle caratteristiche elastiche dei terreni stessi e pertanto la possibilità di determinare dette velocità con grande dettaglio permette di assegnare caratteri ragionevolmente realistici ai terreni da investigare e di seguirne l'andamento in profondità.



Un sistema digitale di acquisizione dati (**Fig. 2**) in sismica, è costituito sostanzialmente da sismometri (geofoni o accelerometri), amplificatori, filtri, convertitori A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali.

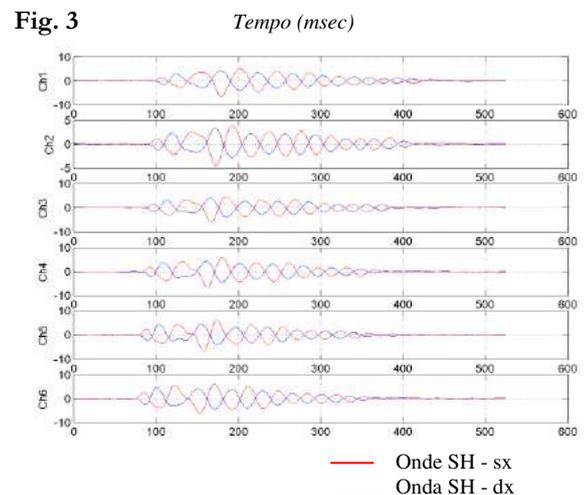
Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo Geometrics GEODE a **24** ch ciascuno, strumentazione che presenta le seguenti caratteristiche: **A/D Conversion:** 24 bit; **Dynamic Range:** 144 dB; **Distortion:** 0.0005% 2 ms, 1.75 to 208 Hz; **Bandwidth:** 1.75 Hz to 20 kHz; **Common Mode Rejection:** > -100 dB at <=100 Hz, 36 dB; **Crosstalk:** -125 dB at 23.5 Hz, 24 dB, 2 ms; **Noise Floor:** 0.2uV, RFI at 2 ms, 36 dB, 1.75 to 208 Hz; **Stacking Trigger Accuracy:** 1/32 of sample interval; **Maximum Input Signal:** 2.8 VPP; **Input Impedance:** 20 kOhm, 0.02 uf; **Preamplifier Gains; Anti-alias Filters:** -3 dB at 83% of Nyquist frequency; **Sample Interval:** 0.02 to 16.0 ms; **Record Length:** 16,000 samples; **Acquisition and Display Filters:** *LowCut, Notch, HighCut*; **Data Formats:** SEG-2 standard with SGOS.

Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati geofoni "PASI" verticali ed orizzontali, del tipo elettromagnetico a bobina mobile e nel caso dei geofoni orizzontali dotati di bolla livellante, con frequenza caratteristica di 10 Hz, 70 % di smorzamento. Il cavo di connessione tra geofoni e sismografo è uno standard NK-27-21C.

Generalmente come sorgente di energia sismica per le onde P, nel caso di rilievi a piccola profondità si fa uso di una mazza da 8 kg o del Minibang: nel nostro caso, dato le distanze in gioco, l'utilizzo della mazza ha consentito di ottenere risultati ottimali. Per quel che riguarda la produzione di onde SH si utilizza generalmente una trave di circa 2.00 m di lunghezza, la cui estremità viene colpita con una massa battente di ca. 10/15 kg. La trave è resa solidale al terreno mediante l'applicazione di un carico (rappresentato nel nostro caso dalla stessa autovettura). La tavola viene colpita lateralmente dalla massa, in modo da generare onde di taglio SH. Per poter riconoscere in maniera inequivocabile sui sismogrammi le onde di taglio S, che non costituiscono mai la prima fase, sono state effettuate energizzazioni ai due estremi della tavola, in modo da generare treni d'onda identici, ma in opposizione di fase (Fig. 3). Ogni energizzazione viene registrata sull'Hard Disk sia singolarmente che, invertendo la fase, come somma.

Qui di seguito vengono riportati alcuni esempi delle acquisizioni effettuate:

Il metodo di elaborazione utilizzato nel corso delle analisi dei dati in rifrazione, è stato il Generalized Reciprocal Method (GRM) che consente di delineare rifrattori ondulati, ad ogni profondità e



di numero infinito da dati sismici a rifrazione in linea che consistano di tempi-distanza in andata e ritorno. I tempi di arrivo a due sensori distinti e per profili in andata e ritorno sono combinati per ottenere la velocità del rifrattore, il calcolo della sezione tempi-profondità ed il fattore di conversione in profondità. Il fattore di conversione, e quindi il metodo, è indipendente dalla pendenza degli strati fino ad angoli superiori a 20 gradi. Il GRM in definitiva è un metodo di interpretazione globale e sintetico per il quale molti dei metodi esistenti sono dei casi particolari.

Oltre al GRM, in alcuni casi, è stato utilizzato, per conferma e confronto, un algoritmo di inversione che usa il delay-time method per ottenere un primo modello approssimato in profondità, che viene quindi affinato mediante una serie di ray-tracing, ed un processo di aggiustamento con iterazioni successive che tende a minimizzare le discrepanze tra i tempi di arrivo misurati in campagna ed il corrispondente modello di profondità. In questo caso specifico è stato utilizzato come sistema di elaborazione principale il delay-time method affinato mediante una serie di ray-tracing, ed il GRM come verifica e conferma dei risultati ottenuti.

Terminata la fase preliminare di verifica dati, mediante la metodologia GRM, è stato utilizzato un nuovo sistema di analisi dei dati sismici che consente di elaborare profili a bassa, media ed elevata copertura. Le dromocrone ricavate dall'interprete vengono elaborate sulla base di tre distinte metodologie analitiche: CMP (intercept time refraction), Plus-Minus e Wavefront. Il metodo Wavefront rappresenta un'ulteriore ottimizzazione del metodo GRM. Invece di assumere come costante la distanza XY tra i vari ricevitori, il metodo Wavefront stima ad ogni geofono la distanza rispetto agli altri, attraverso l'angolo d'emergenza del fronte d'onda sia diretto che inverso. Tale caratteristica permette di analizzare, con ottimi risultati, anche rifrattori con superfici irregolari.

Il software, utilizzato nel corso del presente lavoro, permette, successivamente ai predetti passaggi, di utilizzare il metodo "Delta-t-V" che è in grado di evidenziare gradienti di velocità verticali all'interno degli strati, aumenti lineari di velocità con la profondità, faglie e locali anomalie di velocità. Il metodo Delta-t-V valuta la distribuzione delle velocità lungo il profilo di interesse. Ciò consente, sfruttando il metodo dell'inversione, di ottenere in corrispondenza delle varie stazioni installate, valori di profondità in funzione della velocità.

I dati così ottenuti vengono definitivamente elaborati mediante metodologia tomografica che permette una stima migliore delle velocità, risultando meno dipendente dalla spaziatura dei ricevitori e da topografie estreme. Infine sono stati calcolati i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette VS30), come richiesto dalla nuova "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 14/01/2008.

3.0 PRESENTAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI

Nelle **Tavole 03-07** sono rappresentate, le curve tempi-distanze, Dromocrone, che scaturiscono dalle letture eseguite sui dati di campagna (onde P-SH). Nel diagramma tempi-distanze, in ascisse, in scala 1:500 sono riportate le distanze dei sensori dall'inizio dell'allineamento e, in ordinate, i tempi di arrivo, espressi in millisecondi agli stessi sensori.

Nelle **Tavole 04-08**, sono state riportate le sezioni sismostratigrafiche ottenute (onde P-SH per ciascuna linea), dove, al di sotto della superficie topografica l'involuppo dei cerchi rappresenta l'interfaccia tra uno strato ed un altro. I metodi di interpretazione in sismica a rifrazione forniscono, infatti, gli spessori degli strati valutando la distanza minima tra i sensori ed il rifrattore sulla perpendicolare allo strato e non sulla sua verticale; di conseguenza la superficie rifrangente, al di sotto di ogni dato punto, può giacere ovunque su di un cerchio centrato in quel punto e con raggio uguale allo spessore dello strato. Ciò è quanto riportato nelle sezioni al di sotto della superficie topografica. L'involuppo dato da questi cerchi è una buona approssimazione della forma e posizione del rifrattore. Al di sotto della sezione viene riportata una tabella riassuntiva relativa a ciascun punto con indicato il numero di geofono, la progressiva, la quota assoluta in mslm e le profondità del rifrattore individuato.

Nelle **Tavole 05-09** invece vengono riportate le sezioni litostratigrafiche sulla base sia dei dati ottenuti (sezioni sismostratigrafiche), che di considerazioni geologiche generali relative alla zona in esame che sulla base dei dati forniti dai sondaggi a carotaggio continuo eseguiti nell'area.

Nelle **Tavole 06-10** abbiamo le sezioni tomografiche interpretate realizzate mediante la "WET Tomography" con le relative curve di isovelocità. La scala in falsi colori presente, esprime i valori di velocità all'interno della sezione.

4.0 ANALISI DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA

I risultati ottenuti dalla sezione eseguita con onde P ed SH, indicano la presenza di due superfici rifrangenti: la prima ubicata a profondità comprese tra 0.50 e 3.50 m (onde P-SH); la seconda più profonda si localizza a profondità tra 6.00 e 11.00 m (P-SH).

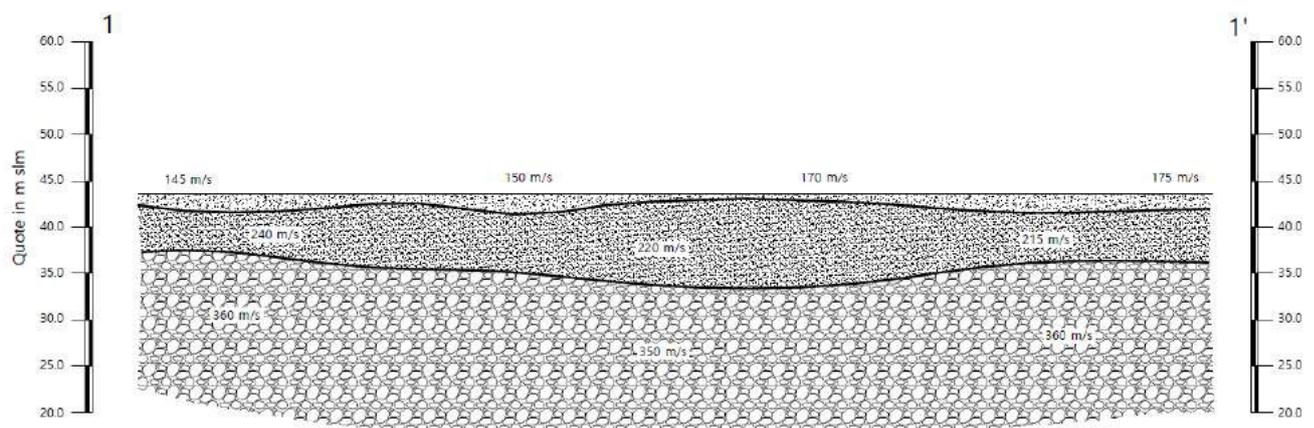
Nella zona d'intervento il rifrattore più superficiale mette a contatto i materiali più superficiali caratterizzati da velocità delle onde P pari a 375-515 m/s e velocità delle onde SH pari a 145-175 m/s, con il livello intermedio costituito limo sabbioso-argilloso che presenta velocità medie di 1.150 m/s (Onde P) e di ca. 230 m/s (onde SH). La superficie più profonda mette in contatto il livello intermedio con il substrato costituito da ghiaie, mostrando velocità sismiche pari a 1.740-2.220 m/s (onde P) e 350 m/s (onde SH).



Figura 2: Fase di acquisizione della sezione sismica 1-1' – Scandicci (FI).

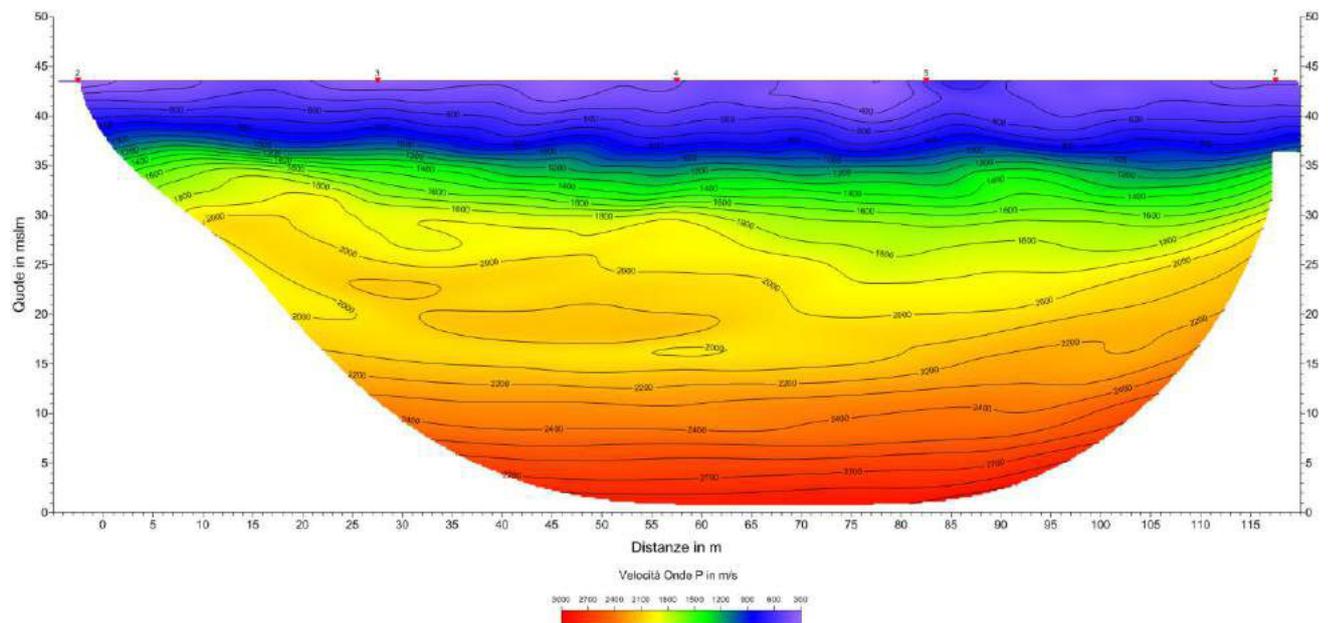
La **Sezione 1-1'**, ha messo in evidenza un rifratore profondo con spessori variabili, che mediamente tendono a decrescere verso la parte centrale dello stendimento con profondità minori nei tratti iniziale e centrale (ca. 6.00-7.00 m) e maggiori nel tratto centrale (ca. 10.00 m).

Sezione litostratigrafica - Onde SH

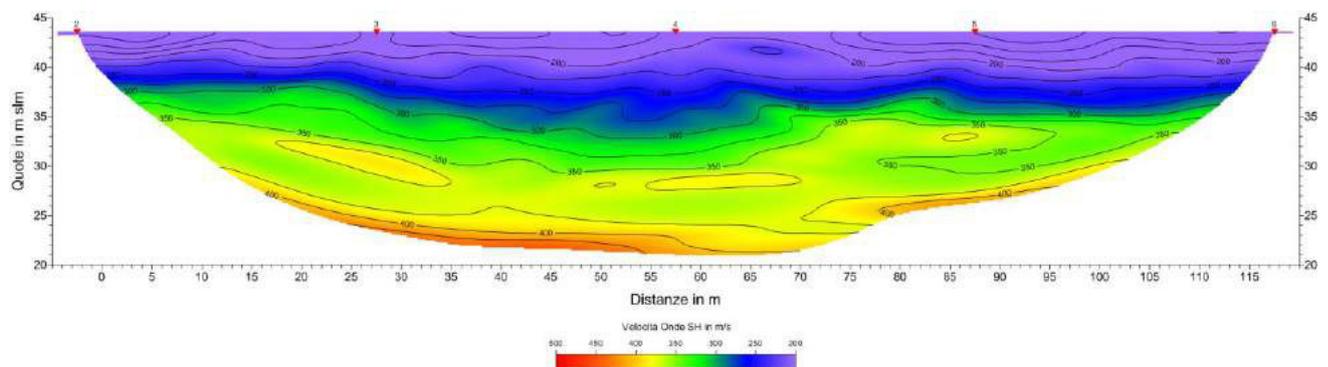


L'andamento delle velocità delle onde compressionali P relative al substrato mostra valori decrescenti che variano dai 2.220 del tratto iniziale ai 1.740 m/s del tratto finale, mentre per le onde SH si notano valori pressoché invariati prossimi ai 360 m/s. Il livello intermedio mostra velocità rispettivamente prossime ai 1.150 m/s (onde P) ed ai 230 m/s (onde SH). I materiali superficiali mostrano velocità variabili comprese tra 375-515 m/s (onde P) e tra 145-175 m/s (onde SH), con valori maggiori nel tratto centrale/finale.

L'analisi tomografica eseguita sia con onde P che onde SH, individua il passaggio al substrato, a partire dalle curve 1.000-1.200 m/s per le Onde P e dei 300-350 m/s per le onde SH, dove si osserva un passaggio più graduale rispetto a quello osservato per le onde di compressione. Nello strato di



copertura i materiali caratterizzati da velocità sismiche più basse, risultano omogeneamente distribuiti lungo la sezione. Le tomografie sismiche in onde P ed SH mostrano un andamento concorde e presentano minime variazioni/oscillazioni delle curve di isovelocità sia in superficie che in profondità.



5.0 CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE OTTENUTA DAI VALORI DI Vs30

L'indagine mediante onde SH fornisce i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette Vs30), così come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

Le “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni” definiscono 7 tipologie di suoli principali:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti 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 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>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 $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_f > 800$ m/s).</i>
S1	<i>Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.</i>
S2	<i>Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.</i>

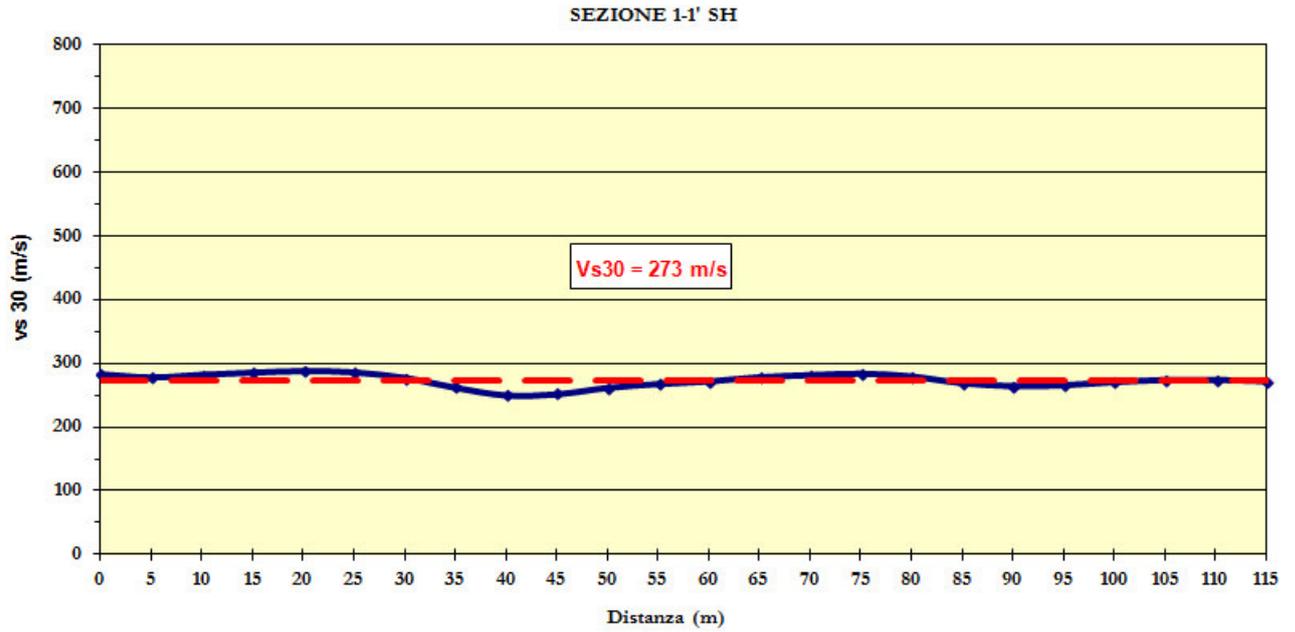
La profondità tenuta in considerazione nel calcolo della Vs30 differisce in funzione del tipo di fondazione e del tipo di opera:

Per le **fondazioni superficiali**, tale profondità è riferita al **piano di imposta** delle stesse, mentre per le fondazioni su **pali** è riferita alla **testa dei pali**.

Nel caso di **opere di sostegno di terreni naturali**, la profondità è riferita alla **testa dell'opera**.

Per **muri di sostegno di terrapieni**, la profondità è riferita al **piano di imposta della fondazione**.

Sulla base delle caratteristiche litologiche, ma soprattutto sulla base dei valori di velocità ottenuti è stato possibile definire il valore di Vs30 lungo le sezione eseguita:



Vs30 = 273 m/s

6.0 MISURA HVSR – SIGNIFICATIVITÀ E CLASSIFICAZIONE DELLE MISURE

Sono state inoltre eseguite cinque misure di rumore a stazione singola elaborata con tecnica HVSR.





HVSR1



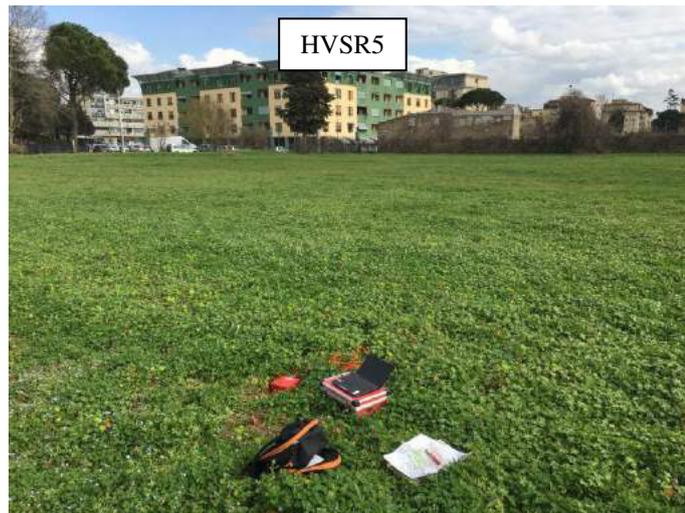
HVSR2



HVSR3



HVSR4



HVSR5

La misura di microtremore a stazione singola deve avere una durata commisurata alla frequenza di indagine di interesse. Le misure di tipo passivo mirano a determinare caratteristiche medie del moto del suolo associato alle vibrazioni ambientali.

Poiché una misura di interesse ingegneristico ricade nell'intervallo 0.1-20 Hz, segue che un campionamento adeguato deve durare 15-40 minuti, in modo da poter analizzare il segnale su finestre di almeno 30 s di lunghezza e da avere almeno 20-30 finestre su cui effettuare una media, considerando che qualcuna potrà essere rimossa per la presenza di disturbi (transienti) che alterano lo spettro medio. Nel nostro caso la durata delle misure è stata pari a **1200 secondi (20 minuti)**.

La Frequenza di campionamento adeguata per questo tipo di prove non deve essere inferiore a 50 Hz, in modo da permettere una ricostruzione spettrale sino ad almeno 20 Hz.

Nel nostro caso è stata utilizzata una Frequenza di campionamento pari a **300 Hz** ed in fase di elaborazione i dati sono stati ricampionati a **128 Hz**.

Dal punto di vista pratico, nelle prove di sismica passiva si tratta di misurare vibrazioni del terreno caratterizzate da ampiezze molto piccole. Questo implica che la prova vada effettuata con cura, soprattutto per quanto riguarda l'accoppiamento dello strumento di misura con il terreno e la riduzione delle possibili fonti di disturbo nelle immediate vicinanze dei sensori. Lo strumento di misura va dunque posto a diretto contatto col terreno e reso solidale con questo, possibilmente senza interfacce intermedie.

6.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata nel presente lavoro risulta essere: SISMOMETRO SR04S3 "GeoBox" della Sara electronic instruments, dotato di 3 velocimetri GS11D 4.5 Hz Geospace, Technology – Huston – Texas –USA con frequenza di ca. 4.5 Hz.

I dati sono stati quindi registrati ed archiviati su un *notebook Toshiba satellite*, mediante il software di acquisizione **SEISMOWIN** mediante l'applicazione **SEISMOLOG-MT** per l'acquisizione dei microtremiti.

6.2 INTERPRETAZIONE DELLE MISURE H/V

Le misure H/V possono essere utilizzate negli ambiti:

- 1) della microzonazione sismica (**uso esplorativo**)
- 2) della stratigrafia sismica, nel qual caso la tecnica aspira a fornire indicazioni di tipo quantitativo sul profilo di velocità delle onde S nel sottosuolo (uso stratigrafico).

In questo contesto, le misure H/V hanno lo scopo di individuare la presenza di fenomeni di risonanza sismica dando indicazioni sulle frequenze interessate dal fenomeno. In funzione di questi risultati è possibile fornire indicazioni qualitative e relative sull'entità del contrasto di

impedenza responsabile del fenomeno di risonanza e informazioni sullo spessore delle coperture che ne sono responsabili. Elementi chiave di questo genere di applicazione delle misure H/V sono: un buon controllo geologico dell'area di interesse e la disponibilità di un campione significativo di siti di misura (almeno 2 o 3) per ciascuna delle diverse unità litologiche o formazioni affioranti nella zona esplorata e potenzialmente interessanti ai fini della caratterizzazione sismica. Vengono prese in considerazione solo **misure di classe A o B** secondo la classificazione riportata sopra.

Vengono distinte le misure nelle quali è presente almeno un picco della curva H/V statisticamente significativo nell'intervallo di frequenze di interesse (**misure di Tipo 1** secondo la classificazione di Albarello et al. 2010) e quelle dove non ci sono picchi significativi (**misure di Tipo 2**). Le prime saranno rappresentative di siti o unità litologiche caratterizzate da possibili fenomeni di risonanza.

Se tutte le stime H/V dell'area sono state ottenute utilizzando le stesse procedure numeriche per l'analisi del dato (durata delle misure, ampiezza e caratteristiche delle finestre di lisciamento, ecc.) sarà possibile distinguere in prima approssimazione le aree dove ci si aspetta la presenza nel sottosuolo di variazioni significative del contrasto di impedenza sismica alla base delle coperture (ampiezza $H/V > 3$) da zone dove questi contrasti hanno ampiezze ridotte ($H/V < 3$). Sulla base delle frequenze di risonanza determinate sperimentalmente sarà poi possibile fornire una stima di massima degli spessori delle coperture soffici responsabili dei possibili fenomeni di risonanza osservati. Un abaco utile in questo senso, che è stato utilizzato nell'ambito delle attività per il livello1 di microzonazione sismica nell'area interessata dal terremoto aquilano dell'Aprile 2009 (Albarello et al., 2010), è fornito in **Tabella 1**. Va sottolineato ancora una volta che i risultati prodotti a partire da un'interpretazione semplificata delle misure H/V, quale quella effettuata mediante la Tabella 1 hanno carattere statistico e semiquantitativo e vanno considerati solo previo confronto con le indicazioni derivanti da prove indipendenti.

F_0 (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

6.3 REPORT DEI RISULTATI – N. 5 MISURE HVSR

Vengono qui riportati i Report dell'elaborazione della misura eseguita secondo la tecnica H/V mediante software **WINMASW 4.8 pro**. I dati registrati sono stati ripuliti dai transienti attribuibili a disturbi locali e puntuali. Sui dati ripuliti è stata quindi eseguita l'elaborazione.

HVSR1

step#1 - HVSR5

128Hz new frequency

step#2 - H/V computation

40 window length (s)

10 tapering (%)

10% spectral smoothing (triangular window)

show particle motion (raw data)

step#3a (optional) - directivity analysis

max freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is

Save H/V from 0.3 to 64 Hz

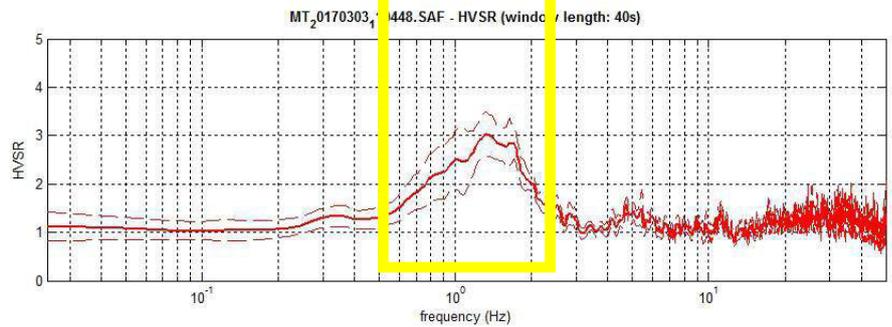
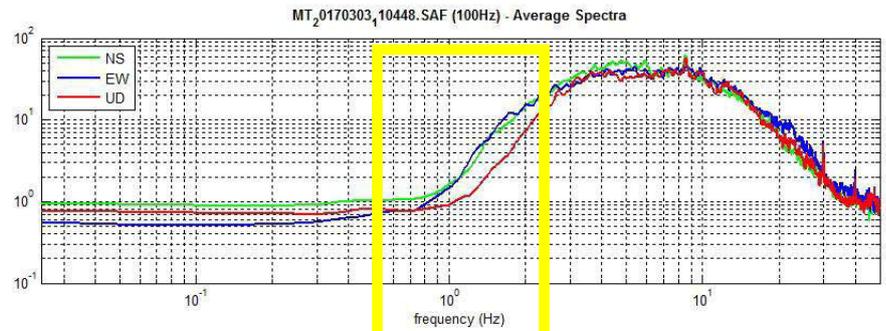
Save - option#2: picking HV curve

quick analysis (f=Vs/4H)

average Vs (m/s) (from surface to bedrock)

depth of the bedrock (m)

www.winmasw.com



HVSR2

step#1 (optional) - decimate

128Hz new frequency

step#2 - H/V computation

40 window length (s)

10 tapering (%)

10% spectral smoothing (triangular window)

show particle motion (raw data)

step#3a (optional) - directivity analysis

max freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is

Save H/V from 0.3 to 64 Hz

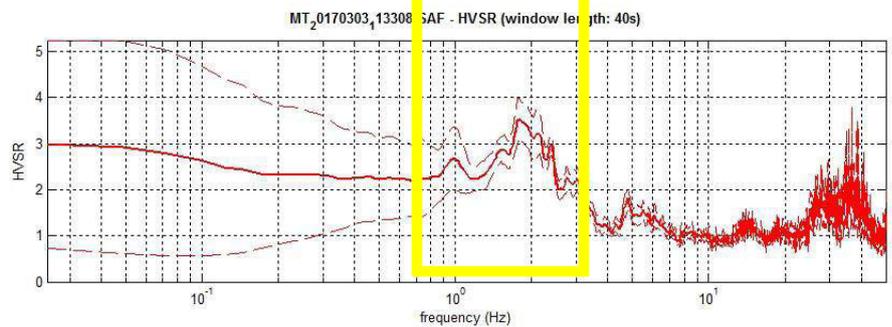
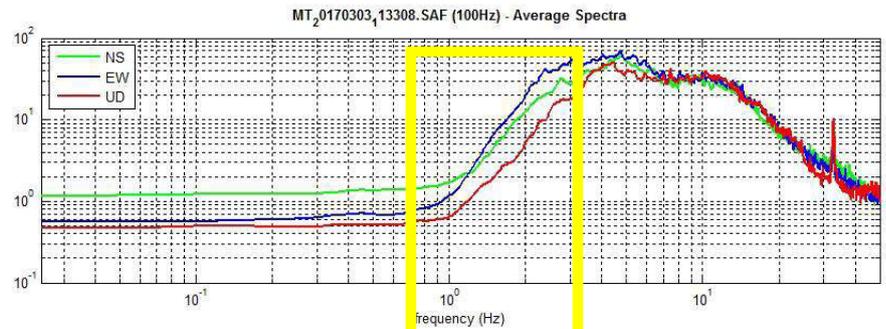
Save - option#2: picking HV curve

quick analysis (f=Vs/4H)

average Vs (m/s) (from surface to bedrock)

depth of the bedrock (m)

www.winmasw.com



HVSR3

reset

step#1 (optional) - decimate
 128Hz new frequency resample

step#2 - HV computation
 remove events clean axes
 40 window length (s)
 10 tapering (%)
 10% spectral smoothing (triangular window)
 show particle motion (raw data) compute

step#3a (optional) - directivity analysis
 compute max freq: 32 Hz

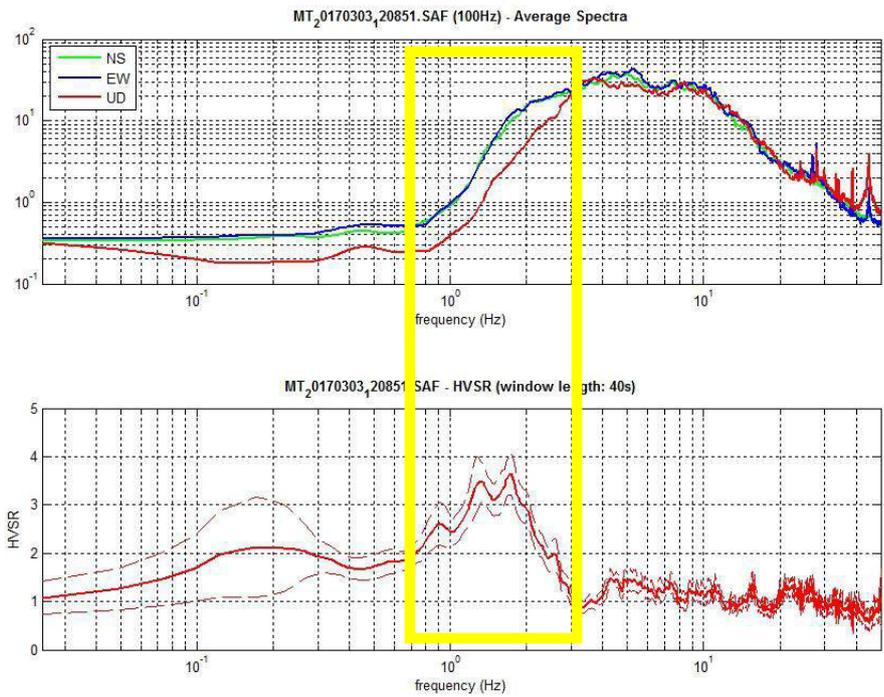
step#3b (optional) - directivity over time
 directivity in time time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is
 Save HV from 0.3 to 64 Hz
 save HV curve (as it is)

Save - option#2: picking HV curve
 pick HV curve save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)
 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)
 depth of the bedrock (m)
 compute

www.winmasw.com



HVSR4

reset

step#1 (optional) - decimate
 128Hz new frequency resample

step#2 - HV computation
 remove events clean axes
 40 window length (s)
 10 tapering (%)
 10% spectral smoothing (triangular window)
 show particle motion (raw data) compute

step#3a (optional) - directivity analysis
 compute max freq: 32 Hz

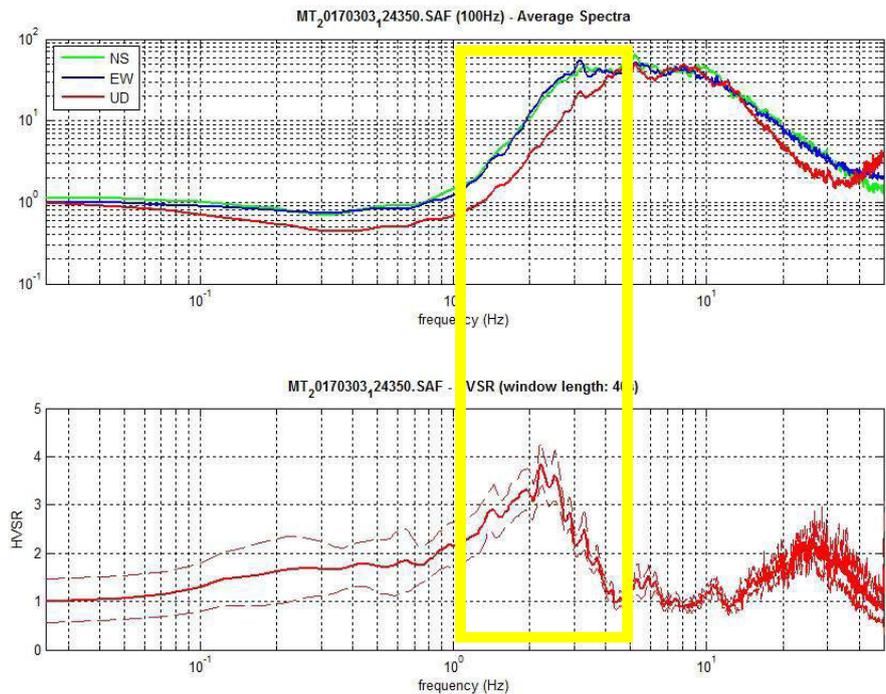
step#3b (optional) - directivity over time
 directivity in time time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is
 Save HV from 0.3 to 64 Hz
 save HV curve (as it is)

Save - option#2: picking HV curve
 pick HV curve save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)
 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)
 depth of the bedrock (m)
 compute

www.winmasw.com



HVSR5 reset

step#1 (optional) - decimate
 128Hz new frequency resample

step#2 - H/V computation

 40 window length (s)
 10 tapering (%)
 10% spectral smoothing (triangular window)
 show particle motion (raw data)

step#3a (optional) - directivity analysis
 max freq: 32 Hz

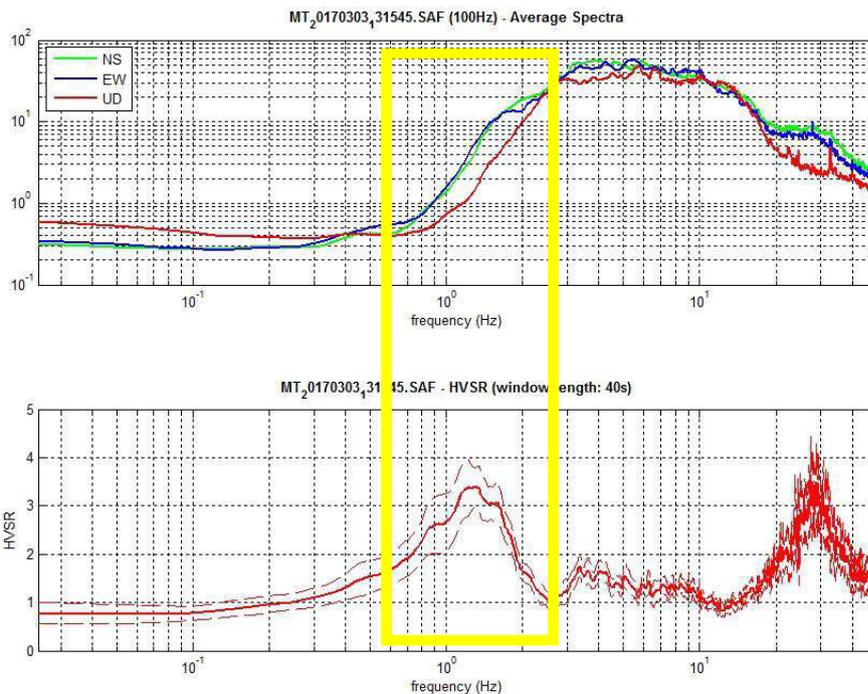
step#3b (optional) - directivity over time
 time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is
 Save HV from 0.3 to 64 Hz

Save - option#2: picking HV curve

quick analysis (f=Vs/4h)
 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)
 depth of the bedrock (m)

www.wimsw.com



STAZIONE HVSR	PEAK FREQUENCY (Hz)	PEAK HVSR VALUE
HVSR1	1.3 (±0.4)	3.0 (±0.4)
HVSR2	1.8 (±0.5)	3.5 (±0.4)
HVSR3	1.8 (±0.3)	3.6 (±0.4)
HVSR4	2.2 (±2.9)	3.8 (±0.4)
HVSR5	1.3 (±2.8)	3.4 (±0.5)

In accordo con i risultati della sezione sismica a rifrazione, non sono evidenti picchi di risonanza. Mediamente si rileva per tutte le acquisizioni un "Peak frequency medio" (Hz) di 1.6-1.7, che applicando la formula $f = \frac{V_s}{4h}$ e considerando una Vs di copertura attorno ai 300/350 m/s, è relativo ad un contrasto di impedenza acustica a profondità comprese tra i 50-60 m da p.c., in ottimo accordo con le informazioni geologiche dell'area.

7.0 CONSIDERAZIONI FINALI

Le indagini eseguite hanno permesso di evidenziare le caratteristiche geofisiche, quali velocità delle onde sismiche compressionali e di taglio, dei materiali superficiali e profondi nell'area in oggetto, ubicata nel centro abitato di **SCANDICCI (FI)**.

L'indagine geofisica di superficie, eseguita mediante sismica a rifrazione ed elaborazione tomografica, ha permesso di identificare in profondità il passaggio tra i materiali più superficiali ed il substrato.

Sulla base di quanto fino ad ora riportato è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente all'area in oggetto:

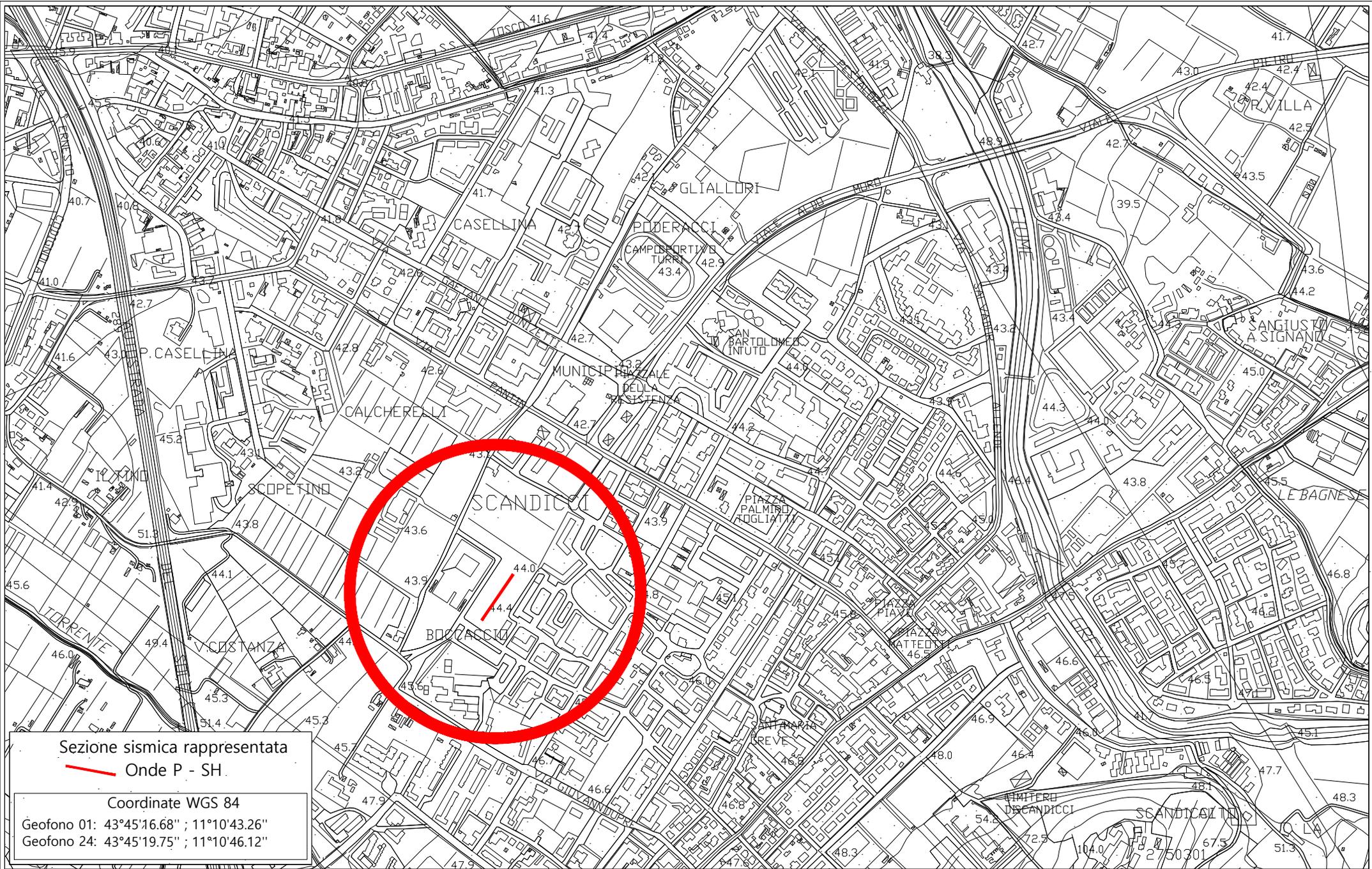
- i risultati ottenuti dalla sezione eseguita con onde P ed SH, indicano la presenza di due superfici rifrangenti: la prima ubicata a profondità comprese tra 0.50 e 3.50 m (onde P-SH); la seconda più profonda si localizza a profondità tra 6.00 e 11.00 m (P-SH);
- nella zona d'intervento il rifratore più superficiale mette a contatto i materiali più superficiali caratterizzati da velocità delle onde P pari a 375-515 m/s e velocità delle onde SH pari a 145-175 m/s, con il livello intermedio costituito limo sabbioso-argilloso che presenta velocità medie di 1.150 m/s (Onde P) e di ca. 230 m/s (onde SH). La superficie più profonda mette in contatto il livello intermedio con il substrato costituito da ghiaie, mostrando velocità sismiche pari a 1.740-2.220 m/s (onde P) e 350 m/s (onde SH);
- è stata calcolata per ciascuna sezione, come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni., una Vs30 pari a = **273 m/s**.

Arezzo, lì 20/03/2017

Trigeo snc
 TRIGEOP s.n.c.

✓

ALLEGATI

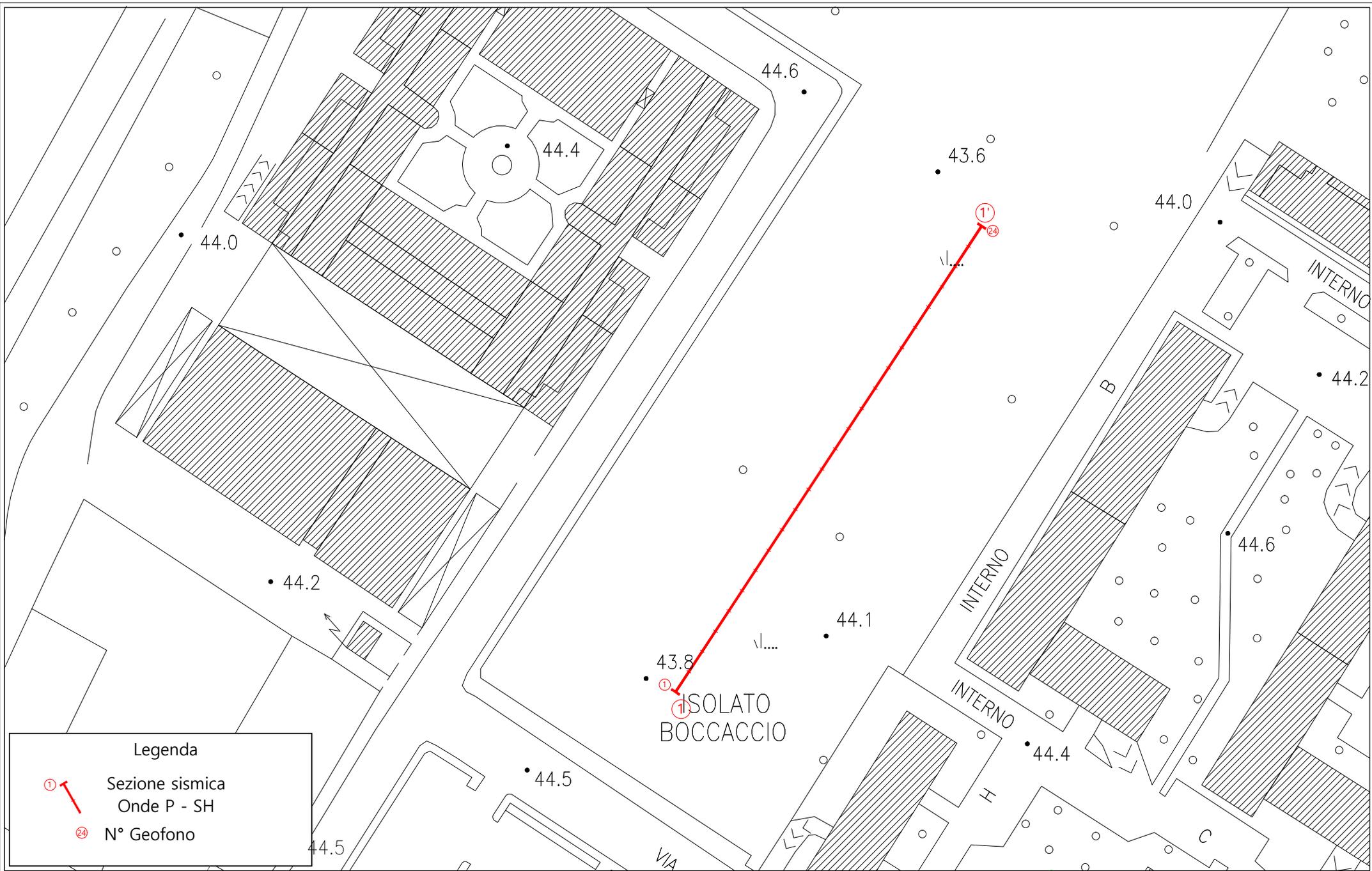


Scala 1: 10000

Marzo 2017

Tavola 01 - Planimetria generale - Scandicci (FI)

TRI+GEO



Legenda

-  Sezione sismica
Onde P - SH
-  N° Geofono

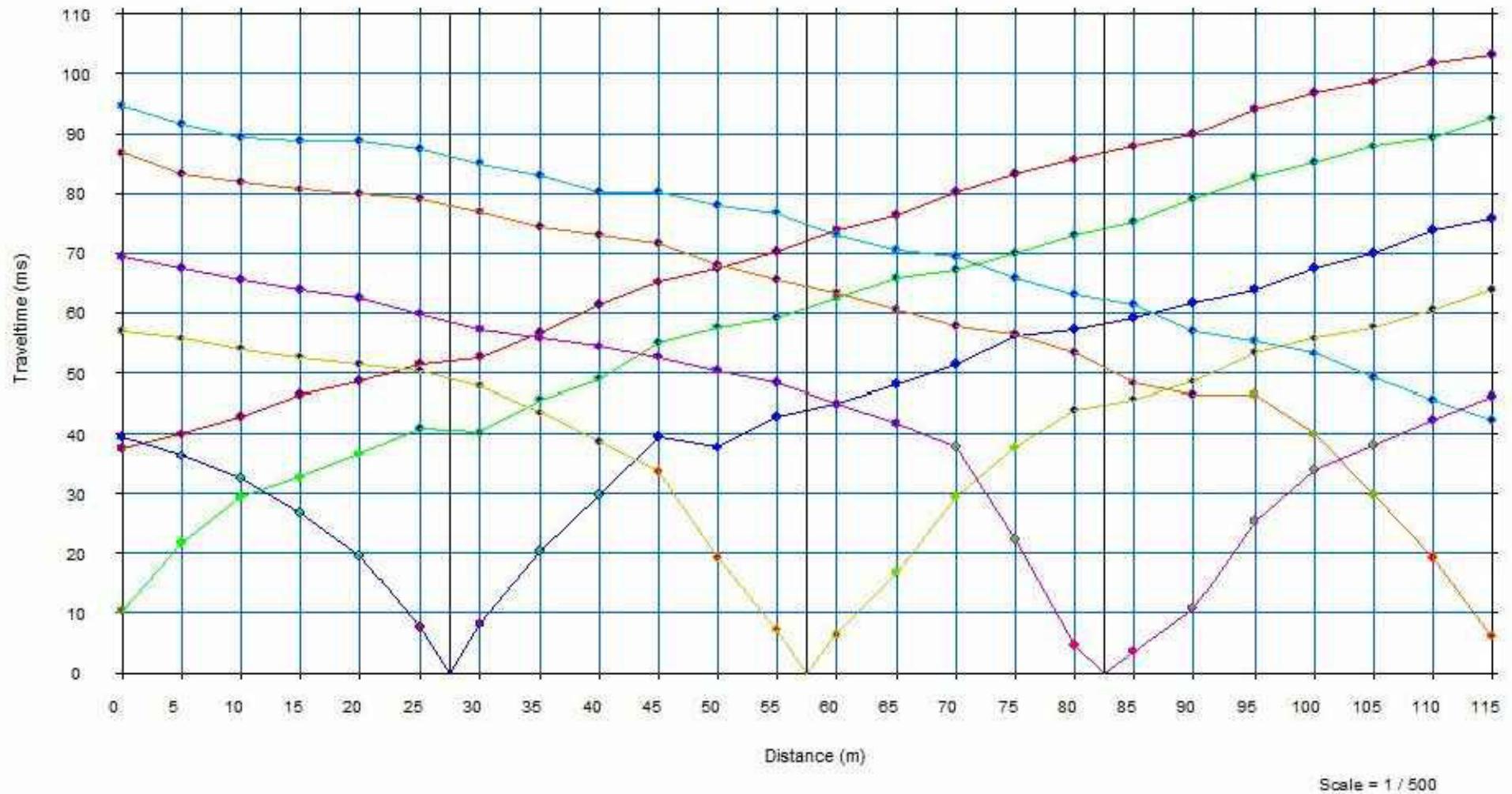
Scala 1: 1000

Marzo 2017

Tavola 02 - Planimetria di dettaglio - Scandicci (FI)

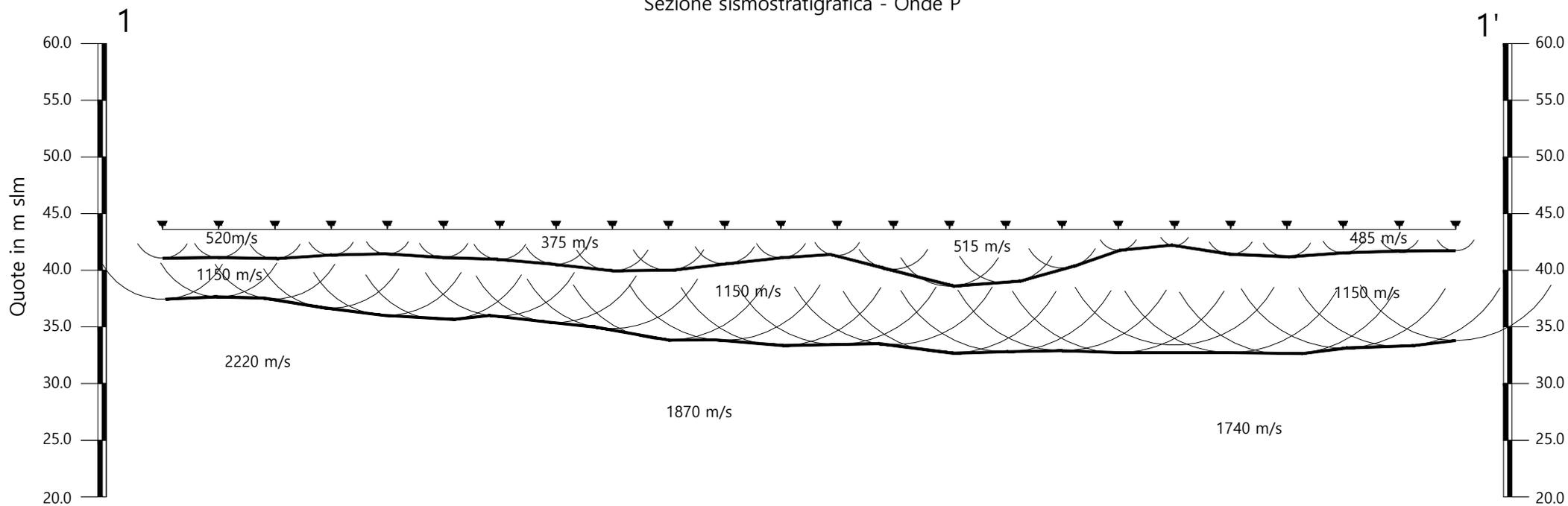


Dromocrone



Scale = 1 / 500

Sezione sismostratigrafica - Onde P



Numero geofono	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Distanze (m)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115
Quote in m slm Quote rilievo	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60
Profondità da p.c. Livello 1 (m)	2.54	2.48	2.58	2.26	2.16	2.48	2.65	3.08	3.66	3.61	3.04	2.50	2.29	3.52	5.01	4.74	3.41	1.84	1.41	2.19	2.42	2.07	1.91	1.88
Profondità da p.c. Livello 2 (m)	6.16	5.95	6.14	6.94	7.58	7.99	7.64	8.21	8.75	9.77	9.79	10.25	10.16	10.16	10.93	10.79	10.70	10.87	10.21	10.87	11.04	10.47	10.33	9.81

 Profilo topografico
 Profilo topografico strato
 830 m/s Velocità sismica dello strato in m/s
 Geofoni
 Distanza dalla superficie topografica del limite di strato all'involuppo degli archi

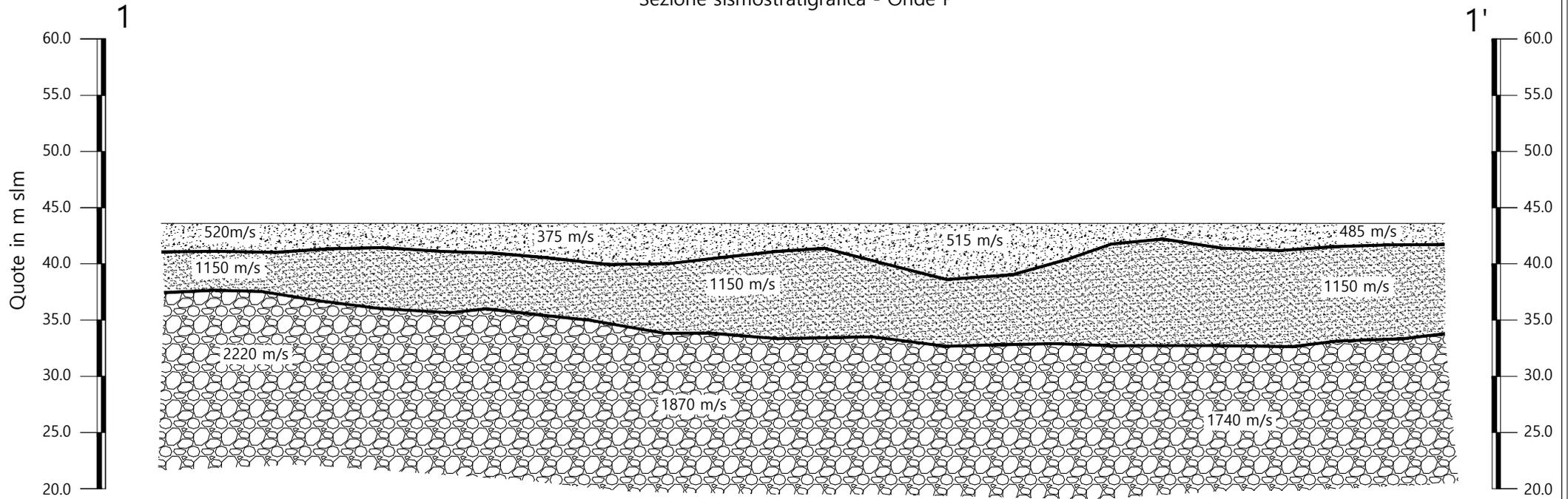
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Marzo 2017

Tavola 04 - Sezione sismostratigrafica - Onde P - Scandicci (FI)

TRI+GEO

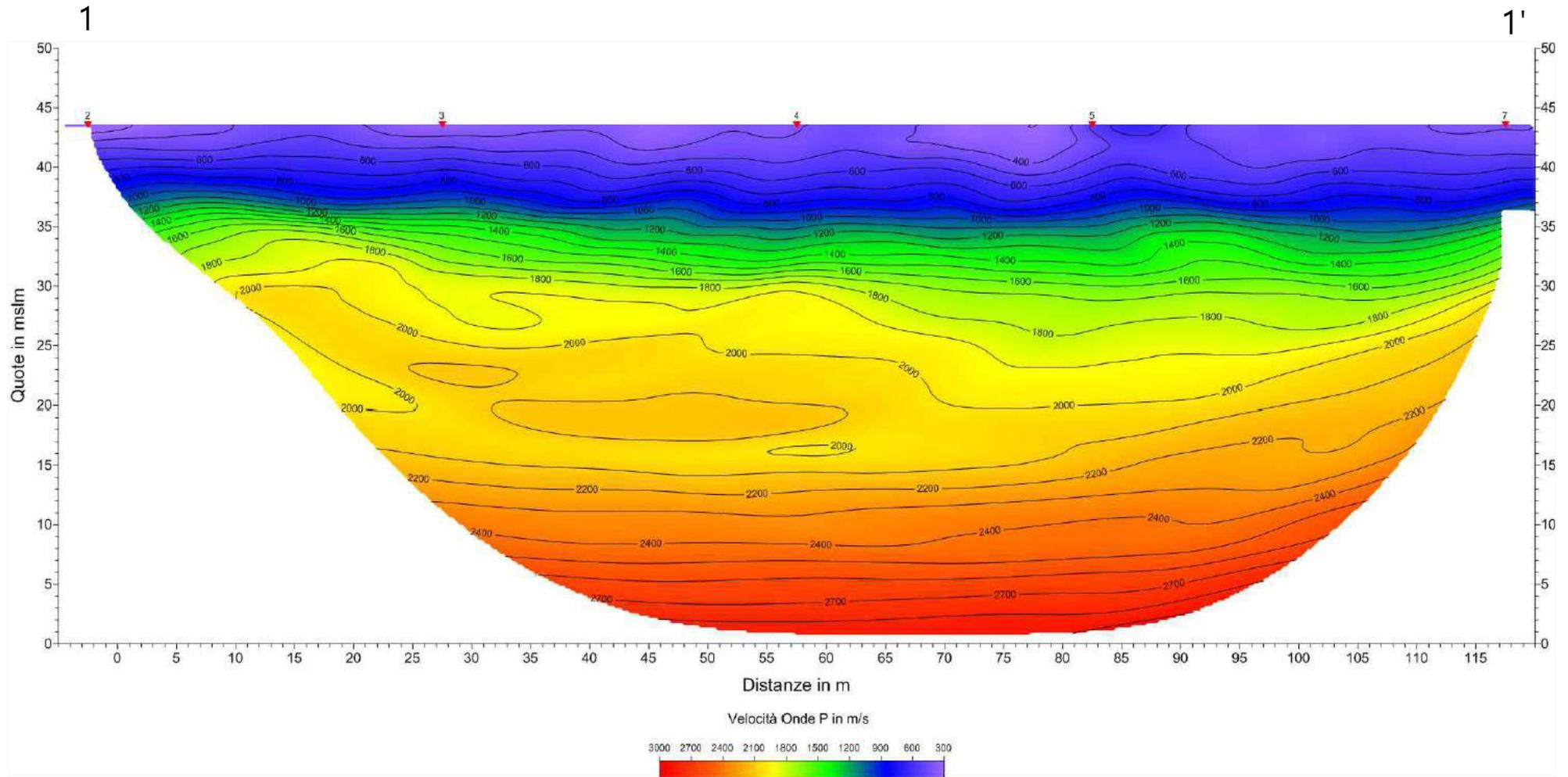
Sezione sismostratigrafica - Onde P



Legenda

-  Terreno vegetale / limo sabbioso argilloso
-  Limo sabbioso argilloso
-  Ghiaie

Sezione tomografica - Onde P



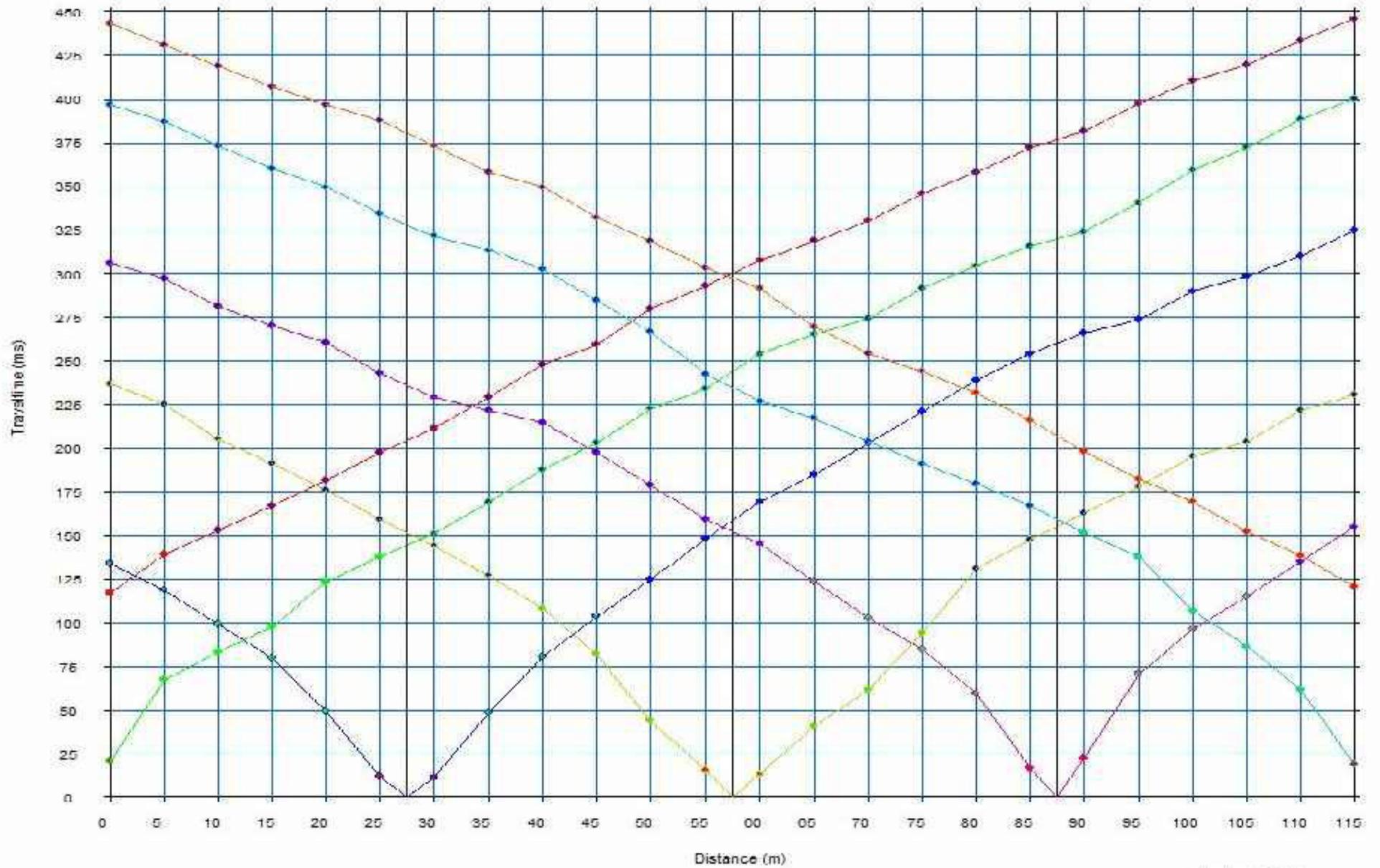
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Marzo 2017

Tavola 06 - Sezione tomografica - Onde P

TRI+GEO

Dromocrone



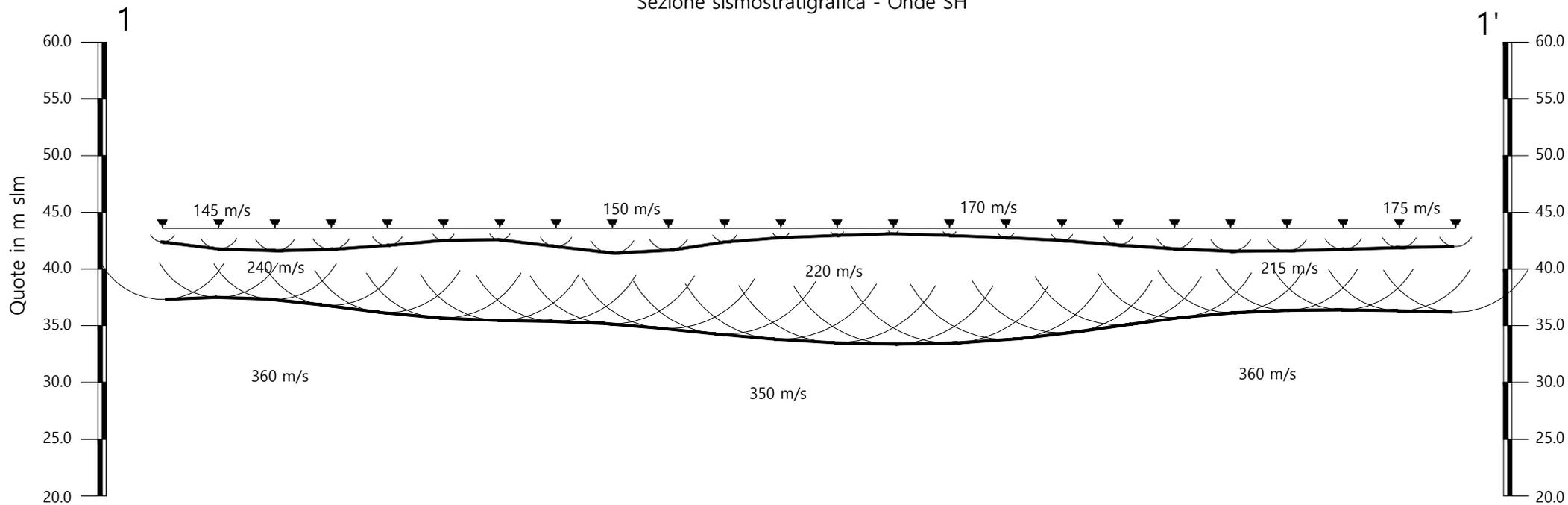
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Marzo 2017

Tavola 07 - Dromocrone - Onde S - Sezione 1-1'

TRI+GEO

Sezione sismostratigrafica - Onde SH



Numero geofono	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Distanze (m)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115
Quote in m slm Quote rilievo	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60
Profondità da p.c. Livello 1 (m)	1.22	1.84	1.99	1.87	1.52	1.08	1.03	1.61	2.21	1.95	1.22	0.84	0.65	0.50	0.65	0.84	1.09	1.49	1.83	2.04	2.01	1.87	1.72	1.63
Profondità da p.c. Livello 2 (m)	6.28	6.10	6.28	6.81	7.45	7.93	8.14	8.22	8.44	8.86	9.36	9.81	10.11	10.23	10.14	9.82	9.24	8.54	7.90	7.46	7.24	7.20	7.28	7.40



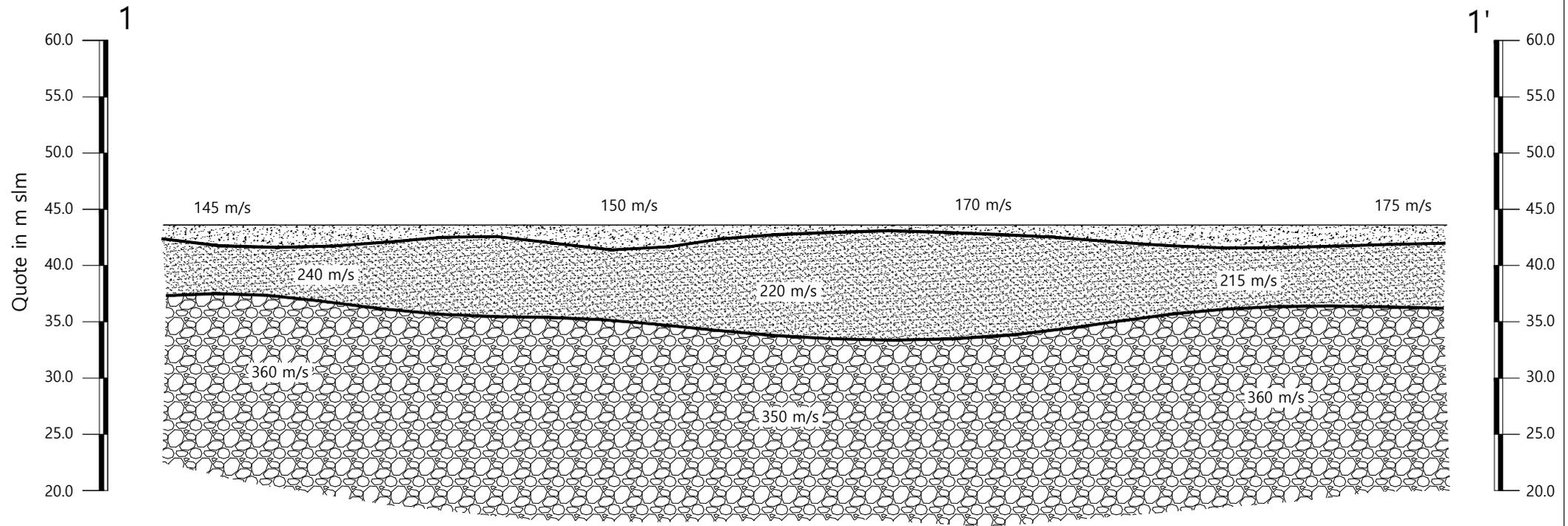
Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Marzo 2017

Tavola 08 - Sezione sismostratigrafica - Onde SH - Scandicci (FI)

TRI+GEO

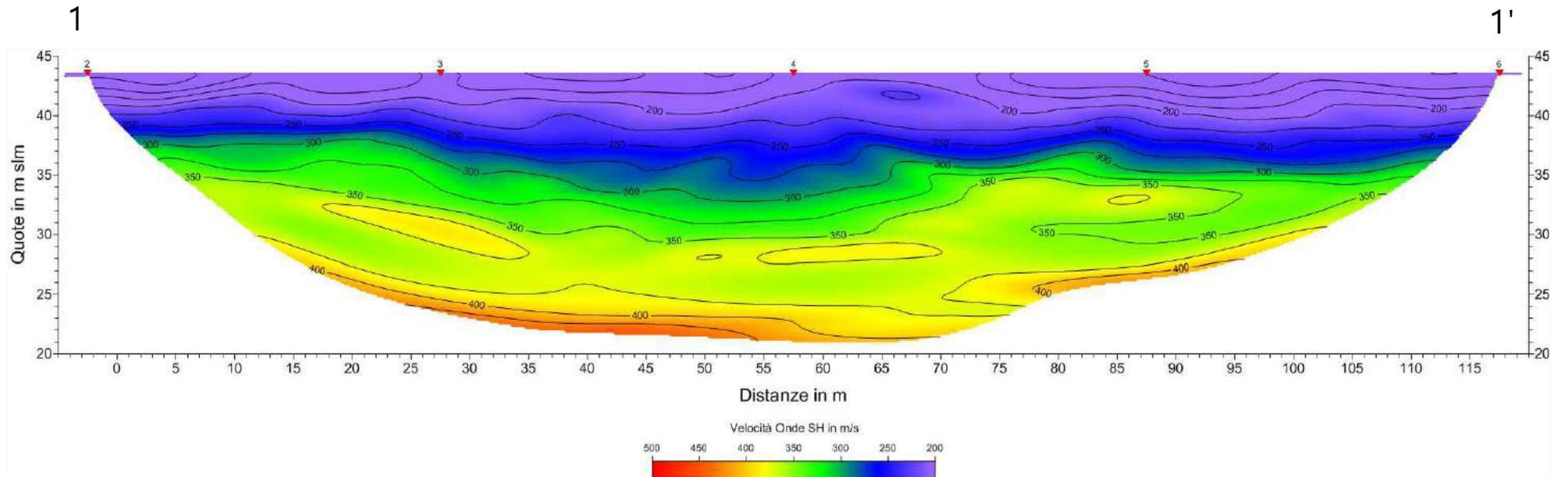
Sezione litostratigrafica - Onde SH



Legenda

-  Terreno vegetale / limo sabbioso argilloso
-  Limo sabbioso argilloso
-  Ghiaie

Sezione tomografica - Onde SH



Scala Verticale 1:500
Scala Orizzontale 1:500

Marzo 2017

Tavola 10 - Sezione tomografica - Onde SH

TRI+GEO

ALLEGATO 3

**INDAGINE SISMICA ESAC/MASW/HVSR - ANALISI 1D DI
RISPOSTA SISMICA LOCALE**

**PIANO PARTICOLAREGGIATO
DI INIZIATIVA PUBBLICA
AREA DI TRASFORMAZIONE TR04c
NUOVO CENTRO DELLA CITTÀ
E PARCO URBANO ATTREZZATO**

**ZONE N. 3 (PARTE)-4-5-6-7-8-9- DEL PROGRAMMA DIRETTORE
NEL COMUNE DI SCANDICCI**

**INDAGINE SISMICA ESAC/MASW/HVSR
ANALISI 1D DI RISPOSTA SISMICA LOCALE**

Pistoia, 25 settembre 2019

Dott. Geol. Gaddo Mannori



Dott. Geol. Alessandra Mucci



***Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 – 51100 PISTOIA
Tel. 0573 368448 - Email mannori@mannonieassociati.it***

1 – PREMESSA

Nella presente relazione sono riportati i risultati di un'indagine sismica e di un'analisi 1D di risposta sismica locale eseguita in corrispondenza dell'area di trasformazione TR04c ubicata nel Comune di Scandicci.

In particolare, a supporto del progetto relativo al Piano Particolareggiato Area di Trasformazione TR04c, sono state richieste dalla Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile della Regione Toscana, l'esecuzione di una prova ESAC e di un'analisi di Risposta Sismica Locale. L'area di indagine è riportata nella figura 1.

Scopi dell'analisi sono stati quelli di ottenere gli spettri di risposta elastici in accelerazione relativi al sito oggetto di studio, ai sensi del D.M. 17/01/2018, al fine di definire l'azione sismica e fornire un confronto con gli spettri di risposta relativi all'applicazione dell'approccio semplificato che si basa sulla definizione delle categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II D.M. 17/01/2018).



Figura 1
Area di indagine
(Immagine Google Earth)

2 – INDAGINE SISMICA ESAC/MASW E MISURA HVSR

In corrispondenza della zona di studio sono presenti numerose indagini geognostiche di sottosuolo, costituite da sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche, indagini sismiche a rifrazione ed in foro (*down-hole*) e misure di rumore ambientale a stazione singola.

Dalla Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile della Regione Toscana è stata richiesta l'esecuzione di una prova ESAC per una migliore definizione dei livelli stratigrafici profondi.

È stata pertanto eseguita un'indagine sismica ESAC associata ad un profilo di tipo MASW, oltre ad una misura HVSR.

In Appendice è riportata l'ubicazione delle indagini eseguite.

2.1 – Metodologia

Indagine ESAC/MASW

Per quanto riguarda l'analisi delle onde superficiali, il metodo si basa sul fatto che si tratta di onde dispersive e che quindi la loro velocità dipende, oltre che dalle caratteristiche fisiche del terreno, anche dalla loro frequenza. Inoltre, per un intervallo piuttosto ampio del valore del rapporto di Poisson, la velocità delle onde di Rayleigh si avvicina molto a quella delle onde di taglio (onde S), cosa che le rende particolarmente utili per la determinazione della categoria del suolo di fondazione.

I metodi di utilizzo delle MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) sono di tipo *attivo* e *passivo*; nel primo caso il concetto è quello di energizzare verticalmente il terreno con i metodi tradizionali e procedere ad un'analisi del segnale non più nel campo del tempo, come si fa abitualmente con la sismica a rifrazione, ma nel dominio della frequenza. Nel caso invece del metodo passivo, denominato anche NASW, MAM o ReMI a seconda degli autori, l'analisi delle frequenze viene condotta su registrazioni (che in questo caso devono essere prolungate per un tempo sufficientemente lungo) delle “naturali”

vibrazioni di fondo del terreno. Una particolare configurazione per l'esecuzione del profilo sismico di tipo passivo è costituita dall'indagine ESAC (*Extended Spatial Autocorrelation Method*), che prevede un array bidimensionale, nel nostro caso a forma di "L", che permette di ovviare ai problemi legati alle velocità apparenti derivanti dall'utilizzo di un array unidirezionale (ReMI).

I principali vantaggi pratici nell'utilizzo di queste tecniche sono evidentemente nella semplicità di acquisizione rispetto alla sismica a rifrazione; le onde di taglio infatti non sempre possono essere rilevate in modo soddisfacente sia per il basso rapporto segnale/rumore, sia per la mancanza degli spazi necessari per effettuare profili di lunghezza adeguata. Il metodo passivo risulta inoltre particolarmente indicato in situazioni di elevato rumore di fondo caratteristico delle aree urbane.

Gli svantaggi consistono in un minor dettaglio nella ricostruzione stratigrafica rispetto alla rifrazione, specialmente nei primi 5-10 metri a partire dal piano di campagna. Per questo motivo generalmente a questa indagine viene sempre associato un profilo MASW attivo, particolarmente indicato per la discriminazione delle onde superficiali nei primi metri di terreno. L'interpretazione congiunta delle indagini passive (ESAC o ReMI) e attive (MASW), consente una buona ricostruzione sismostratigrafica che tiene conto dei punti di forza di entrambe le metodologie.

La bibliografia abbonda di documenti che discutono il grado di dettaglio delle ricostruzioni stratigrafiche ottenute con questi metodi. Un dato comunque su cui c'è univoca concordanza è il buon grado di affidabilità nella determinazione delle Vs medie entro lo spessore indagato. In altre parole, indipendentemente dalla situazione stratigrafica, il valore medio delle onde superficiali, e quindi di quelle di taglio, all'interno del volume di sottosuolo indagato è da ritenersi valido; questo valore infatti è il primo risultato prodotto dal metodo, dal quale, attraverso procedure iterative a partire da un modello imposto dall'operatore o dal software in modo semi-automatico, viene successivamente estratto il profilo stratigrafico.

Alla luce di questa interpretazione, il metodo risulta elettivo nella determinazione delle Vs30 nel caso, naturalmente, in cui si raggiungano profondità significative.

Misura di rumore ambientale a stazione singola (HVSR)

L'indagine rappresenta una tecnica di sismica passiva basata sull'analisi del campo delle vibrazioni ambientali, costituite da movimenti del terreno caratterizzati da ampiezze molto piccole. La misura è finalizzata alla determinazione delle caratteristiche del sottosuolo: la struttura del segnale registrato in superficie è infatti funzione delle peculiarità dei terreni che le onde hanno attraversato; in particolare si ottiene un'indicazione sulla possibilità che in un sito si sviluppino amplificazioni del moto delle onde sismiche, per motivi stratigrafici, in occasione di eventi sismici.

Le misure sono realizzate tramite un sismometro tricomponente (a stazione singola) sensibile per un intervallo di frequenze di interesse ingegneristico (almeno tra 0,1 Hz e 20 Hz) nelle due direzioni orizzontali (N – S, E – W) e nella direzione verticale. L'elaborazione dei dati permette una valutazione sperimentale dei rapporti di ampiezza spettrale tra la media delle due componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) in funzione della frequenza di vibrazione: per questo motivo la prova è denominata con l'acronimo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). Il rapporto H/V consente di mettere in luce la presenza di fenomeni di risonanza sismica dovuti a situazioni sismostratigrafiche caratterizzate da contrasti di impedenza e consente di stimare le frequenze alle quali il moto del terreno può risultare amplificato.

Nei casi in cui il sottosuolo è costituito da strati di coperture soffici al di sopra di un basamento rigido la tecnica permette inoltre di stabilire una relazione tra lo spessore (h) delle coperture, la loro velocità media delle onde S (V_s) e la frequenza di risonanza fondamentale (ν), ricavata dai rapporti di ampiezza spettrale, secondo la formula:

$$\nu = V_s / (4 h)$$

2.2 – Strumentazione utilizzata

Indagine ESAC/MSW

Il lavoro è stato eseguito con un sismografo GEODE della Geometrics che ha le seguenti caratteristiche: 24 canali di acquisizione; 24 bit di risoluzione di acquisizione; 1.75

– 20000 Hz di larghezza della banda di ingresso; 0.02 – 16 ms di intervallo di campionamento; 144 dB di range dinamico di sistema; 16.000 campioni per traccia.

Per la ricezione delle onde superficiali sono stati utilizzati n. 24 geofoni verticali con frequenza naturale di 4.5 Hz.

Per l'elaborazione dei dati rilevati in campagna è stato utilizzato il programma *SeisImager* con i moduli per l'interpretazione delle onde superficiali.

Misura di rumore ambientale a stazione singola

È stato utilizzato il sismografo tricomponente TROMINO ZERO 3G con frequenza di campionamento di 128 Hz, durata di acquisizione di 30 minuti e registrazione nell'intervallo di frequenze compreso tra 0 Hz e 64 Hz.

Per l'interpretazione della registrazione effettuata è stato utilizzato il programma “Grilla”.

2.3 – Prospezioni eseguite

Il giorno 16 settembre 2019 è stato realizzato un profilo ESAC utilizzando n. 21 geofoni da 4.5 Hz, con distanza intergeofonica di 5 m, disposti su di un array a forma di “L”, con bracci entrambi di 50 m di lunghezza.

Successivamente, su uno dei due bracci della “L”, è stato eseguito un profilo MASW attivo utilizzando 12 geofoni intervallati ogni 5 m, disposti secondo un array lineare di lunghezza pari a 55 m; sono state eseguite energizzazioni a 5 e 10 metri dai geofoni estremi. Nella tabella che segue sono riassunte le principali caratteristiche geometriche del profilo.

Metodo passivo (ESAC)	
Tempo di acquisizione	30 s
Intervallo di campionamento	2 ms
Numero di acquisizioni	30
Distanza intergeofonica	5.0 m
Lunghezza bracci (disposti ad “L”)	50 m

Metodo attivo (MASW)	
Tempo di acquisizione	4 s
Intervallo di campionamento	0.250 ms
Numero di acquisizioni	2
Lunghezza profilo	55 m
Ubicazione scoppi	-5 m e -10m (da geofono n. 1)

Nelle vicinanze del profilo è stata eseguita una misura di rumore ambientale (HVSr) con i seguenti parametri:

	HVSr
Tempo di acquisizione	30 min
Frequenza di campionamento	128 Hz
Intervallo di frequenze	0 – 64 Hz

2.4 – Analisi dei risultati

Indagine ESAC/MASW

Le tracce registrate lungo il profilo ESAC sono state interpretate congiuntamente con le registrazioni attive (MASW), al fine di ottenere una migliore ricostruzione sismostratigrafica che tenga conto dei punti di forza di entrambe le metodologie.

Le tracce presentano una buona qualità dei dati: l'analisi ha fornito uno spettro di potenza ben leggibile fino a circa 2.5 Hz; in altre parole nel grafico a colori della curva di dispersione, le fasce maggiormente energetiche (colore blu) risultano ben definite fino a basse frequenze (2.5 Hz), in particolare nel caso del profilo ESAC.

L'analisi ha permesso di raggiungere una profondità di indagine di circa 62 m ed indica un aumento delle velocità delle onde sismiche nel sottosuolo con la profondità; risulta un valore di V_{s30} pari a 310 m/sec.

In Appendice sono riportati i grafici relativi all'interpretazione.

Misura di rumore ambientale a stazione singola

Dall'interpretazione della misura di rumore ambientale risulta un picco del rapporto spettrale H/V a 1.81 Hz (± 0.11 Hz): la qualità dei dati risulta molto buona infatti nel

grafico che rappresenta l'andamento degli spettri si nota una forma ad “occhio” tra le componenti orizzontali e quella verticale in corrispondenza della frequenza di picco e la direzionalità del fenomeno di risonanza risulta omogenea rispetto all'azimut. Il picco è caratterizzato da una ampiezza di 3.2 che testimonia il contrasto di impedenza tra le velocità delle onde nel sottosuolo nei diversi sismostrati.

Sono presenti ulteriori picchi di frequenza secondari a circa 23 Hz e 0.9 Hz, anch'essi ben rappresentati dalla forma ad “occhio” nel grafico degli spettri delle singole componenti.

Il report ed i grafici relativi all'analisi sono riportati in Appendice.

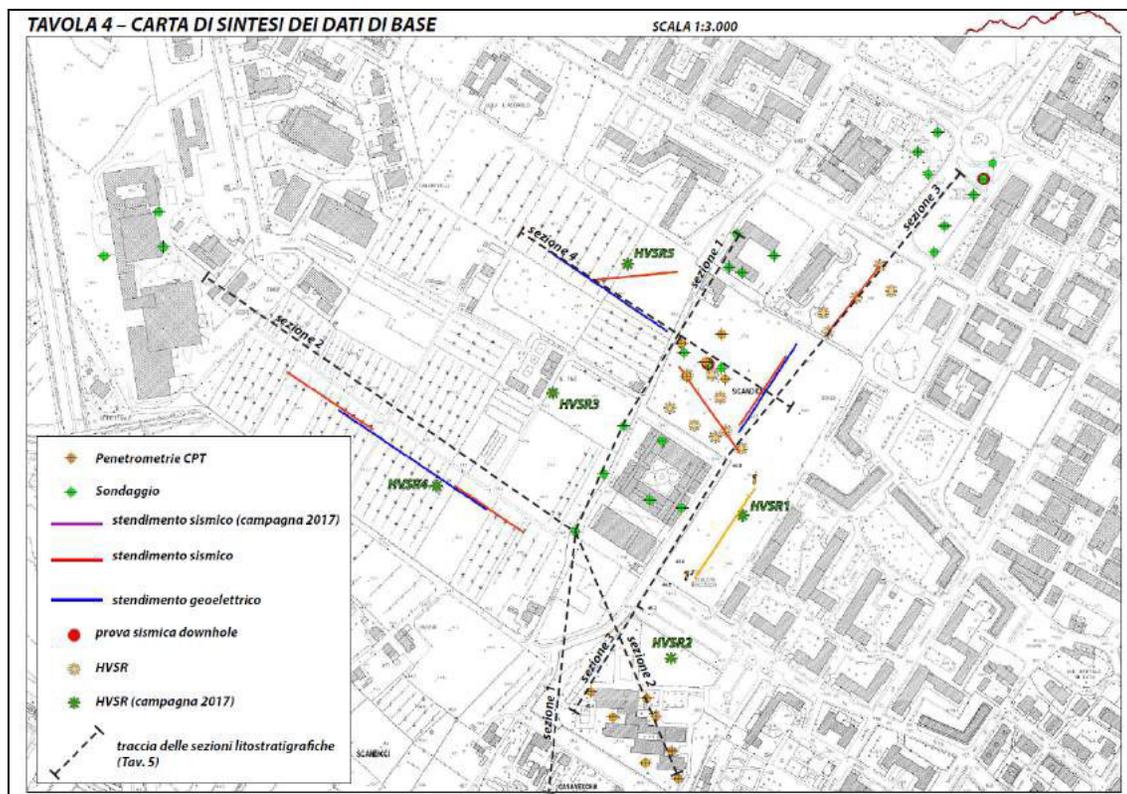
Conclusioni dell'analisi

Da una valutazione congiunta dei risultati delle indagini descritte si osserva:

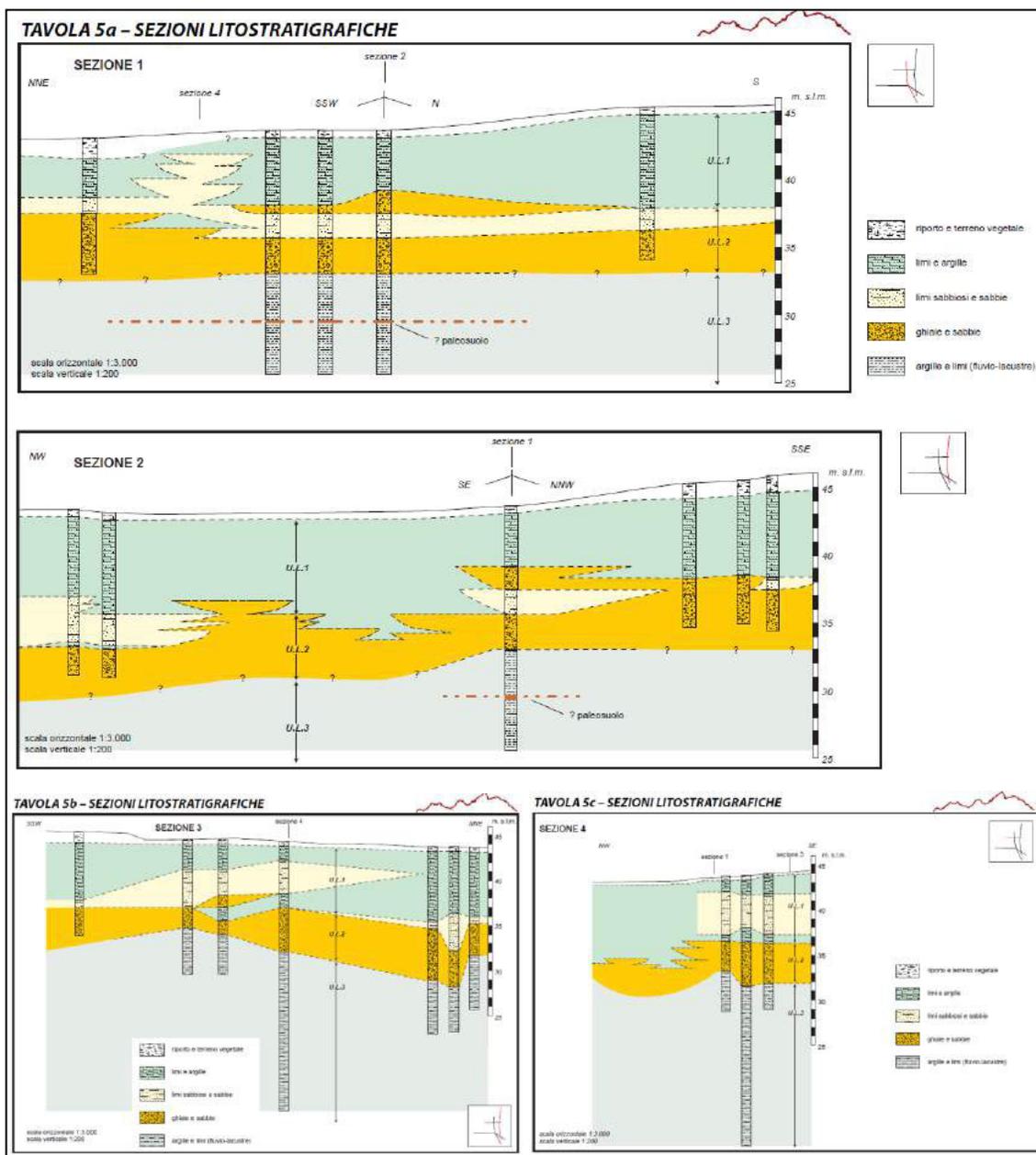
- dal profilo sismico risulta un aumento delle velocità delle onde sismiche a circa 40 – 45 m di profondità dal piano campagna. Questa interfaccia, anche sulla base della velocità delle onde sismiche, corrisponde ragionevolmente al passaggio al livello di alterazione del substrato roccioso;
- il livello di alterazione del substrato roccioso è caratterizzato da $V_s < 800$ m/sec;
- il contrasto di impedenza principale registrato con la misura HVSr (1.81 Hz) corrisponde a qualche decina di metri di profondità, questa è infatti indirettamente proporzionale alla frequenza di picco; sulla base della V_s media dei depositi presenti al di sopra del livello di alterazione del substrato, roccioso ricavata dall'indagine sismica, ed utilizzando la relazione $\nu = V_s / (4 h)$ si ottiene una profondità del contrasto di impedenza dell'ordine dei 45 m. Il secondo picco di frequenza, a circa 23 Hz corrisponde invece ad un livello superficiale dello spessore di circa 2.5 m: la misura è infatti stata eseguita in corrispondenza di un riporto di terreno. Il terzo picco identificato, a circa 0.9 Hz, è ragionevolmente correlabile con il passaggio al substrato inalterato: sulla base della frequenza di picco e della velocità media delle onde S ricavata dall'indagine sismica si ottiene una profondità dell'ordine dei 100 – 110 m.

3 – CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E SISMICHE DEL SITO

In corrispondenza del lotto oggetto di studio sono presenti numerose indagini di sottosuolo, costituite da sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati di terreno, indagini sismiche a rifrazione e *down-hole*, prove penetrometriche e misure HVSR. Le indagini sono presentate nella *Relazione geologica di fattibilità* redatta a supporto del Piano Particolareggiato di Iniziativa Pubblica, Area di Trasformazione TR04c, a firma della Dott.ssa Geol. Elisa Livi e datata 4 maggio 2017. Le sezioni litostratigrafiche allegare a tale relazione sono state utilizzate per la ricostruzione del modello geologico del sottosuolo ai fini dell'esecuzione dell'analisi di Risposta Sismica Locale.



*Ubicazione delle indagini geognostiche – Area di Trasformazione TR04c
Estratto dalla Relazione geologica di fattibilità a firma della Dott.ssa Geol. Elisa Livi*



Sezioni litostratigrafiche – Area di Trasformazione TR04c

Estratto dalla Relazione geologica di fattibilità a firma della Dott.ssa Geol. Elisa Livi

Per l'analisi di Risposta Sismica Locale, mirata a fornire indicazioni preliminari per l'intera area di trasformazione, è stato ricostruito un modello geologico "medio" del sottosuolo che possa essere rappresentativo della zona di studio.

Le caratteristiche stratigrafiche e sismiche dell'area risultano le seguenti:

- dal punto di vista litologico, come si osserva dalle sezioni litostratigrafiche presentate nella pagina precedente, al di sotto di un sottile livello di terreni superficiali risulta ovunque la presenza di limi ed argille, che si spingono fino a profondità di 4 – 8 m. Tali depositi poggiano su sedimenti prevalentemente granulari, caratterizzati da ghiaie e sabbie con matrice argilloso limosa intercalate a livelli e lenti di limi sabbiosi e sabbie, che si ritrovano fino a profondità generalmente comprese tra circa 10 m e 15 m dal p.c. Al di sotto risultano ovunque presenti argille e limi di origine fluvio lacustre fino alla profondità di almeno 30 m dal p.c. (quota dei sondaggi più profondi);
- sulla base dell'indagine ESAC/MASW realizzata, delle indagini sismiche pregresse e delle numerose misure HVSR disponibili all'interno dell'area di intervento, risulta la presenza di un contrasto di impedenza a profondità comprese tra circa 40 m e 65 m dal p.c. Tale contrasto corrisponde ragionevolmente al passaggio con il livello di alterazione del substrato roccioso costituito dalla Formazione di Sillano;
- dalle indagini sismiche presenti nell'area è possibile correlare le litologie identificate con le velocità delle onde S nel sottosuolo; si fa particolare riferimento alle indagini *down-hole* in cui è nota la correlazione tra stratigrafia e velocità e, per le profondità più elevate, all'indagine ESAC/MASW:

<i>Litologia</i>	<i>Velocità onde SH</i>
Limi e argille superficiali	200 – 280 m/sec
Ghiaie e sabbie con matrice argilloso limosa	200 – 350 m/sec
Limi sabbiosi e sabbie	250 m/sec
Argille e limi	Tra 13 – 20 m: 280 – 350 m/sec Tra 20 – 30 m: 350 – 390 m/sec Tra 30 – 45 m: 450 – 500 m/sec
Livello di alterazione del substrato	> 45m: 600 m/sec

- per eseguire la procedura di risposta sismica locale è necessario stimare la profondità del substrato roccioso con caratteristiche di *bedrock* sismico ($V_s > 800$ m/sec). Sulla base delle V_s ricavate dall'indagine ESAC/MASW, delle frequenze di picco della misura HVSR e facendo riferimento alla relazione che lega lo spessore (h) delle coperture, la loro velocità media delle onde S (V_s) e la frequenza di risonanza fondamentale del sito

(ν), secondo la formula $\nu = V_s / (4 h)$, si ottiene una profondità dell'ordine dei 100 – 100 m, ragionevolmente corrispondente al contrasto di impedenza generato dalla presenza del substrato roccioso inalterato;

- sulla base di quanto detto si ricostruisce il seguente modello “medio” di sottosuolo per l'area di trasformazione TR04c:

<i>Livello</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Descrizione</i>	<i>V_s (m/sec)</i>	<i>γ (KN/mc)</i>
A	0.0 – 6.0	Limi ed argille	250	18
B	6.0 – 7.0	Ghiaie e sabbie con matrice argilloso limosa	260	20
C	7.0 – 9.0	Limi sabbiosi e sabbie	250	20
D	9.0 – 13.0	Ghiaie e sabbie con matrice argilloso limosa	260	20
E	13.0 – 20.0	Argille e limi	310	21
F	20.0 – 30.0	Argille e limi	370	21
G	30.0 – 45.0	Argille e limi	470	21
H	45.0 – 100.0	Livello di alterazione del substrato roccioso	600	22
I	>100.0	Formazione di Sillano	850	24

Per l'attribuzione del peso di volume ai livelli identificati, quando possibile, è stato fatto riferimento ad indagini di laboratorio su campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi precedentemente eseguiti nei pressi dell'area di studio.

4 – ANALISI 1D DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

L'analisi di risposta sismica locale trova il suo fondamento nel fatto che il moto del terreno generato da un terremoto in uno specifico sito è funzione non soltanto delle caratteristiche del moto sismico generato nel punto di sorgente, ma anche delle caratteristiche stratigrafiche e topografiche del sottosuolo: le onde sismiche che passano attraverso il terreno subiscono infatti modifiche durante la loro propagazione sia in termini di ampiezza che di frequenza e durata. L'insieme delle modifiche subite dal moto sismico originario per effetto delle condizioni locali è indicato come risposta sismica locale (RSL). Lo scopo dell'analisi è pertanto quello di ottenere uno spettro di risposta elastico, che tenga conto del moto sismico originario e delle caratteristiche stratigrafiche e topografiche del sito oggetto di studio.

L'analisi di RSL si attua attraverso i seguenti passaggi:

- definizione dell'input sismico;
- analisi di RSL vera e propria;
- rappresentazione dei risultati.

Per la rappresentazione dei risultati saranno preliminarmente calcolati anche gli spettri di normativa semplificati al fine di poter eseguire un confronto tra tali spettri e quelli ricavati dalla risposta sismica locale.

L'analisi è stata eseguita allo stato limite SLV (spettro di risposta elastico) per $T_r=712$ anni, come indicato nelle indicazioni fornite dalla Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile della Regione Toscana.

4.1 – Approccio semplificato

Al fine di fornire un confronto tra gli spettri ottenuti dalla RSL con gli spettri di risposta elastici in accelerazione derivanti dall'applicazione dell'approccio semplificato, si ricavano anche questi ultimi spettri attraverso l'utilizzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver1.0.3 rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

È necessario stimare l'accelerazione di base (a_g), che viene definita sulla base dei seguenti dati:

- coordinate del sito (ED50): 11.178436, 43.757013;
- Vita Nominale: 50 anni;
- Classe d'uso (coefficiente della classe d'uso): III (1.5).

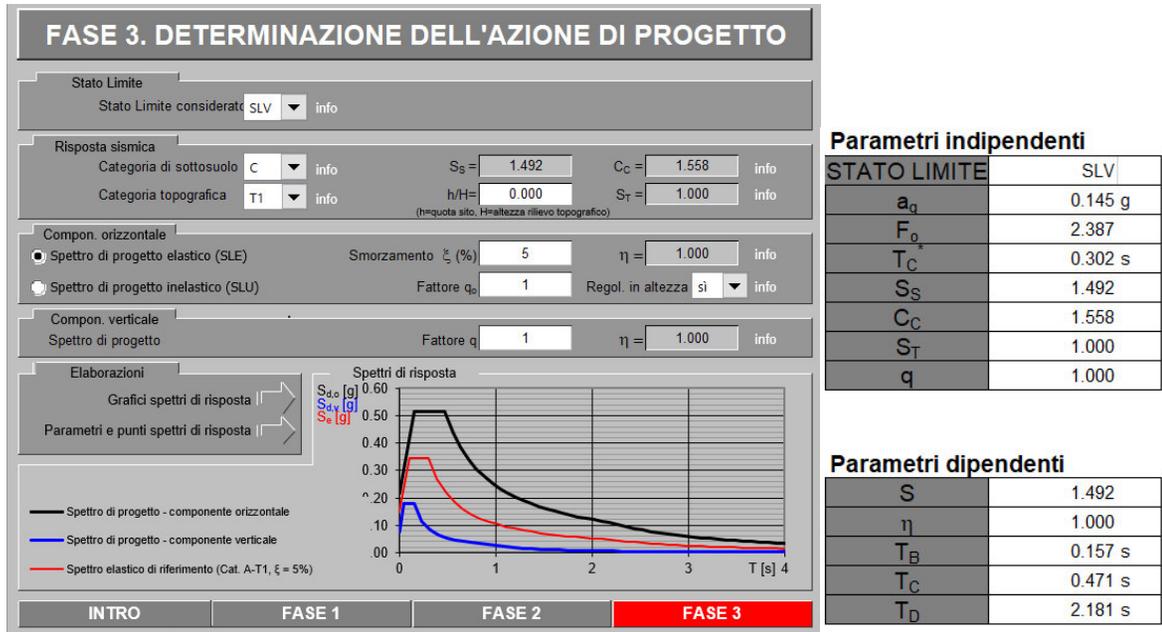
Viene così individuato lo spettro elastico di riferimento (componente orizzontale) relativo ad un suolo di tipo A (categoria di sottosuolo con metodo semplificato) e categoria topografica T1.

Inserendo ulteriori dati relativi al sito oggetto di studio si ottengono gli spettri di risposta elastici del moto sismico atteso al suolo a seguito dell'interazione di tale moto con i terreni di sottosuolo:

- stato limite considerato: SLV ($T_r=712$ anni);
- Categoria di sottosuolo derivante da approccio semplificato: C (sulla base della ricostruzione stratigrafica e della V_{S30} derivante dall'indagine *ESAC/MASW* e dalle indagini sismiche precedentemente eseguite nell'area);
- Categoria topografica: T1.

Gli spettri elastici così ricavati sono riportati nel grafico finale con i risultati della RSL al fine di confrontare gli spettri derivanti dai due diversi metodi; nelle tabelle allegate in Appendice sono riportati i dati tabellari.

Calcolo dello Spettro Elastico per lo Stato Limite SLV e relativi parametri



4.2 – Definizione dell'input sismico

La definizione dell'input sismico per l'analisi di risposta sismica locale avviene

attraverso la selezione di un gruppo di sette accelerogrammi naturali.

Per la selezione dei sette accelerogrammi abbiamo utilizzato il programma SCALCONA-3.0 messo a disposizione dalla Regione Toscana per la definizione dell'input sismico nei comuni toscani e che *consente di ottenere un set di 7 input sismici naturali registrati su roccia e soddisfacenti al requisito della spettrocompatibilità con lo spettro di risposta di normativa (NTC2008) per un qualsiasi sito ricadente all'interno del territorio toscano, per i periodi di ritorno di 50 anni, 75 anni, 101 anni, 201 anni, 475 anni, 712 anni, 949 anni, 1462 anni, 1950 anni e 2475 anni (fonte: <http://www.regione.toscana.it/-/accelerogrammi-di-riferimento-per-la-progettazione>).*

I dati necessari sono i seguenti:

- coordinate del sito (ED50): 11.178436, 43.757013;
- periodo di ritorno: 712 anni per SLV.

Il programma fornisce sette input sismici naturali relativi ad un suolo di tipo A (categoria di sottosuolo con metodo semplificato) e categoria topografica T1 sotto forma di file di testo in cui è presente il valore dell'accelerazione sismica (ag) in funzione del periodo (s).

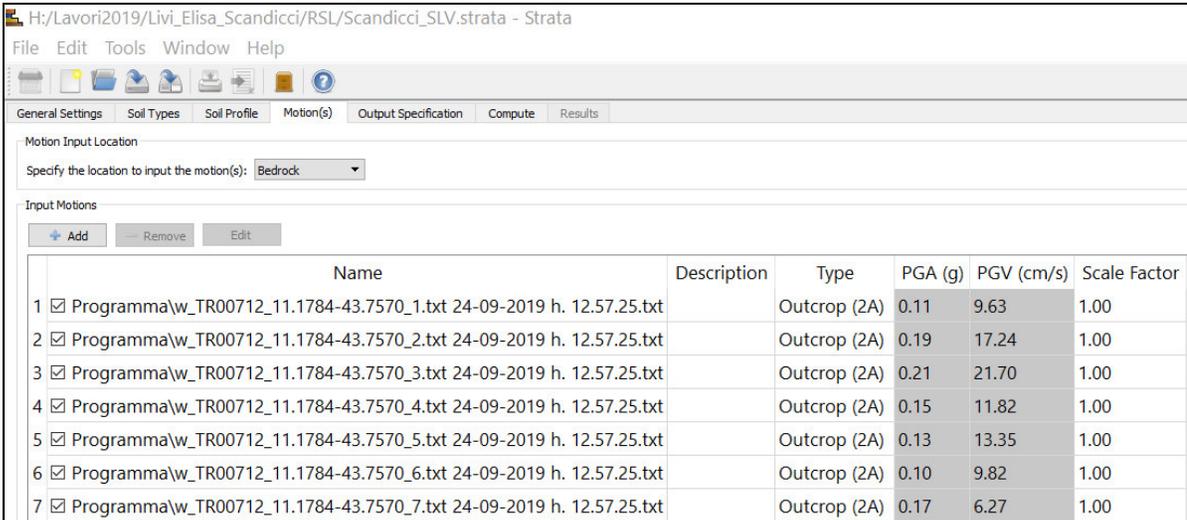
```
SCALCONA-3.0 (SCALing of Compatible Natural Accelerograms)
Per interrompere premere CTRL+C in qualsiasi momento
Inserire il periodo di ritorno (TR=50,75,101,201,475,712,949,1462,1950,2475):
712
Inserire le coordinate (lon lat) o il comune:
43.757013 11.178436
Le coordinate non sono corrette o non sono ammesse
Inserire le coordinate (lon lat) o il comune:
11.178436 43.757013
Sono stati creati i seguenti files:
rs_TR00712_11.1784-43.7570.txt
w_TR00712_11.1784-43.7570_1.txt
w_TR00712_11.1784-43.7570_2.txt
w_TR00712_11.1784-43.7570_3.txt
w_TR00712_11.1784-43.7570_4.txt
w_TR00712_11.1784-43.7570_5.txt
w_TR00712_11.1784-43.7570_6.txt
w_TR00712_11.1784-43.7570_7.txt
readme_TR00712_11.1784-43.7570.txt
Il programma e' terminato correttamente
```

Schermata conclusiva del programma SCALCONA-3.0 relativa allo stato limite SLV

4.3 – Analisi 1D di RSL

L'analisi è stata realizzata attraverso l'utilizzo del software STRATA (Kottke & Rathje, 2008); è stata eseguita la verifica allo stato limite SLV.

Per l'analisi si inseriscono nel programma i 7 accelerogrammi individuati con SCALCONA, dopo aver eseguito la conversione delle unità di misura da m/sec² a g; tali accelerogrammi forniscono il moto sismico sorgente.



	Name	Description	Type	PGA (g)	PGV (cm/s)	Scale Factor
1	<input checked="" type="checkbox"/> Programma\w_TR00712_11.1784-43.7570_1.txt 24-09-2019 h. 12.57.25.txt		Outcrop (2A)	0.11	9.63	1.00
2	<input checked="" type="checkbox"/> Programma\w_TR00712_11.1784-43.7570_2.txt 24-09-2019 h. 12.57.25.txt		Outcrop (2A)	0.19	17.24	1.00
3	<input checked="" type="checkbox"/> Programma\w_TR00712_11.1784-43.7570_3.txt 24-09-2019 h. 12.57.25.txt		Outcrop (2A)	0.21	21.70	1.00
4	<input checked="" type="checkbox"/> Programma\w_TR00712_11.1784-43.7570_4.txt 24-09-2019 h. 12.57.25.txt		Outcrop (2A)	0.15	11.82	1.00
5	<input checked="" type="checkbox"/> Programma\w_TR00712_11.1784-43.7570_5.txt 24-09-2019 h. 12.57.25.txt		Outcrop (2A)	0.13	13.35	1.00
6	<input checked="" type="checkbox"/> Programma\w_TR00712_11.1784-43.7570_6.txt 24-09-2019 h. 12.57.25.txt		Outcrop (2A)	0.10	9.82	1.00
7	<input checked="" type="checkbox"/> Programma\w_TR00712_11.1784-43.7570_7.txt 24-09-2019 h. 12.57.25.txt		Outcrop (2A)	0.17	6.27	1.00

Accelerogrammi inseriti in STRATA; stato limite SLV

Si inseriscono poi i dati relativi ai parametri del terreno ed alle caratteristiche stratigrafiche del sito, in cui deve essere necessariamente presente il substrato sismico ($V_s > 800$ m/sec). Sono stati utilizzati i dati stratigrafici riportati nel capitolo 3:

General Settings					Soil Types					Soil Profile					Motion(s)					Output Specificatio				
Site Profile																								
+ Add					Insert					Remove														
Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)																					
1	0.00	6.00	1	250.00																				
2	6.00	1.00	3	260.00																				
3	7.00	2.00	4	250.00																				
4	9.00	4.00	3	260.00																				
5	13.00	7.00	2	310.00																				
6	20.00	10.00	2	370.00																				
7	30.00	15.00	2	470.00																				
8	45.00	55.00	5	600.00																				
9	100.00	Half-Space	Bedrock	850.00																				

Bedrock Layer	
Unit weight:	24.00 kN/m ³
Damping:	0.50 %

Parametrizzazione della stratigrafia di sottosuolo

Ad ogni livello di terreno è associato un “soil type” ovvero una tipologia di suolo a cui vengono collegate curve di decadimento della rigidezza (G/G_0) e di incremento dello smorzamento (Damping); nel nostro caso abbiamo utilizzato alcune curve reperibili sul portale Web-GIS della Regione Toscana, Banca Dati VEL, allegate ad analisi di laboratorio svolte su campioni indisturbati di terreno prelevati all’interno del territorio regionale in occasione degli studi relativi al Programma Valutazione Effetti Locali:

General Settings						Soil Types						Soil Profile						Motion(s)						Output Specification						Compute						Results					
Soil Types																																									
+ Add						Insert						Remove																													
Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G _{max} Model		Damping Model		Notes																																			
1	18.00	CH 48002_S8		CH 48002_S8																																					
2	21.00	CH 48002_S8		CH 48002_S8																																					
3	20.00	GC 51004_S7		GC 51004_S8																																					
4	20.00	ML-S 51015_S7		ML-S 51015_S7																																					
5	22.00	SIL alterato		SIL alterato																																					

Curve G/G_0 e Damping utilizzate

L’analisi è stata eseguita secondo le seguenti modalità:

- metodo di analisi: lineare equivalente;
- approccio: time series;
- tolleranza errore: 1%;

- massimo numero di iterazioni: 20;
- strain ratio effettivo: 0.53 (derivante dalla Magnitudo degli input sismici selezionati attraverso il programma SCALCONA-3.0);
- caratteristiche analisi:

The screenshot shows a dialog box titled "Response Spectrum Properties". It is organized into three sections:

- Response Spectrum Properties:**
 - Damping: 5.0 %
 - Minimum: 0.010 s
 - Maximum: 4.000 s
 - Point count: 400
 - Spacing: Linear
- Frequency Properties:**
 - Minimum: 0.050 Hz
 - Maximum: 100.000 Hz
 - Point count: 512
 - Spacing: Linear
- Logging Properties:**
 - Logging level: High

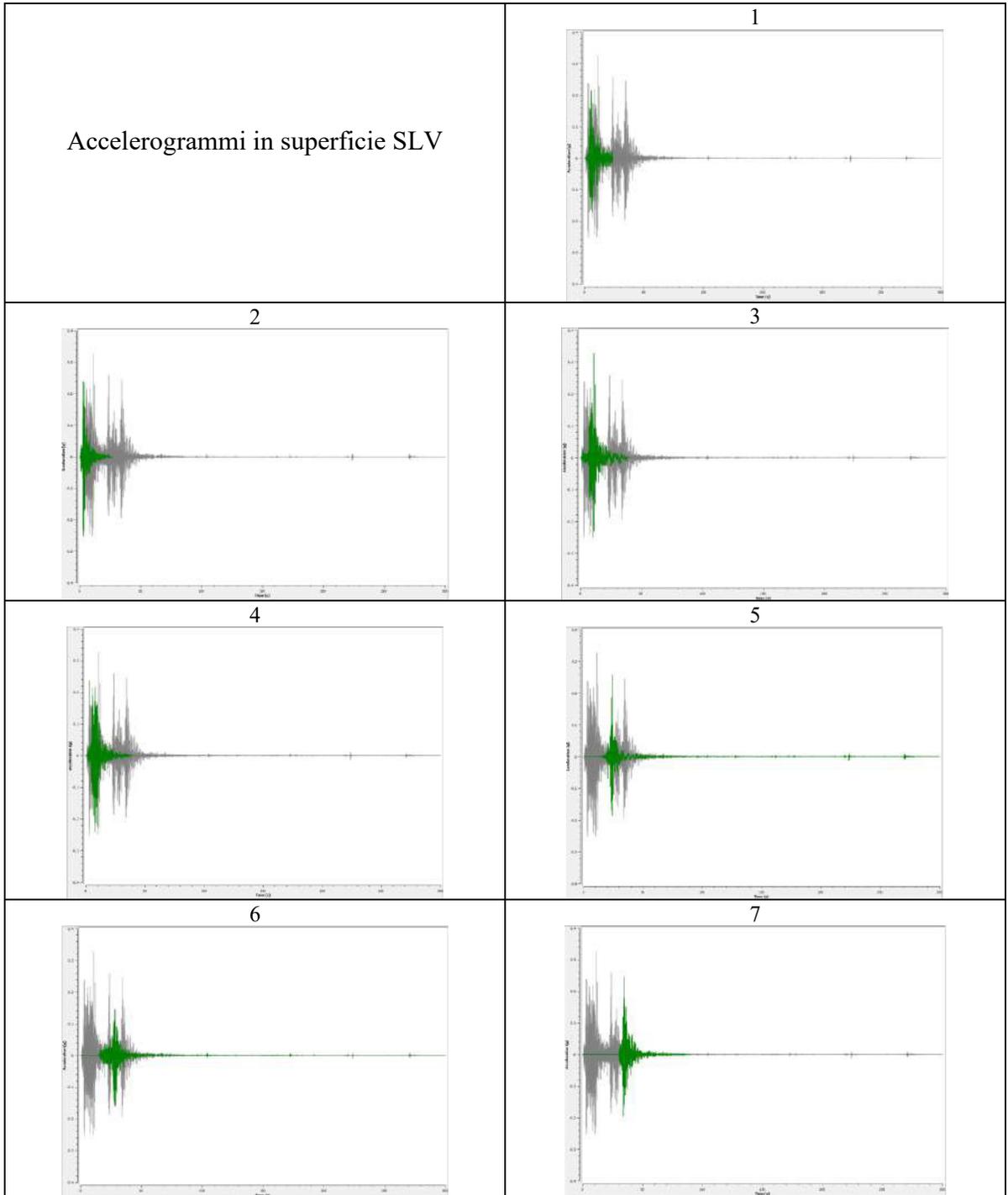
Prima di procedere al calcolo numerico si scelgono i dati di restituzione in output; i principali sono:

- accelerogrammi in superficie;
- spettri di risposta elastici in superficie.

Dalla procedura iterativa eseguita attraverso il software si sono ottenuti i 7 accelerogrammi riferiti alla superficie, che rappresentano i 7 input corretti sulla base dei dati sismostratigrafici del sito, con errori sempre inferiori all'1%. Nelle pagine seguenti sono riportati gli accelerogrammi ottenuti per lo stato limite SLV.

L'analisi restituisce anche gli spettri di risposta in accelerazione dei 7 moti sismici al suolo, sia in formato grafico che tabellare. È necessario a questo punto mediare le accelerazioni ricavate da ogni input per i singoli periodi al fine di ottenere un unico spettro di risposta del sito.

Accelerogrammi in superficie SLV



Lo spettro così ottenuto viene normalizzato per ottenere la classica forma dello spettro di normativa: la procedura di *lisciatura* è stata eseguita seguendo quanto riportato negli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica (Gruppo di Lavoro MS, 2008) utilizzando un apposito foglio di calcolo (- ICMS, Gruppo di lavoro MS; 2008: Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica, 3 vol. e DVD. - Pergalani F., Compagnoni M.; 2014: Spettri di risposta e Norme Tecniche per le Costruzioni. La microzonazione sismica dell'area urbana di Umbertide. Regione Umbria Servizio Geologico e Sismico, Publisher: Regione Umbria Servizio Geologico e Sismico, Editor: Dimensione Grafica Spello, ISBN 978-8-896-27719-5. - D'Intosante V. e GdL Fivizzano; 2015: La microzonazione sismica nel centro abitato di Fivizzano (MS). Atti del XXXIV Convegno Nazionale GNGTS, Trieste.)

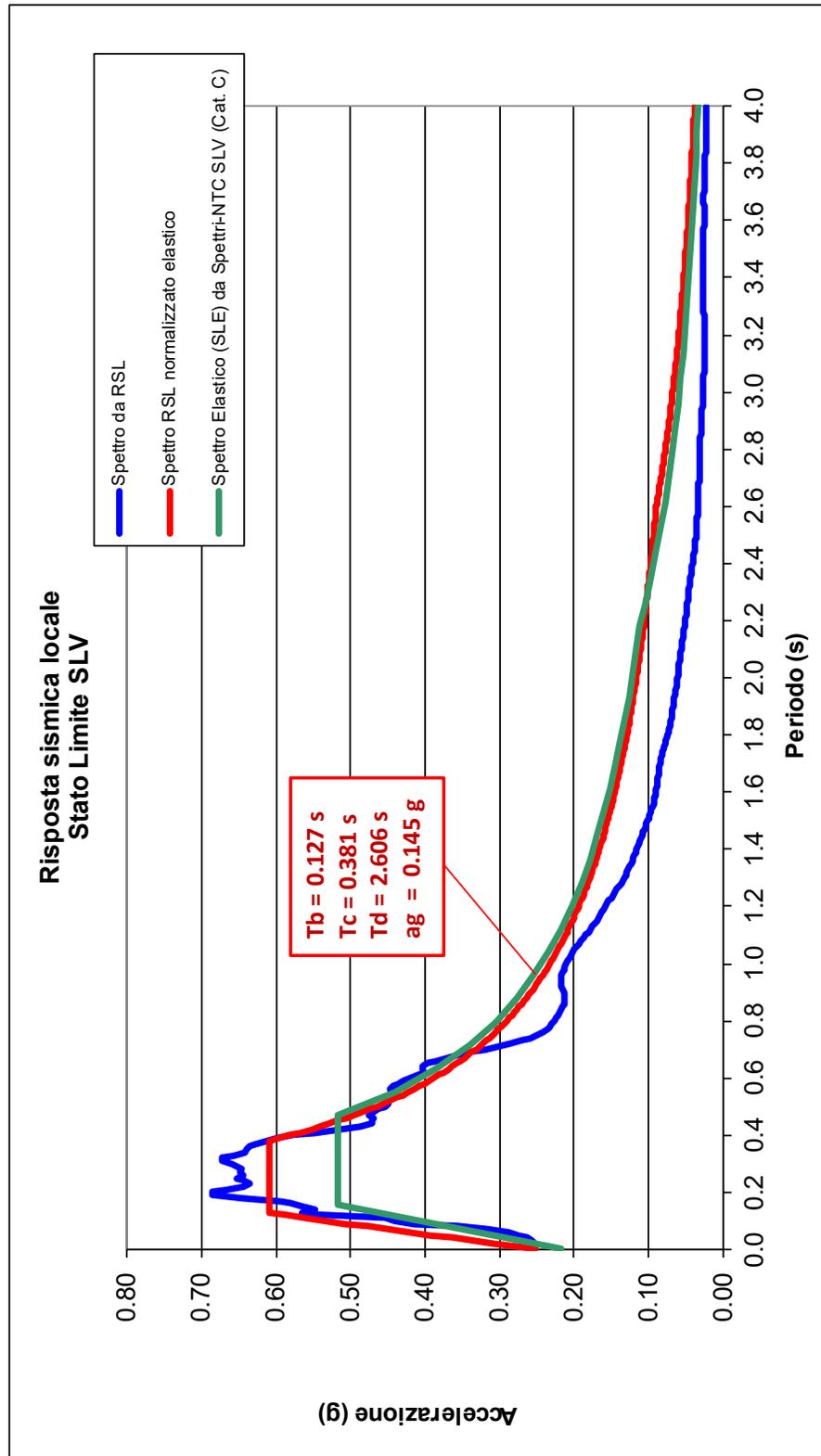
In Appendice sono riportate le tabelle numeriche con periodo e accelerazione relative allo spettro di risposta in accelerazione ottenuto dal software STRATA ed allo stesso spettro normalizzato, per lo stato limite SLV.

4.4 – Rappresentazione dei risultati

Nel grafico riportato nella pagina seguente sono mostrati lo spettro di risposta elastico risultante dall'analisi di RSL e lo spettro normalizzato elastico, confrontati con lo spettro di normativa per un suolo di tipo C, per lo stato limite SLV.

Dall'analisi di RSL locale risultano i seguenti parametri:

<i>Stato Limite SLV</i>	
ag	0.145 g
Tb	0.127 s
Tc	0.381 s
Td	2.606 s
F0	2.425
S	1.734



4.5 – CONCLUSIONI

In sintesi, dall'Analisi di Risposta Sismica Locale emerge che, per lo stato limite analizzato (SLV), nello spettro di risposta elastico si registra un'amplificazione del moto sismico atteso in superficie rispetto a quanto previsto dallo spettro di normativa applicabile al sito di studio (Categoria di sottosuolo C) per bassi periodi fino a 0.5 secondi. Per periodi maggiori lo spettro ottenuto dalla Risposta Sismica Locale non presenta invece sostanziali scostamenti dallo spettro di normativa per Categoria di sottosuolo C.

Le amplificazioni a bassi periodi trovano una ragionevole spiegazione nelle caratteristiche stratigrafiche dell'area: si ha infatti la presenza di uno spessore di circa 45 m di terreni di copertura, caratterizzati da velocità sismiche medie piuttosto basse, posti al di sopra del livello di alterazione del substrato roccioso; ancora più in profondità è presente il *bedrock* sismico (caratterizzato da $V_s > 800 \text{m/sec}$). Durante la propagazione delle onde sismiche nei terreni di copertura si verifica pertanto un effetto di enfattizzazione dell'energia indotta dall'evento sismico.

Pistoia, 25 settembre 2019

Dott. Geol. Gaddo Mannori



Dott. Geol. Alessandra Mucci

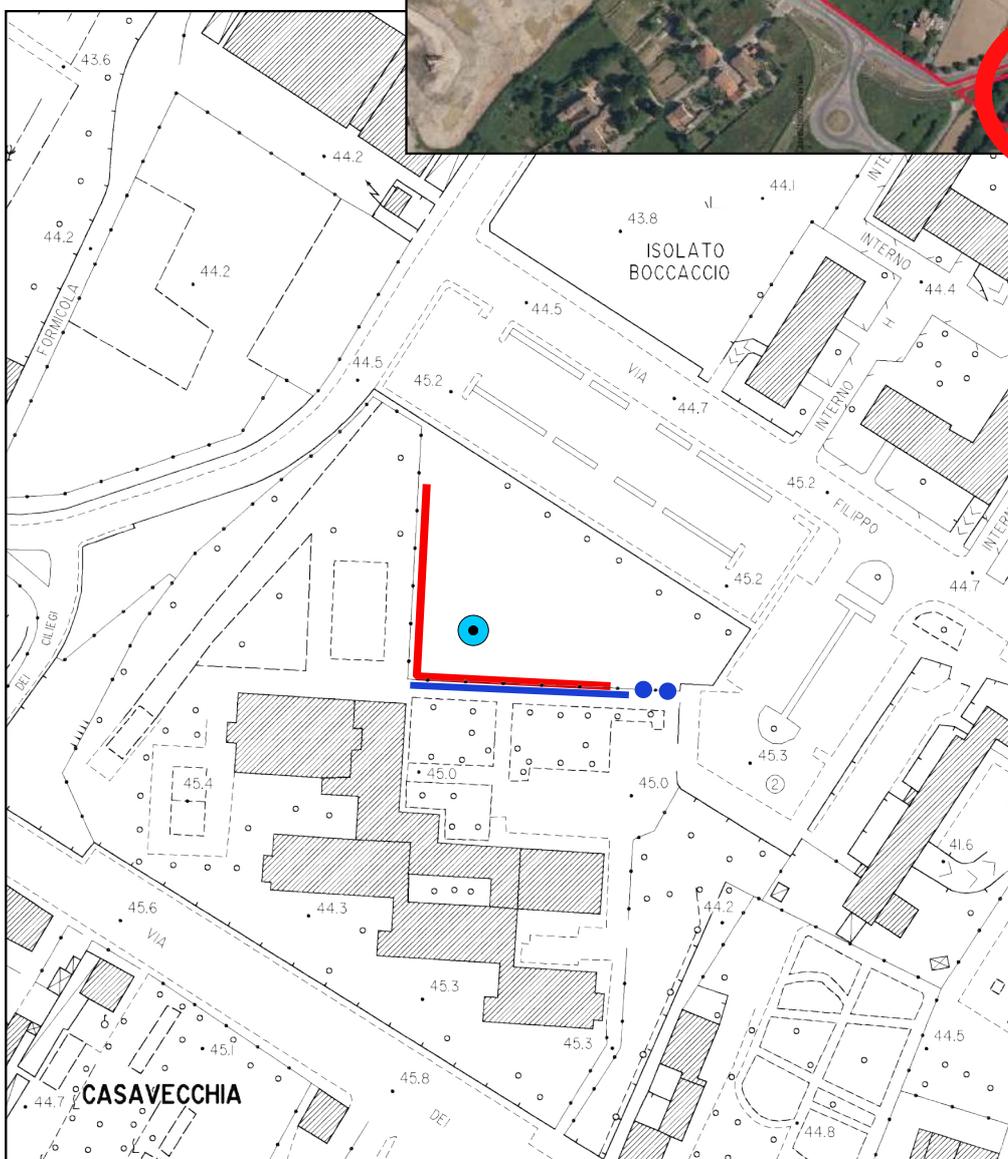


Appendice

- **Ubicazione delle indagini ESAC/MASW/HVSR**
- **Indagine sismica ESAC/MASW**
- **Misura HVSR**
- **Dati tabellari di RSL – stato SLV**

TR04c

Non in scala



Ubicazione delle
indagini sismiche

Scala 1:2.000

-  Misura HVSR
-  Scoppi indagine MASW
-  Indagine sismica ESAC
-  Indagine sismica MASW

Area di trasformazione TR 04c

Comune di Scandicci

Profilo ESAC - MASW

Data: 16 settembre 2019

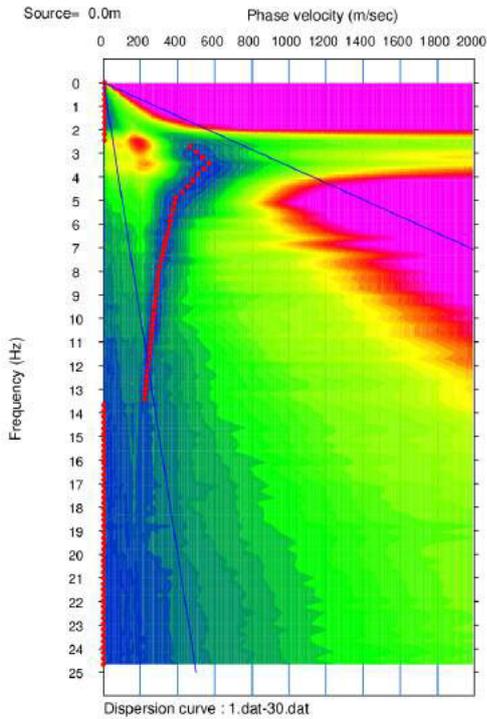
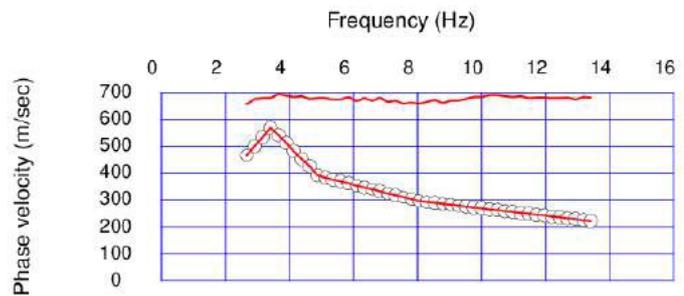


Grafico Velocità di fase-Frequenza (ESAC)



Curva di dispersione (ESAC)

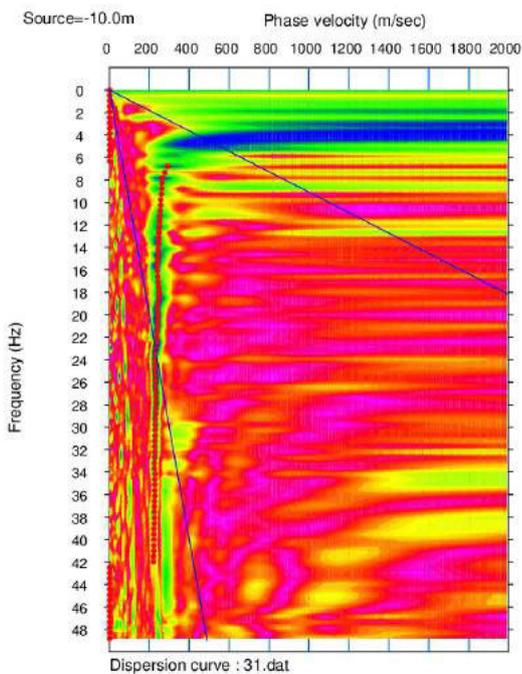
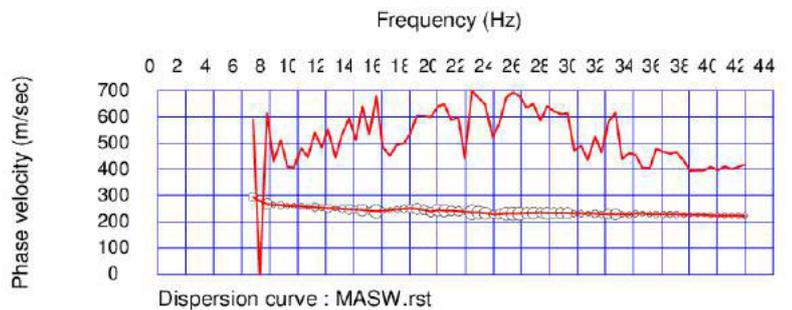


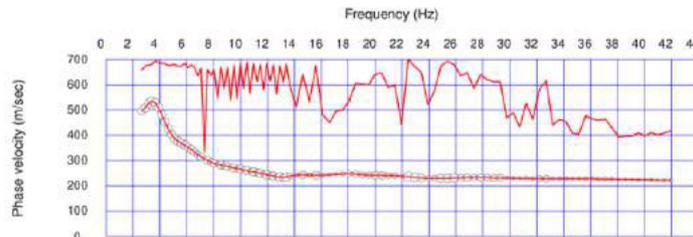
Grafico Velocità di fase-Frequenza (MASW)



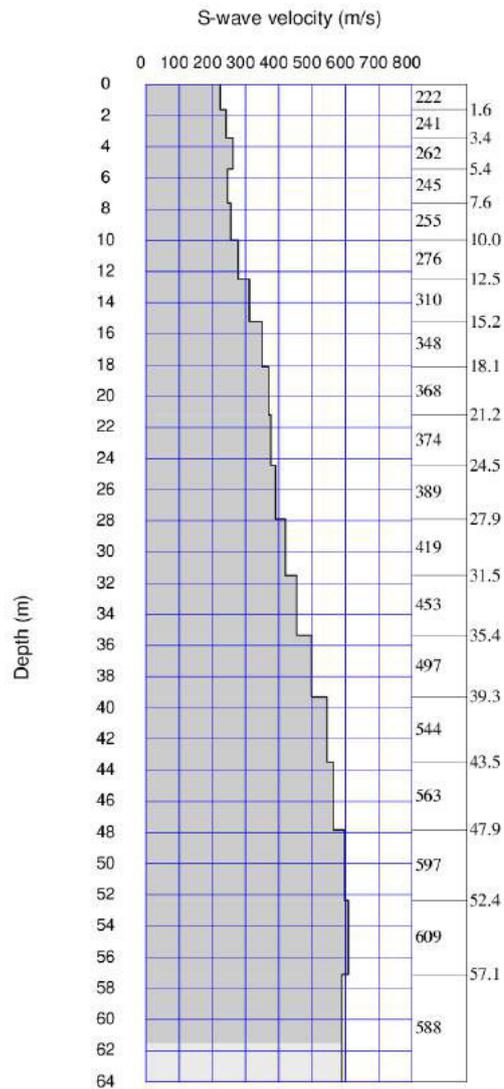
Curva di dispersione (MASW)

Area di trasformazione TR 04c
 Comune di Scandicci

Profilo ESAC - MASW
 Data: 16 settembre 2019



Curva di dispersione congiunta ESAC - MASW



S-wave velocity model (inverted): ESAC2_MASW.rst

Average Vs 30m = 307.3 m/sec

Ricostruzione stratigrafica indicativa congiunta ESAC – MASW

Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 – 51100 Pistoia
Tel 0573368448 – Email mannori@mannorieassociati.it

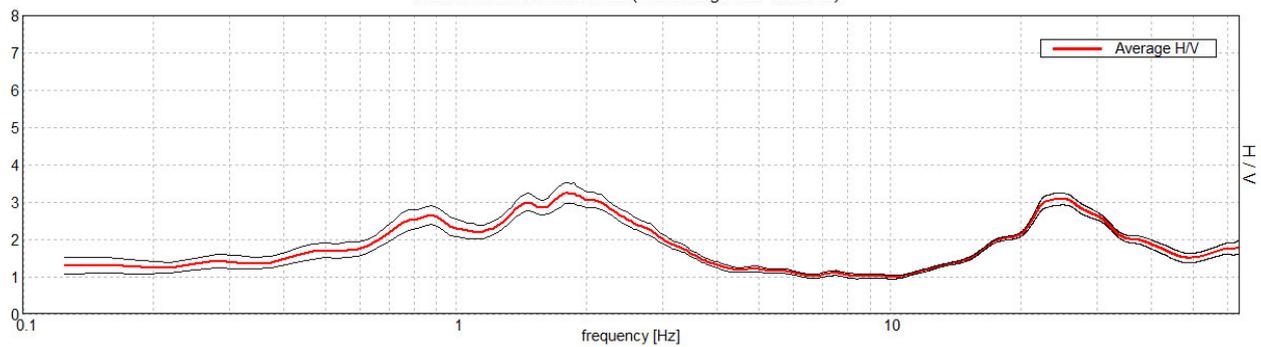
Area di trasformazione TR 04c
Comune di Scandicci
Misura HVSR

Strumento: TZ3-0015/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 16/09/19 17:10:06 Fine registrazione: 16/09/19 17:40:06
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

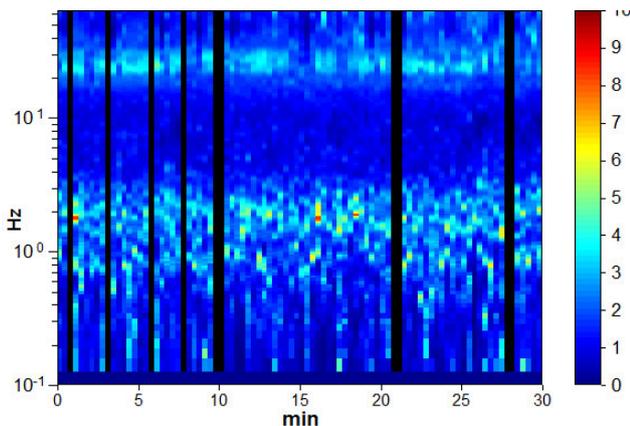
Durata registrazione: 0h30'00". Analizzato 89% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

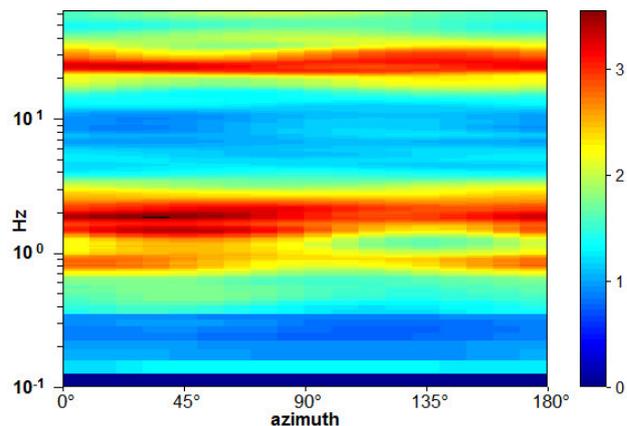
Max. H/V at 1.81 ± 0.11 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



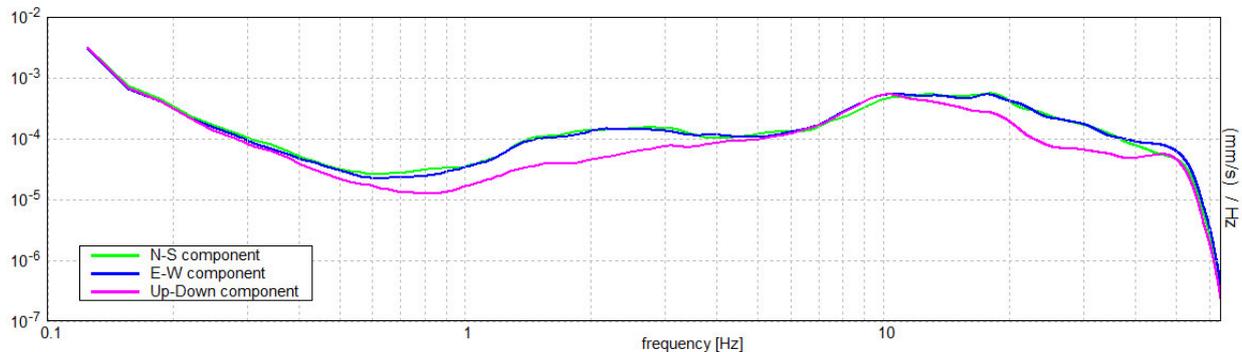
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 1.81 ± 0.11 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.81 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2900.0 > 200$	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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 88	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.438 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.5 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.24 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06077 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.11015 < 0.18125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2811 < 1.78$	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
σ_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 $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

*Mannori & Associati Geologia Tecnica
Largo San Biagio, 149 – 51100 Pistoia
Tel 0573368448 – Email mannori@mannorieassociati.it*

Valori di soglia per σ_T 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

Spettro elastico da RSL Stato Limite SLV	
Periodo (s)	Accel. (g)
0.01	0.25148
0.02	0.25319
0.03	0.25615
0.04	0.26241
0.05	0.27456
0.06	0.28809
0.07	0.31665
0.08	0.35726
0.09	0.41334
0.10	0.44094
0.11	0.45426
0.12	0.54847
0.13	0.56608
0.14	0.54781
0.15	0.56577
0.16	0.57956
0.17	0.59292
0.18	0.64615
0.19	0.68614
0.20	0.68671
0.21	0.66823
0.22	0.64417
0.23	0.63614
0.24	0.64384
0.25	0.65388
0.26	0.64354
0.27	0.64861
0.28	0.64646
0.29	0.64958
0.30	0.65885
0.31	0.67306
0.32	0.67221
0.33	0.65695
0.34	0.64290
0.35	0.63986
0.36	0.63459
0.37	0.62844
0.38	0.61383
0.39	0.59909
0.40	0.57705
0.41	0.54730
0.42	0.51644
0.43	0.48675
0.44	0.47182
0.45	0.47098
0.46	0.46969
0.47	0.47471
0.48	0.48918
0.49	0.46263
0.50	0.45379
0.51	0.44862
0.52	0.44871
0.53	0.44838
0.54	0.44728
0.55	0.44422
0.56	0.44611
0.57	0.44283
0.58	0.43648
0.59	0.43056
0.60	0.41802
0.61	0.40708
0.62	0.40165
0.63	0.40369
0.64	0.40252
0.65	0.39597
0.66	0.38483
0.67	0.37094
0.68	0.35476
0.69	0.33823
0.70	0.32080
0.71	0.30280
0.72	0.28502
0.73	0.26908
0.74	0.25804
0.75	0.24914
0.76	0.24069
0.77	0.23572
0.78	0.23252
0.79	0.22954
0.80	0.22681
0.81	0.22398
0.82	0.22156
0.83	0.21922
0.84	0.21711
0.85	0.21549
0.86	0.21362
0.87	0.21251
0.88	0.21259
0.89	0.21207
0.90	0.21217
0.91	0.21433
0.92	0.21660
0.93	0.21781
0.94	0.21800
0.95	0.21767
0.96	0.21672
0.97	0.21512
0.98	0.21334

Spettro elastico normalizzato da RSL Stato Limite SLV	
Periodo (s)	Accel. (g)
0.01	0.25148
0.02	0.30793
0.03	0.33616
0.04	0.36439
0.05	0.39262
0.06	0.42085
0.07	0.44907
0.08	0.47730
0.09	0.50553
0.10	0.53376
0.11	0.56198
0.12	0.59021
0.13	0.60991
0.14	0.60991
0.15	0.60991
0.16	0.60991
0.17	0.60991
0.18	0.60991
0.19	0.60991
0.20	0.60991
0.21	0.60991
0.22	0.60991
0.23	0.60991
0.24	0.60991
0.25	0.60991
0.26	0.60991
0.27	0.60991
0.28	0.60991
0.29	0.60991
0.30	0.60991
0.31	0.60991
0.32	0.60991
0.33	0.60991
0.34	0.60991
0.35	0.60991
0.36	0.60991
0.37	0.60991
0.38	0.60991
0.39	0.59573
0.40	0.58084
0.41	0.56667
0.42	0.55318
0.43	0.54032
0.44	0.52804
0.45	0.51630
0.46	0.50508
0.47	0.49433
0.48	0.48403
0.49	0.47415
0.50	0.46467
0.51	0.45556
0.52	0.44680
0.53	0.43837
0.54	0.43025
0.55	0.42243
0.56	0.41489
0.57	0.40761
0.58	0.40058
0.59	0.39379
0.60	0.38723
0.61	0.38088
0.62	0.37474
0.63	0.36879
0.64	0.36302
0.65	0.35744
0.66	0.35202
0.67	0.34677
0.68	0.34167
0.69	0.33672
0.70	0.33191
0.71	0.32723
0.72	0.32269
0.73	0.31827
0.74	0.31397
0.75	0.30978
0.76	0.30570
0.77	0.30173
0.78	0.29787
0.79	0.29410
0.80	0.29042
0.81	0.28683
0.82	0.28334
0.83	0.27992
0.84	0.27659
0.85	0.27334
0.86	0.27016
0.87	0.26705
0.88	0.26402
0.89	0.26105
0.90	0.25815
0.91	0.25531
0.92	0.25254
0.93	0.24982
0.94	0.24717
0.95	0.24456
0.96	0.24202
0.97	0.23952
0.98	0.23708

Spettro elastico da SPETTRI NTC (Cat. Suolo C) Stato Limite SLV	
Periodo (s)	Accel. (g)
0.000	0.217
0.157	0.517
0.471	0.517
0.552	0.441
0.634	0.384
0.715	0.340
0.797	0.306
0.878	0.277
0.959	0.254
1.041	0.234
1.122	0.217
1.204	0.202
1.285	0.189
1.366	0.178
1.448	0.168
1.529	0.159
1.611	0.151
1.692	0.144
1.774	0.137
1.855	0.131
1.936	0.126
2.018	0.121
2.099	0.116
2.181	0.112
2.267	0.103
2.354	0.096
2.440	0.089
2.527	0.083
2.614	0.078
2.700	0.073
2.787	0.068
2.874	0.064
2.960	0.061
3.047	0.057
3.134	0.054
3.220	0.051
3.307	0.049
3.394	0.046
3.480	0.044
3.567	0.042
3.653	0.040
3.740	0.038
3.827	0.036
3.913	0.035
4.000	0.033

0.99	0.21220
1.00	0.21069
1.01	0.20879
1.02	0.20658
1.03	0.20406
1.04	0.20122
1.05	0.19860
1.06	0.19603
1.07	0.19324
1.08	0.19022
1.09	0.18694
1.10	0.18355
1.11	0.18039
1.12	0.17724
1.13	0.17461
1.14	0.17198
1.15	0.16914
1.16	0.16652
1.17	0.16445
1.18	0.16235
1.19	0.16010
1.20	0.15777
1.21	0.15535
1.22	0.15290
1.23	0.15036
1.24	0.14778
1.25	0.14512
1.26	0.14242
1.27	0.13971
1.28	0.13716
1.29	0.13471
1.30	0.13234
1.31	0.13026
1.32	0.12863
1.33	0.12689
1.34	0.12516
1.35	0.12336
1.36	0.12160
1.37	0.12016
1.38	0.11858
1.39	0.11686
1.40	0.11565
1.41	0.11445
1.42	0.11315
1.43	0.11176
1.44	0.11032
1.45	0.10879
1.46	0.10717
1.47	0.10565
1.48	0.10423
1.49	0.10279
1.50	0.10135
1.51	0.09992
1.52	0.09852
1.53	0.09722
1.54	0.09596
1.55	0.09472
1.56	0.09345
1.57	0.09256
1.58	0.09167
1.59	0.09098
1.60	0.09027
1.61	0.08955
1.62	0.08894
1.63	0.08852
1.64	0.08803
1.65	0.08748
1.66	0.08689
1.67	0.08628
1.68	0.08566
1.69	0.08500
1.70	0.08429
1.71	0.08350
1.72	0.08261
1.73	0.08169
1.74	0.08074
1.75	0.07972
1.76	0.07865
1.77	0.07751
1.78	0.07631
1.79	0.07504
1.80	0.07395
1.81	0.07300
1.82	0.07201
1.83	0.07115
1.84	0.07029
1.85	0.06964
1.86	0.06909
1.87	0.06853
1.88	0.06797
1.89	0.06741
1.90	0.06686
1.91	0.06631
1.92	0.06575
1.93	0.06517
1.94	0.06457
1.95	0.06397
1.96	0.06335
1.97	0.06271
1.98	0.06207
1.99	0.06144
2.00	0.06085
2.01	0.06027

0.99	0.23468
1.00	0.23234
1.01	0.23004
1.02	0.22778
1.03	0.22557
1.04	0.22340
1.05	0.22127
1.06	0.21918
1.07	0.21714
1.08	0.21513
1.09	0.21315
1.10	0.21121
1.11	0.20931
1.12	0.20744
1.13	0.20561
1.14	0.20380
1.15	0.20203
1.16	0.20029
1.17	0.19858
1.18	0.19689
1.19	0.19524
1.20	0.19361
1.21	0.19201
1.22	0.19044
1.23	0.18889
1.24	0.18737
1.25	0.18587
1.26	0.18439
1.27	0.18294
1.28	0.18151
1.29	0.18011
1.30	0.17872
1.31	0.17736
1.32	0.17601
1.33	0.17469
1.34	0.17338
1.35	0.17210
1.36	0.17084
1.37	0.16959
1.38	0.16836
1.39	0.16715
1.40	0.16595
1.41	0.16478
1.42	0.16362
1.43	0.16247
1.44	0.16134
1.45	0.16023
1.46	0.15913
1.47	0.15805
1.48	0.15698
1.49	0.15593
1.50	0.15489
1.51	0.15386
1.52	0.15285
1.53	0.15185
1.54	0.15087
1.55	0.14989
1.56	0.14893
1.57	0.14798
1.58	0.14705
1.59	0.14612
1.60	0.14521
1.61	0.14431
1.62	0.14342
1.63	0.14254
1.64	0.14167
1.65	0.14081
1.66	0.13996
1.67	0.13912
1.68	0.13830
1.69	0.13748
1.70	0.13667
1.71	0.13587
1.72	0.13508
1.73	0.13430
1.74	0.13353
1.75	0.13276
1.76	0.13201
1.77	0.13126
1.78	0.13053
1.79	0.12980
1.80	0.12908
1.81	0.12836
1.82	0.12766
1.83	0.12696
1.84	0.12627
1.85	0.12559
1.86	0.12491
1.87	0.12424
1.88	0.12358
1.89	0.12293
1.90	0.12228
1.91	0.12164
1.92	0.12101
1.93	0.12038
1.94	0.11976
1.95	0.11915
1.96	0.11854
1.97	0.11794
1.98	0.11734
1.99	0.11675
2.00	0.11617
2.01	0.11559

2.02	0.05983
2.03	0.05950
2.04	0.05911
2.05	0.05867
2.06	0.05815
2.07	0.05757
2.08	0.05694
2.09	0.05629
2.10	0.05564
2.11	0.05509
2.12	0.05460
2.13	0.05412
2.14	0.05364
2.15	0.05315
2.16	0.05265
2.17	0.05212
2.18	0.05157
2.19	0.05102
2.20	0.05047
2.21	0.04993
2.22	0.04940
2.23	0.04889
2.24	0.04842
2.25	0.04804
2.26	0.04768
2.27	0.04732
2.28	0.04693
2.29	0.04650
2.30	0.04603
2.31	0.04552
2.32	0.04500
2.33	0.04446
2.34	0.04391
2.35	0.04336
2.36	0.04279
2.37	0.04234
2.38	0.04188
2.39	0.04139
2.40	0.04086
2.41	0.04034
2.42	0.03982
2.43	0.03926
2.44	0.03873
2.45	0.03821
2.46	0.03770
2.47	0.03725
2.48	0.03682
2.49	0.03641
2.50	0.03601
2.51	0.03569
2.52	0.03541
2.53	0.03514
2.54	0.03489
2.55	0.03464
2.56	0.03439
2.57	0.03412
2.58	0.03385
2.59	0.03357
2.60	0.03328
2.61	0.03299
2.62	0.03269
2.63	0.03252
2.64	0.03243
2.65	0.03236
2.66	0.03230
2.67	0.03224
2.68	0.03220
2.69	0.03216
2.70	0.03211
2.71	0.03205
2.72	0.03197
2.73	0.03186
2.74	0.03179
2.75	0.03174
2.76	0.03166
2.77	0.03154
2.78	0.03139
2.79	0.03122
2.80	0.03103
2.81	0.03083
2.82	0.03063
2.83	0.03042
2.84	0.03020
2.85	0.02999
2.86	0.02977
2.87	0.02955
2.88	0.02932
2.89	0.02909
2.90	0.02887
2.91	0.02864
2.92	0.02841
2.93	0.02817
2.94	0.02792
2.95	0.02767
2.96	0.02742
2.97	0.02718
2.98	0.02696
2.99	0.02675
3.00	0.02656
3.01	0.02638
3.02	0.02621
3.03	0.02605
3.04	0.02590

2.02	0.11502
2.03	0.11445
2.04	0.11389
2.05	0.11333
2.06	0.11278
2.07	0.11224
2.08	0.11170
2.09	0.11117
2.10	0.11064
2.11	0.11011
2.12	0.10959
2.13	0.10908
2.14	0.10857
2.15	0.10806
2.16	0.10756
2.17	0.10707
2.18	0.10658
2.19	0.10609
2.20	0.10561
2.21	0.10513
2.22	0.10466
2.23	0.10419
2.24	0.10372
2.25	0.10326
2.26	0.10280
2.27	0.10235
2.28	0.10190
2.29	0.10146
2.30	0.10102
2.31	0.10058
2.32	0.10014
2.33	0.09971
2.34	0.09929
2.35	0.09887
2.36	0.09845
2.37	0.09803
2.38	0.09762
2.39	0.09721
2.40	0.09681
2.41	0.09640
2.42	0.09601
2.43	0.09561
2.44	0.09522
2.45	0.09483
2.46	0.09445
2.47	0.09406
2.48	0.09368
2.49	0.09331
2.50	0.09293
2.51	0.09256
2.52	0.09220
2.53	0.09183
2.54	0.09147
2.55	0.09111
2.56	0.09076
2.57	0.09040
2.58	0.09005
2.59	0.08970
2.60	0.08936
2.61	0.08888
2.62	0.08820
2.63	0.08753
2.64	0.08687
2.65	0.08622
2.66	0.08557
2.67	0.08493
2.68	0.08430
2.69	0.08367
2.70	0.08305
2.71	0.08244
2.72	0.08183
2.73	0.08124
2.74	0.08064
2.75	0.08006
2.76	0.07948
2.77	0.07891
2.78	0.07834
2.79	0.07778
2.80	0.07723
2.81	0.07668
2.82	0.07613
2.83	0.07560
2.84	0.07507
2.85	0.07454
2.86	0.07402
2.87	0.07350
2.88	0.07299
2.89	0.07249
2.90	0.07199
2.91	0.07150
2.92	0.07101
2.93	0.07052
2.94	0.07005
2.95	0.06957
2.96	0.06910
2.97	0.06864
2.98	0.06818
2.99	0.06772
3.00	0.06727
3.01	0.06683
3.02	0.06638
3.03	0.06595
3.04	0.06551

3.05	0.02576
3.06	0.02563
3.07	0.02550
3.08	0.02537
3.09	0.02523
3.10	0.02509
3.11	0.02508
3.12	0.02508
3.13	0.02509
3.14	0.02509
3.15	0.02509
3.16	0.02507
3.17	0.02504
3.18	0.02502
3.19	0.02501
3.20	0.02505
3.21	0.02510
3.22	0.02515
3.23	0.02520
3.24	0.02526
3.25	0.02533
3.26	0.02542
3.27	0.02553
3.28	0.02566
3.29	0.02580
3.30	0.02595
3.31	0.02610
3.32	0.02627
3.33	0.02644
3.34	0.02660
3.35	0.02676
3.36	0.02690
3.37	0.02703
3.38	0.02715
3.39	0.02724
3.40	0.02730
3.41	0.02732
3.42	0.02732
3.43	0.02727
3.44	0.02720
3.45	0.02709
3.46	0.02696
3.47	0.02681
3.48	0.02667
3.49	0.02652
3.50	0.02637
3.51	0.02623
3.52	0.02610
3.53	0.02597
3.54	0.02586
3.55	0.02577
3.56	0.02568
3.57	0.02562
3.58	0.02557
3.59	0.02554
3.60	0.02553
3.61	0.02552
3.62	0.02553
3.63	0.02555
3.64	0.02557
3.65	0.02560
3.66	0.02562
3.67	0.02563
3.68	0.02564
3.69	0.02562
3.70	0.02559
3.71	0.02553
3.72	0.02544
3.73	0.02536
3.74	0.02524
3.75	0.02510
3.76	0.02496
3.77	0.02480
3.78	0.02462
3.79	0.02442
3.80	0.02422
3.81	0.02401
3.82	0.02379
3.83	0.02357
3.84	0.02336
3.85	0.02314
3.86	0.02293
3.87	0.02274
3.88	0.02256
3.89	0.02238
3.90	0.02222
3.91	0.02206
3.92	0.02191
3.93	0.02178
3.94	0.02166
3.95	0.02158
3.96	0.02151
3.97	0.02146
3.98	0.02141
3.99	0.02137
4.00	0.02133

3.05	0.06508
3.06	0.06466
3.07	0.06424
3.08	0.06382
3.09	0.06341
3.10	0.06300
3.11	0.06260
3.12	0.06220
3.13	0.06180
3.14	0.06141
3.15	0.06102
3.16	0.06063
3.17	0.06025
3.18	0.05987
3.19	0.05950
3.20	0.05913
3.21	0.05876
3.22	0.05839
3.23	0.05803
3.24	0.05767
3.25	0.05732
3.26	0.05697
3.27	0.05662
3.28	0.05628
3.29	0.05594
3.30	0.05560
3.31	0.05526
3.32	0.05493
3.33	0.05460
3.34	0.05427
3.35	0.05395
3.36	0.05363
3.37	0.05331
3.38	0.05300
3.39	0.05268
3.40	0.05237
3.41	0.05207
3.42	0.05176
3.43	0.05146
3.44	0.05116
3.45	0.05087
3.46	0.05057
3.47	0.05028
3.48	0.04999
3.49	0.04971
3.50	0.04942
3.51	0.04914
3.52	0.04886
3.53	0.04859
3.54	0.04831
3.55	0.04804
3.56	0.04777
3.57	0.04751
3.58	0.04724
3.59	0.04698
3.60	0.04672
3.61	0.04646
3.62	0.04620
3.63	0.04595
3.64	0.04570
3.65	0.04545
3.66	0.04520
3.67	0.04495
3.68	0.04471
3.69	0.04447
3.70	0.04423
3.71	0.04399
3.72	0.04375
3.73	0.04352
3.74	0.04328
3.75	0.04305
3.76	0.04283
3.77	0.04260
3.78	0.04237
3.79	0.04215
3.80	0.04193
3.81	0.04171
3.82	0.04149
3.83	0.04127
3.84	0.04106
3.85	0.04085
3.86	0.04064
3.87	0.04043
3.88	0.04022
3.89	0.04001
3.90	0.03981
3.91	0.03960
3.92	0.03940
3.93	0.03920
3.94	0.03900
3.95	0.03880
3.96	0.03861
3.97	0.03841
3.98	0.03822
3.99	0.03803
4.00	0.03784

ALLEGATO 4

**CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE UTILIZZATE PER LE
VERIFICHE A LIQUEFAZIONE**

PROVA PENETROMETRA STATICA
TABELLE VALORI RESISTENZA

OPT 2
RZ-6P-90

PENETROMETRO STATICO tipo BOUNA da 10t (con anello allargatore) - avanz. 2 cm/s - COSTANTE TRASFERIMENTO Ct = 10,0
 punta meccanica tipo Begemann ϕ 35,7mm (area punta 10cm² - apertura 60°) - manico laterale (superficie 150 cm²)
 Cantiere : Geol. MARCHESELLI
 Località : Scandicci
 note : no
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 3.00 m da quota inizio
 data : 28 / 06 / 93

prof.(m)	Letture di campagna			Rp kg/cm ²	RL kg/cm ²	Rp/RL -	Rt kg	prof.(m)	letture di campagna			Rp kg/cm ²	RL kg/cm ²	Rp/RL -	Rt kg
	-	-	-						prof.(m)	punta later.	totale				
0.20	-	-	-	-	-	-	-	6.00	48.0	85.0	-	48	2.67	18	-
0.40	-	-	-	-	2.73	-	-	6.20	40.0	80.0	-	40	2.07	19	-
0.60	23.0	64.0	-	23	2.20	10	-	6.40	36.0	67.0	-	36	1.73	21	-
0.80	17.0	50.0	-	17	1.20	14	-	6.60	33.0	59.0	-	33	1.40	24	-
1.00	18.0	36.0	-	18	1.13	16	-	6.80	38.0	59.0	-	38	1.33	29	-
1.20	18.0	33.0	-	18	1.53	12	-	7.00	41.0	61.0	-	41	2.67	15	-
1.40	18.0	41.0	-	18	1.80	10	-	7.20	100.0	140.0	-	100	4.20	24	-
1.60	20.0	47.0	-	20	1.93	10	-	7.40	62.0	125.0	-	62	2.93	21	-
1.80	20.0	49.0	-	20	1.60	13	-	7.60	32.0	76.0	-	32	0.73	44	-
2.00	27.0	51.0	-	27	2.33	12	-	7.80	51.0	62.0	-	51	2.20	23	-
2.20	38.0	73.0	-	38	2.67	14	-	8.00	44.0	77.0	-	44	1.13	39	-
2.40	38.0	78.0	-	38	2.87	13	-	8.20	53.0	70.0	-	53	1.20	44	-
2.60	34.0	77.0	-	34	2.60	13	-	8.40	36.0	54.0	-	36	1.13	32	-
2.80	37.0	76.0	-	37	2.47	15	-	8.60	23.0	40.0	-	23	1.00	23	-
3.00	40.0	77.0	-	40	2.67	15	-	8.80	21.0	36.0	-	21	0.53	39	-
3.20	42.0	82.0	-	42	2.93	14	-	9.00	21.0	29.0	-	21	2.47	9	-
3.40	41.0	85.0	-	41	3.00	14	-	9.20	38.0	75.0	-	38	1.33	29	-
3.60	41.0	86.0	-	41	2.67	15	-	9.40	160.0	100.0	-	160	2.67	60	-
3.80	39.0	79.0	-	39	2.87	14	-	9.60	200.0	240.0	-	200	3.67	55	-
4.00	37.0	80.0	-	37	2.80	13	-	9.80	195.0	230.0	-	195	1.07	183	-
4.20	38.0	80.0	-	38	2.13	18	-	10.00	16.0	32.0	-	16	2.00	8	-
4.40	38.0	70.0	-	38	2.07	18	-	10.20	150.0	180.0	-	150	2.00	75	-
4.60	36.0	67.0	-	36	2.47	15	-	10.40	35.0	65.0	-	35	3.33	11	-
4.80	37.0	74.0	-	37	2.27	16	-	10.60	95.0	145.0	-	95	3.33	29	-
5.00	46.0	80.0	-	46	2.87	16	-	10.80	100.0	130.0	-	100	2.60	50	-
5.20	47.0	90.0	-	47	2.80	17	-	11.00	280.0	310.0	-	280	3.33	84	-
5.40	33.0	75.0	-	33	2.07	16	-	11.20	300.0	350.0	-	300	3.33	90	-
5.60	34.0	65.0	-	34	1.80	19	-	11.40	500.0	550.0	-	500	-	-	-
5.80	47.0	74.0	-	47	2.47	19	-								

CANTIERE S. MARCHESELLI

PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT 2
 RZ-6P-90

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t

Cantiere : Geol. MARCHESELLI

Località : Scandicci

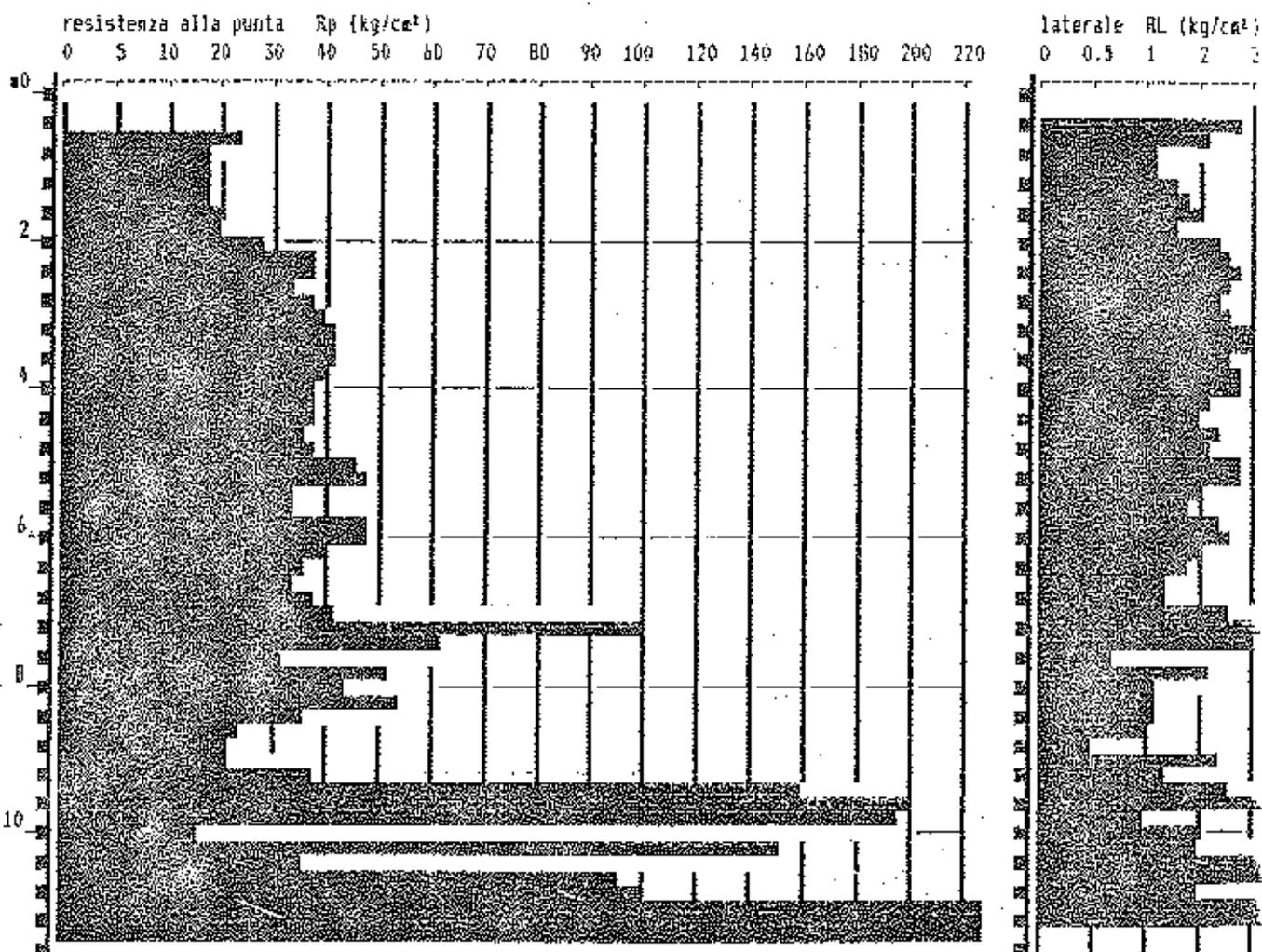
note : nn

data : 28 / 06 / 93

quota inizio : p.c.

prof. falda = 3.00 m da quota inizio

scala profondità = 1 : 100



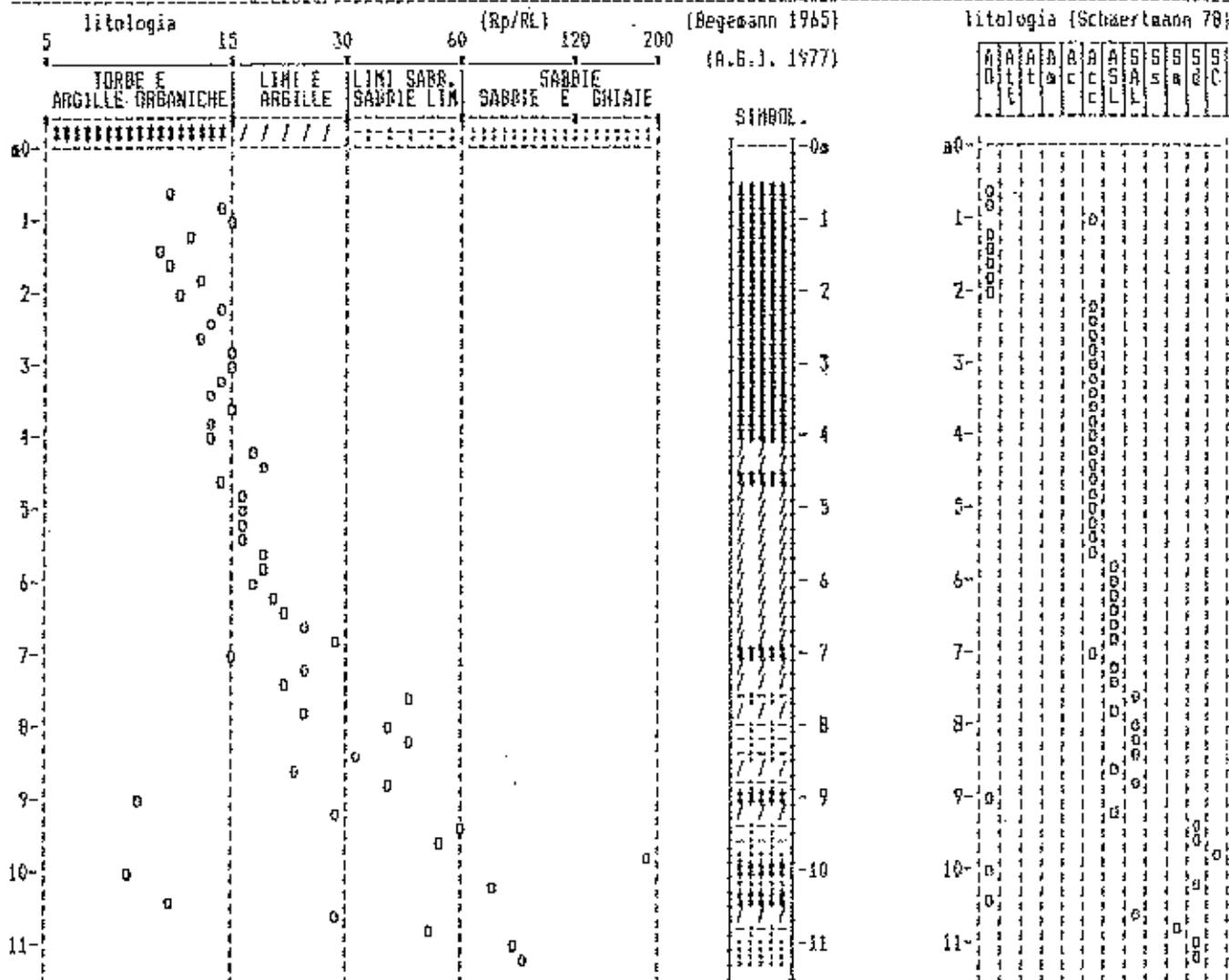
CANTIERE DI SCANDICCI

PROVA PENETROMETRI STATICA
VALUTAZIONE LITOLOGICHE

CPT 2
RZ-6P-90

PENETROMETRO STATICO tipo GUDÅ da 10 t
Cantiere : Geol. MARCHESELLI
Località : Scandicci
note : 06

data : 28 / 06 / 93
quota inizio : p.c.
prof. falda = 3.00 m da quota inizio
scala profondità = 1 : 100

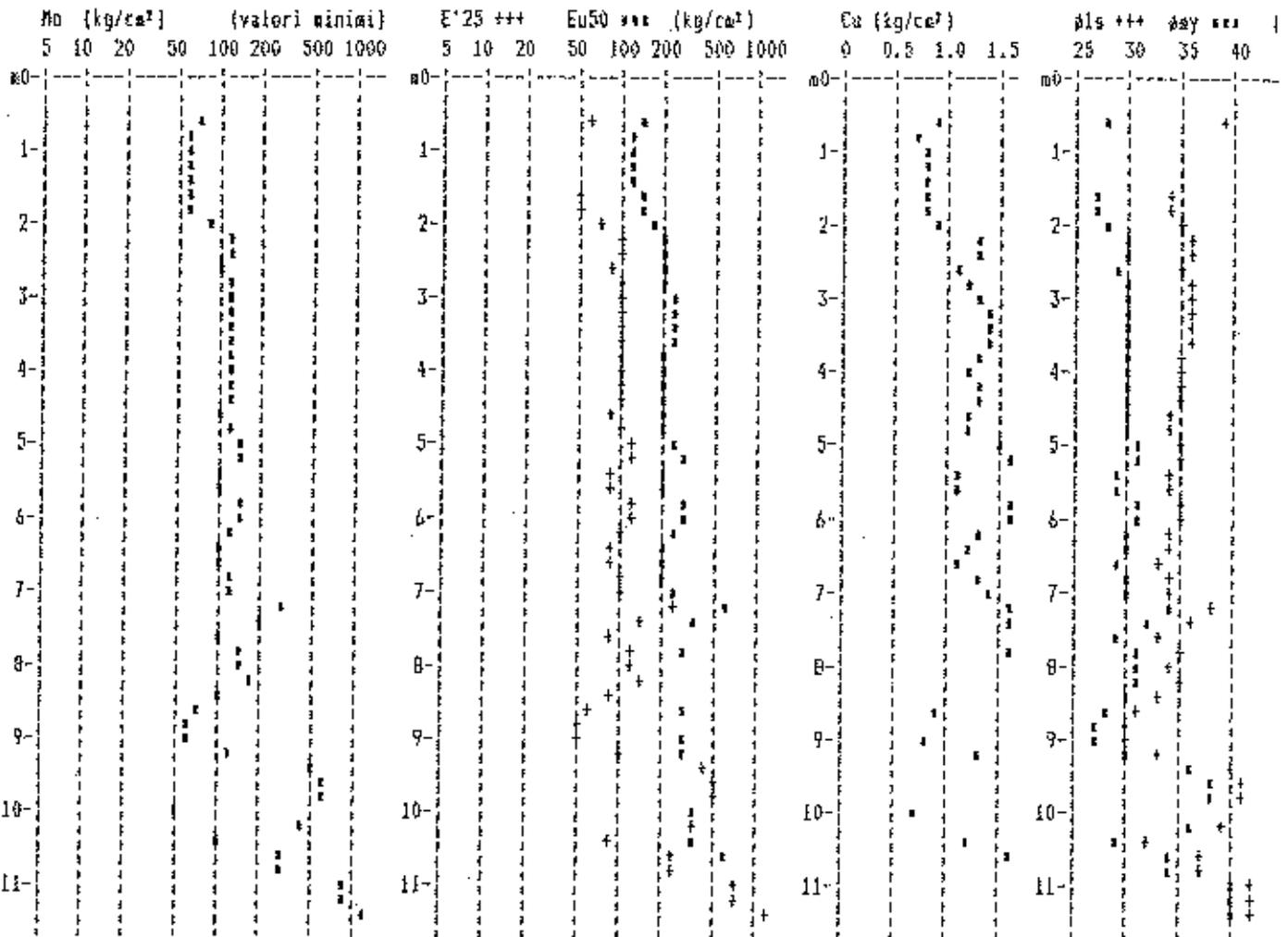


COMUNA DI SCANDICCIO

PROVA PENETROMETRI STATICA CPT 2
 PARAM. GEOTEKNICI Diagramma RZ-6P-96

PENETROMETRO STATICO tipo BOUDA da 10 t
 Cantiere : Genl. MARCHESELLI
 Località : Scanditici

data : 20 / 06 / 93
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 3.00 m da quota inizio



CANTIERE GENL. MARCHESELLI

PROVA PENETROMETRI STAZIONARIA
PARAM. GEOTECNICI

DEPT 2
RZ-6P-90

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t

Cantiere : Geol. MARCHESELLI

Località : Scandicci

data : 28 / 06 / 93

quota inizio : p.c.

prof. falda = 3,00 m da quota inizio

NATURA CDEBIVA											NATURA GRANULARE											
prof. [m]	Rp kg/cm²	Rp/RL [-]	NATURA LITOL.	γ' t/m³	e'vd kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR [-]	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	φ15 (°)	φ25 (°)	φ35 (°)	φ45 (°)	φ60 (°)	φ80 (°)	σmax/g [-]	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0.20	1/7	1.85	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.40	1/7	1.85	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.60	23	10	4/1/1/1	1.85	0.11	0.87	82.1	148	221	69	75	39	40	42	44	40	28	0.173	38	58	49	
0.80	17	14	2/1/1/1	1.85	0.15	0.72	45.6	123	184	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.00	19	16	2/1/1/1	1.85	0.17	0.73	36.1	128	191	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.20	18	12	2/1/1/1	1.85	0.22	0.78	28.8	128	191	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.40	19	15	2/1/1/1	1.85	0.24	0.73	25.7	128	191	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.60	20	15	4/1/1/1	1.85	0.30	0.90	21.8	136	204	60	46	34	37	39	42	38	27	0.093	33	50	40	
1.80	20	15	4/1/1/1	1.85	0.33	0.80	18.8	136	204	60	44	34	36	37	41	43	27	0.088	33	50	40	
2.00	27	17	4/1/1/1	1.85	0.37	0.93	20.3	161	242	81	51	35	37	40	42	33	28	0.107	43	68	81	
2.20	38	14	4/1/1/1	1.85	0.41	1.27	24.0	213	323	114	61	36	39	41	43	37	30	0.132	63	95	114	
2.40	38	13	4/1/1/1	1.85	0.44	1.27	23.3	213	323	114	59	34	38	40	43	36	30	0.124	63	95	114	
2.60	34	15	4/1/1/1	1.85	0.48	1.13	18.3	193	289	102	53	33	38	40	42	35	29	0.111	57	85	102	
2.80	37	15	4/1/1/1	1.85	0.52	1.23	16.6	210	315	111	54	35	38	40	42	35	30	0.114	62	93	111	
3.00	40	18	4/1/1/1	1.00	0.54	1.35	17.3	227	340	120	56	36	38	40	42	35	30	0.119	67	100	120	
3.20	42	14	4/1/1/1	1.00	0.56	1.40	19.0	238	357	126	56	36	38	40	43	35	30	0.121	70	109	126	
3.40	41	14	4/1/1/1	1.00	0.58	1.37	18.4	232	349	123	55	36	38	40	42	38	30	0.114	68	103	123	
3.60	41	15	4/1/1/1	1.00	0.60	1.37	17.6	232	349	123	54	36	38	40	42	35	30	0.114	68	103	123	
3.80	39	14	4/1/1/1	1.00	0.62	1.30	15.9	221	331	117	51	35	37	40	42	34	30	0.107	65	98	117	
4.00	37	13	4/1/1/1	0.99	0.64	1.23	14.3	210	313	111	49	33	37	39	42	31	30	0.101	62	93	111	
4.20	38	13	4/1/1/1	0.99	0.66	1.27	14.2	213	323	114	48	33	37	39	42	34	30	0.101	63	93	114	
4.40	36	13	4/1/1/1	0.99	0.68	1.27	13.7	213	323	114	48	33	37	39	42	34	30	0.101	63	93	114	
4.60	36	15	4/1/1/1	0.99	0.70	1.20	12.4	204	306	108	44	34	37	39	42	33	30	0.093	60	90	108	
4.80	37	16	4/1/1/1	0.99	0.72	1.23	12.4	210	313	111	44	34	37	39	42	33	30	0.094	62	93	111	
5.00	45	16	4/1/1/1	1.00	0.74	1.35	15.7	241	391	138	53	35	38	40	42	34	31	0.111	77	113	138	
5.20	47	17	4/1/1/1	1.01	0.76	1.47	15.4	266	406	141	53	35	38	40	42	34	31	0.111	78	116	141	
5.40	33	16	4/1/1/1	0.97	0.78	1.10	9.7	168	262	99	40	34	36	37	41	32	29	0.080	50	83	99	
5.60	34	19	4/1/1/1	0.98	0.80	1.13	9.8	194	290	102	40	34	36	39	41	32	29	0.081	57	85	102	
5.80	47	19	4/1/1/1	1.01	0.82	1.07	14.2	266	406	141	51	35	37	40	42	34	31	0.107	78	116	141	
6.00	48	19	4/1/1/1	1.01	0.84	1.60	14.1	272	408	144	51	35	37	40	42	34	31	0.107	80	120	144	
6.20	40	19	4/1/1/1	1.00	0.86	1.53	10.9	227	340	120	44	34	37	39	42	33	30	0.090	67	100	120	
6.40	36	21	4/1/1/1	0.98	0.88	1.20	9.3	209	313	108	40	34	36	39	41	32	30	0.086	60	90	108	
6.60	33	24	4/1/1/1	0.97	0.90	1.10	8.1	214	321	99	37	33	36	38	41	31	29	0.072	55	83	99	
6.80	38	24	4/1/1/1	0.99	0.92	1.27	9.4	219	329	114	41	34	36	39	41	32	30	0.082	63	95	114	
7.00	41	15	4/1/1/1	1.00	0.94	1.37	10.1	232	349	123	43	34	36	39	41	32	30	0.087	68	103	123	
7.20	100	24	4/1/1/1	1.03	0.96	3.33	29.4	547	850	300	73	38	40	42	44	37	34	0.168	167	250	300	
7.40	62	21	4/1/1/1	1.02	0.98	2.07	16.0	331	527	185	56	36	39	40	42	34	32	0.120	103	155	185	
7.60	32	44	3/1/1/1	0.88	0.99	-	-	-	-	-	33	33	35	38	41	31	29	0.054	53	80	94	
7.80	31	23	4/1/1/1	1.01	1.01	1.70	12.0	289	434	153	48	35	37	39	42	33	31	0.100	80	120	153	
8.00	44	39	3/1/1/1	0.91	1.03	-	-	-	-	-	43	34	36	39	42	33	31	0.087	74	110	132	
8.20	35	44	3/1/1/1	0.92	1.05	-	-	-	-	-	49	35	37	39	42	33	31	0.101	80	133	159	
8.40	34	32	3/1/1/1	0.89	1.07	-	-	-	-	-	33	33	35	38	41	31	30	0.069	60	90	109	
8.60	23	23	4/1/1/1	0.94	1.09	0.87	4.7	302	453	69	19	31	34	36	40	28	28	0.037	38	58	69	
8.80	21	39	3/1/1/1	0.85	1.10	-	-	-	-	-	16	30	33	36	39	28	27	0.031	35	53	63	
9.00	21	9	4/1/1/1	0.93	1.12	0.82	4.3	314	471	63	16	30	33	36	39	28	27	0.030	35	53	63	
9.20	38	29	4/1/1/1	0.99	1.14	1.27	7.1	289	427	114	33	33	36	38	41	31	30	0.070	63	95	114	
9.40	160	60	3/1/1/1	1.07	1.16	-	-	-	-	-	84	40	41	43	45	39	36	0.204	267	400	500	
9.60	200	35	3/1/1/1	1.15	1.19	-	-	-	-	-	92	41	42	44	45	39	38	0.229	333	500	600	
9.80	173	183	3/1/1/1	1.14	1.21	-	-	-	-	-	90	41	42	44	45	39	38	0.224	323	488	585	
10.00	14	8	2/1/1/1	0.94	1.23	0.70	3.1	339	508	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10.20	130	75	3/1/1/1	1.09	1.25	-	-	-	-	-	60	39	41	43	44	38	36	0.191	230	379	480	
10.40	33	11	4/1/1/1	0.99	1.27	1.17	5.6	342	514	103	30	32	35	38	40	36	29	0.078	58	80	105	
10.60	75	27	4/1/1/1	1.03	1.29	3.17	19.3	538	808	285	64	37	39	41	43	39	34	0.142	138	238	285	
10.80	100	30	3/1/1/1	1.00	1.31	-	-	-	-	-	65	37	39	41	43	39	34	0.144	147	250	300	
11.00	280	84	3/1/1/1	1.13	1.34	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	40	40	0.258	467	700	840	
11.20	300	90	3/1/1/1	1.13	1.36	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	41	40	0.258	500	750	900	
11.40	500	-	3/1/1/1	1.15	1.38	-	-	-	-	-	100	42	43	45	46	43	40	0.258	833	1250	1500	

CANTIERE S. DI SCANDICCI

PROVA PENETROMETRA STATICA
TABELLE VALORI RESISTENZA

OPT 2
RZ-6P-90

PENETROMETRO STATICO tipo BOUNA da 10t (con anello allargatore) - avanz. 2 cm/s - COSTANTE TRASFERIMENTO $C_t = 10,0$
 punta meccanica tipo Begemann $\phi 35,7mm$ (area punta $10cm^2$ - apertura 60°) - manico laterale (superficie $150 cm^2$)
 Cantiere : Geol. MARCHESELLI
 Località : Scandicci
 note : no
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 3.00 m da quota inizio
 data : 28 / 06 / 93

prof. (m)	Letture di campagna			Rp kg/cm ²	RL kg/cm ²	Rp/RL -	Rt kg	prof. (m)	letture di campagna			Rp kg/cm ²	RL kg/cm ²	Rp/RL -	Rt kg
	punta	later.	totale						punta	later.	totale				
0.20	-	-	-	-	-	-	-	6.00	48.0	85.0	-	48	2.67	18	-
0.40	-	-	-	-	2.73	-	-	6.20	40.0	80.0	-	40	2.07	19	-
0.60	23.0	64.0	-	23	2.20	10	-	6.40	36.0	67.0	-	36	1.73	21	-
0.80	17.0	50.0	-	17	1.20	14	-	6.60	33.0	59.0	-	33	1.40	24	-
1.00	18.0	36.0	-	18	1.13	16	-	6.80	38.0	59.0	-	38	1.33	29	-
1.20	18.0	33.0	-	18	1.53	12	-	7.00	41.0	61.0	-	41	2.67	15	-
1.40	18.0	41.0	-	18	1.80	10	-	7.20	100.0	140.0	-	100	4.20	24	-
1.60	20.0	47.0	-	20	1.93	10	-	7.40	62.0	125.0	-	62	2.93	21	-
1.80	20.0	49.0	-	20	1.60	13	-	7.60	32.0	76.0	-	32	0.73	44	-
2.00	27.0	51.0	-	27	2.33	12	-	7.80	51.0	62.0	-	51	2.20	23	-
2.20	38.0	73.0	-	38	2.67	14	-	8.00	44.0	77.0	-	44	1.13	39	-
2.40	38.0	78.0	-	38	2.87	13	-	8.20	53.0	70.0	-	53	1.20	44	-
2.60	34.0	77.0	-	34	2.60	13	-	8.40	36.0	54.0	-	36	1.13	32	-
2.80	37.0	76.0	-	37	2.47	15	-	8.60	23.0	40.0	-	23	1.00	23	-
3.00	40.0	77.0	-	40	2.67	15	-	8.80	21.0	36.0	-	21	0.53	39	-
3.20	42.0	82.0	-	42	2.93	14	-	9.00	21.0	29.0	-	21	2.47	9	-
3.40	41.0	85.0	-	41	3.00	14	-	9.20	38.0	75.0	-	38	1.33	29	-
3.60	41.0	86.0	-	41	2.67	15	-	9.40	160.0	100.0	-	160	2.67	60	-
3.80	39.0	79.0	-	39	2.87	14	-	9.60	200.0	240.0	-	200	3.67	55	-
4.00	37.0	80.0	-	37	2.80	13	-	9.80	195.0	230.0	-	195	1.07	183	-
4.20	38.0	80.0	-	38	2.13	18	-	10.00	16.0	32.0	-	16	2.00	8	-
4.40	38.0	70.0	-	38	2.07	18	-	10.20	150.0	180.0	-	150	2.00	75	-
4.60	36.0	67.0	-	36	2.47	15	-	10.40	35.0	65.0	-	35	3.33	11	-
4.80	37.0	74.0	-	37	2.27	16	-	10.60	95.0	145.0	-	95	3.33	29	-
5.00	46.0	80.0	-	46	2.87	16	-	10.80	100.0	130.0	-	100	2.60	50	-
5.20	47.0	90.0	-	47	2.80	17	-	11.00	280.0	310.0	-	280	3.33	84	-
5.40	33.0	75.0	-	33	2.07	16	-	11.20	300.0	350.0	-	300	3.33	90	-
5.60	34.0	65.0	-	34	1.80	19	-	11.40	500.0	550.0	-	500	-	-	-
5.80	47.0	74.0	-	47	2.47	19	-								

CANTIERE S. MARCHESELLI

PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT 2
 RZ-6P-90

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t

Cantiere : Geol. MARCHESELLI

Località : Scandicci

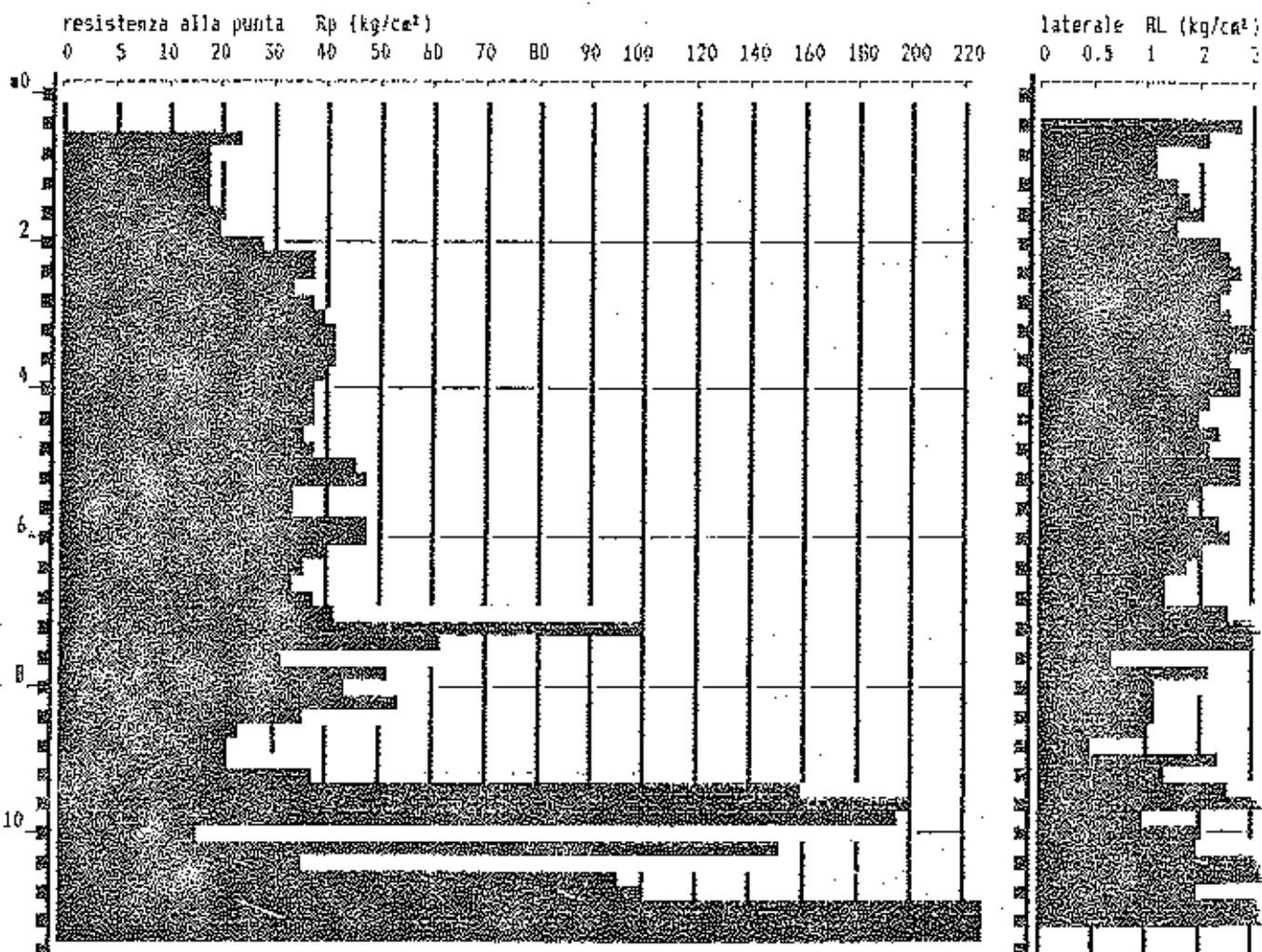
note : nn

data : 28 / 06 / 93

quota inizio : p.c.

prof. falda = 3.00 m da quota inizio

scala profondità = 1 : 100



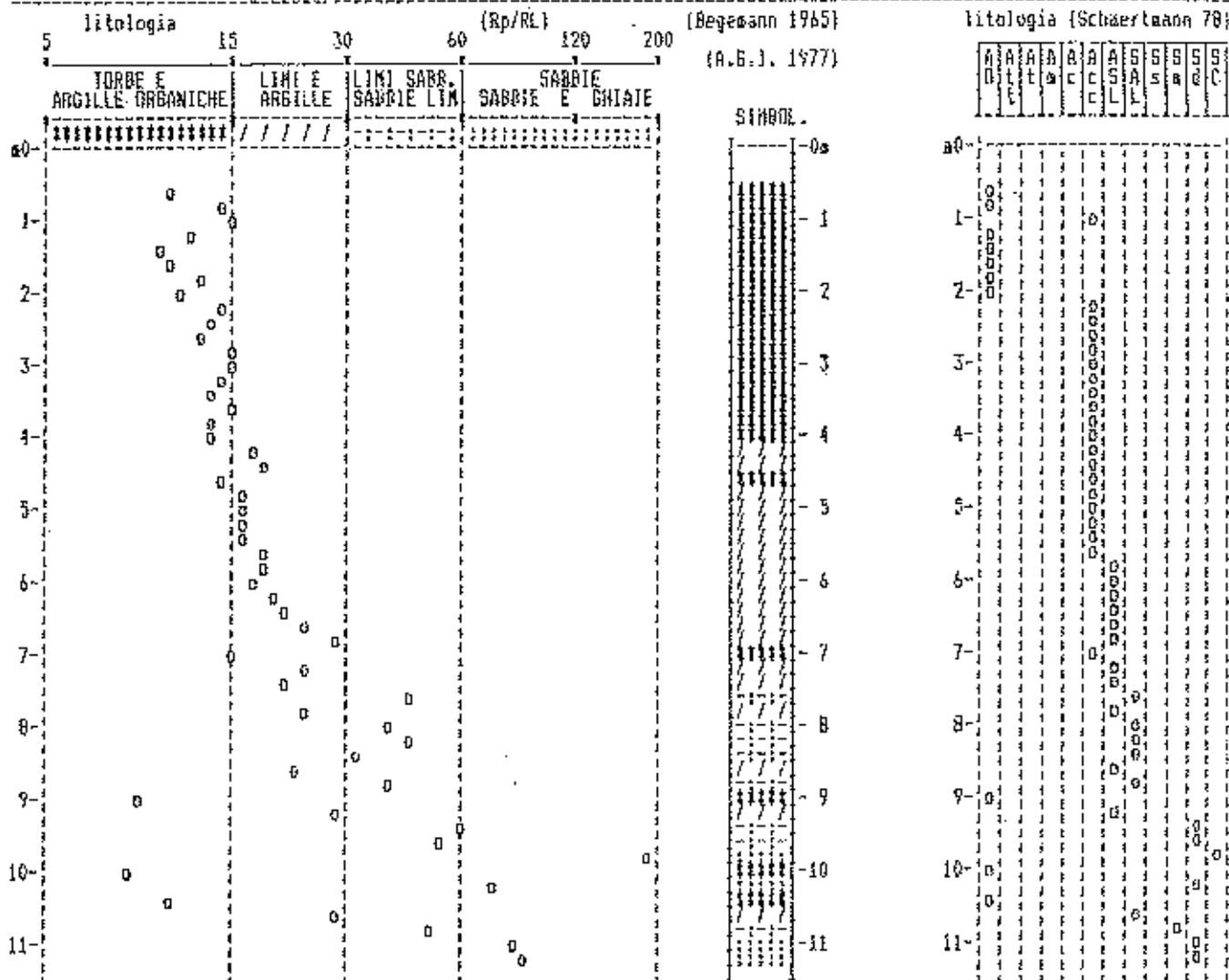
UNIVERSITÀ DI SCAUDICCI

PROVA PENETROMETRI STATICA
VALUTAZIONE LITOLOGICHE

CPT 2
RZ-6P-90

PENETROMETRO STATICO tipo GUDÅ da 10 t
Cantiere : Geol. MARCHESELLI
Località : Scandicci
note : 06

data : 28 / 06 / 93
quota inizio : p.c.
prof. falda = 3.00 m da quota inizio
scala profondità = 1 : 100

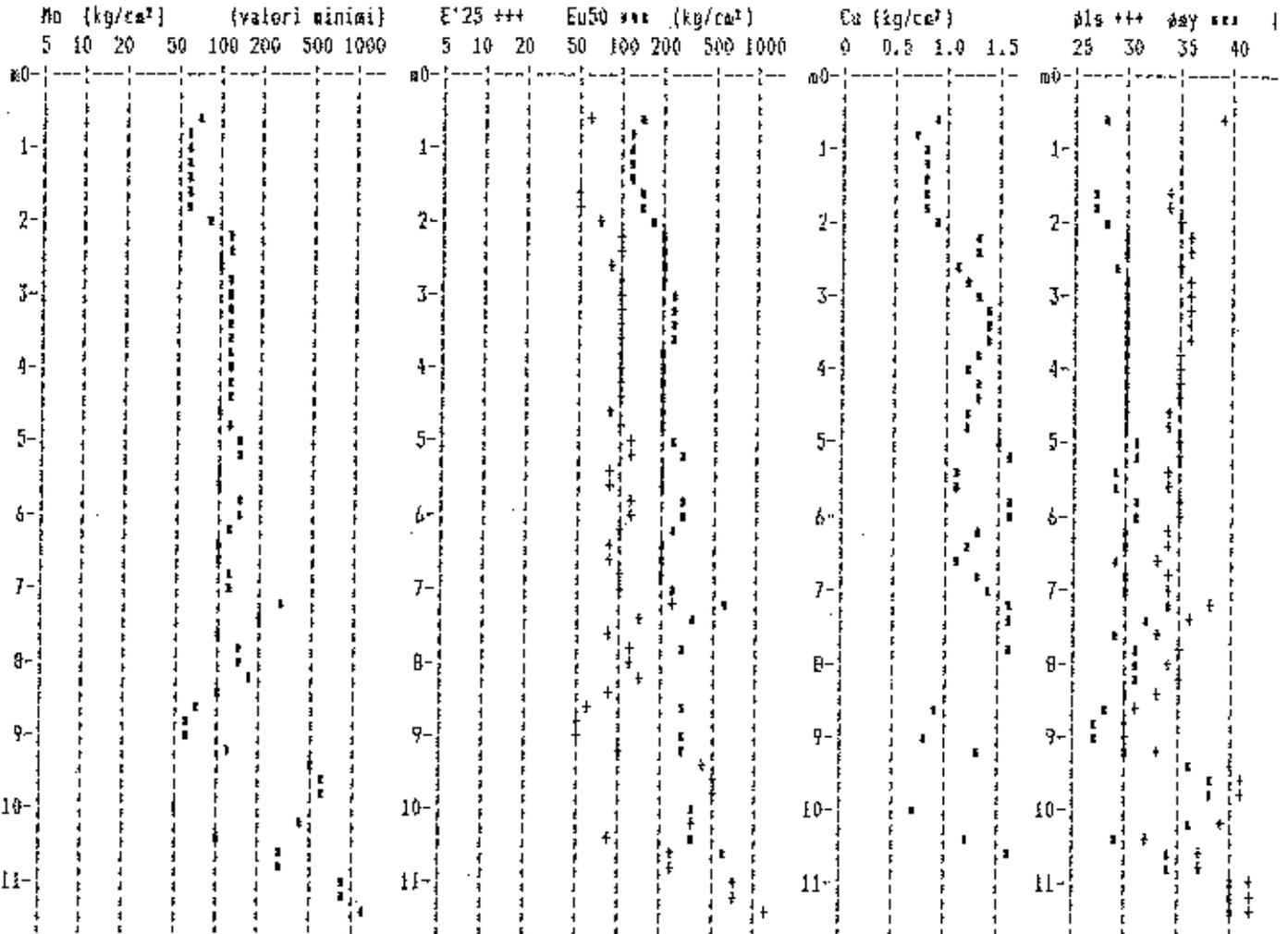


COMUNA DI SCANDICCIO

PROVA PENETROMETRI STATICA CPT 2
 PARAM. GEOTEKNICI Diagrammi RZ-6P-96

PENETROMETRO STATICO tipo BOUDA da 10 t
 Cantiere : Genl. MARCHESELLI
 Località : Scandicci

data : 20 / 06 / 93
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 3.00 m da quota inizio



CANTIERE GENL. MARCHESELLI

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Claudio Cantini
- lavoro :
- località : Via Ponte di Formicola - Scandicci (FI)
- note :

- data : 28/04/2010
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	0,87	----	4,40	11,0	18,0	11,0	0,53	21,0
0,40	11,0	24,0	11,0	0,80	14,0	4,60	14,0	22,0	14,0	0,67	21,0
0,60	12,0	24,0	12,0	1,13	11,0	4,80	11,0	21,0	11,0	1,60	7,0
0,80	18,0	35,0	18,0	1,67	11,0	5,00	17,0	41,0	17,0	0,73	23,0
1,00	22,0	47,0	22,0	1,73	13,0	5,20	34,0	45,0	34,0	1,93	18,0
1,20	31,0	57,0	31,0	2,40	13,0	5,40	42,0	71,0	42,0	2,93	14,0
1,40	31,0	67,0	31,0	2,47	13,0	5,60	59,0	103,0	59,0	2,47	24,0
1,60	29,0	66,0	29,0	2,60	11,0	5,80	98,0	135,0	98,0	1,67	59,0
1,80	26,0	65,0	26,0	1,93	13,0	6,00	100,0	125,0	100,0	1,93	52,0
2,00	24,0	53,0	24,0	1,67	14,0	6,20	146,0	175,0	146,0	3,47	42,0
2,20	17,0	42,0	17,0	1,33	13,0	6,40	24,0	76,0	24,0	1,60	15,0
2,40	15,0	35,0	15,0	0,73	20,0	6,60	22,0	46,0	22,0	0,93	24,0
2,60	13,0	24,0	13,0	0,80	16,0	6,80	19,0	33,0	19,0	1,00	19,0
2,80	13,0	25,0	13,0	0,87	15,0	7,00	13,0	28,0	13,0	0,73	18,0
3,00	14,0	27,0	14,0	1,00	14,0	7,20	12,0	23,0	12,0	0,73	16,0
3,20	12,0	27,0	12,0	0,73	16,0	7,40	15,0	26,0	15,0	1,20	12,0
3,40	15,0	26,0	15,0	0,80	19,0	7,60	20,0	38,0	20,0	2,00	10,0
3,60	23,0	35,0	23,0	1,00	23,0	7,80	174,0	204,0	174,0	2,33	75,0
3,80	19,0	34,0	19,0	0,87	22,0	8,00	172,0	207,0	172,0	4,40	39,0
4,00	13,0	26,0	13,0	0,93	14,0	8,20	219,0	285,0	219,0	6,00	36,0
4,20	10,0	24,0	10,0	0,47	21,0	8,40	285,0	375,0	285,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

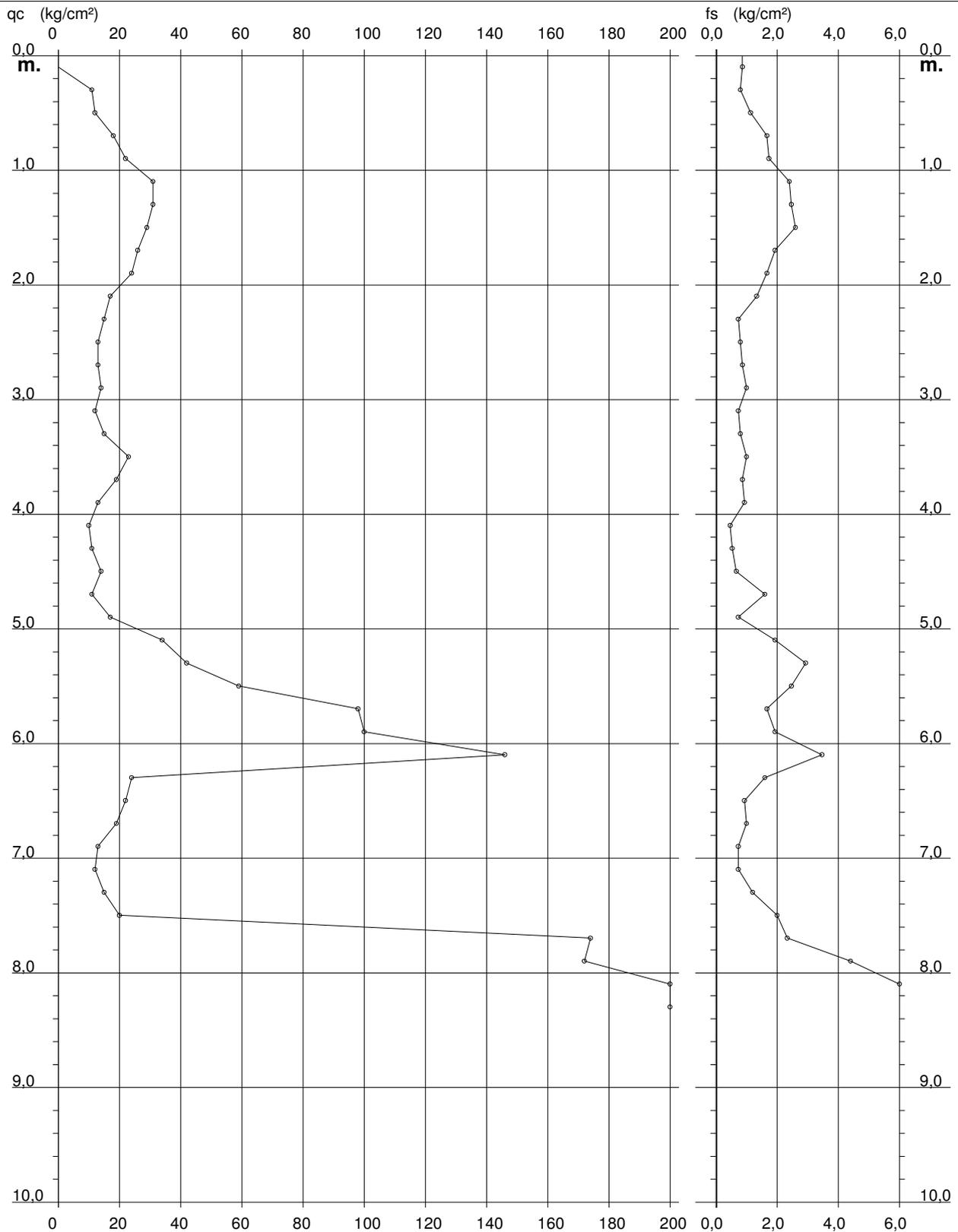
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Claudio Cantini
- lavoro :
- località : Via Ponte di Formicola - Scandicci (FI)

- data : 28/04/2010
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Claudio Cantini
- lavoro :
- località : Via Ponte di Formicola - Scandicci (FI)
- note :

- data : 28/04/2010
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	----	----	--	0,40	----	4,40	13,0	22,0	13,0	0,73	18,0
0,40	10,0	16,0	10,0	0,53	19,0	4,60	21,0	32,0	21,0	1,20	17,0
0,60	18,0	26,0	18,0	0,67	27,0	4,80	16,0	34,0	16,0	1,27	13,0
0,80	24,0	34,0	24,0	0,87	28,0	5,00	28,0	47,0	28,0	0,93	30,0
1,00	26,0	39,0	26,0	0,93	28,0	5,20	30,0	44,0	30,0	2,80	11,0
1,20	26,0	40,0	26,0	1,07	24,0	5,40	45,0	87,0	45,0	2,20	20,0
1,40	25,0	41,0	25,0	0,87	29,0	5,60	60,0	93,0	60,0	1,40	43,0
1,60	23,0	36,0	23,0	0,87	27,0	5,80	27,0	48,0	27,0	1,87	14,0
1,80	15,0	28,0	15,0	0,67	22,0	6,00	31,0	59,0	31,0	1,60	19,0
2,00	16,0	26,0	16,0	0,67	24,0	6,20	31,0	55,0	31,0	1,60	19,0
2,20	11,0	21,0	11,0	0,47	24,0	6,40	27,0	51,0	27,0	1,27	21,0
2,40	13,0	20,0	13,0	0,40	32,0	6,60	21,0	40,0	21,0	1,07	20,0
2,60	15,0	21,0	15,0	0,33	45,0	6,80	19,0	35,0	19,0	1,00	19,0
2,80	13,0	18,0	13,0	1,20	11,0	7,00	15,0	30,0	15,0	0,87	17,0
3,00	17,0	35,0	17,0	0,67	25,0	7,20	11,0	24,0	11,0	0,60	18,0
3,20	13,0	23,0	13,0	0,93	14,0	7,40	11,0	20,0	11,0	0,40	27,0
3,40	11,0	25,0	11,0	1,00	11,0	7,60	16,0	22,0	16,0	0,60	27,0
3,60	13,0	28,0	13,0	1,13	11,0	7,80	10,0	19,0	10,0	2,20	5,0
3,80	20,0	37,0	20,0	0,87	23,0	8,00	153,0	186,0	153,0	6,80	22,0
4,00	14,0	27,0	14,0	1,13	12,0	8,20	207,0	309,0	207,0	5,20	40,0
4,20	13,0	30,0	13,0	0,60	22,0	8,40	295,0	373,0	295,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

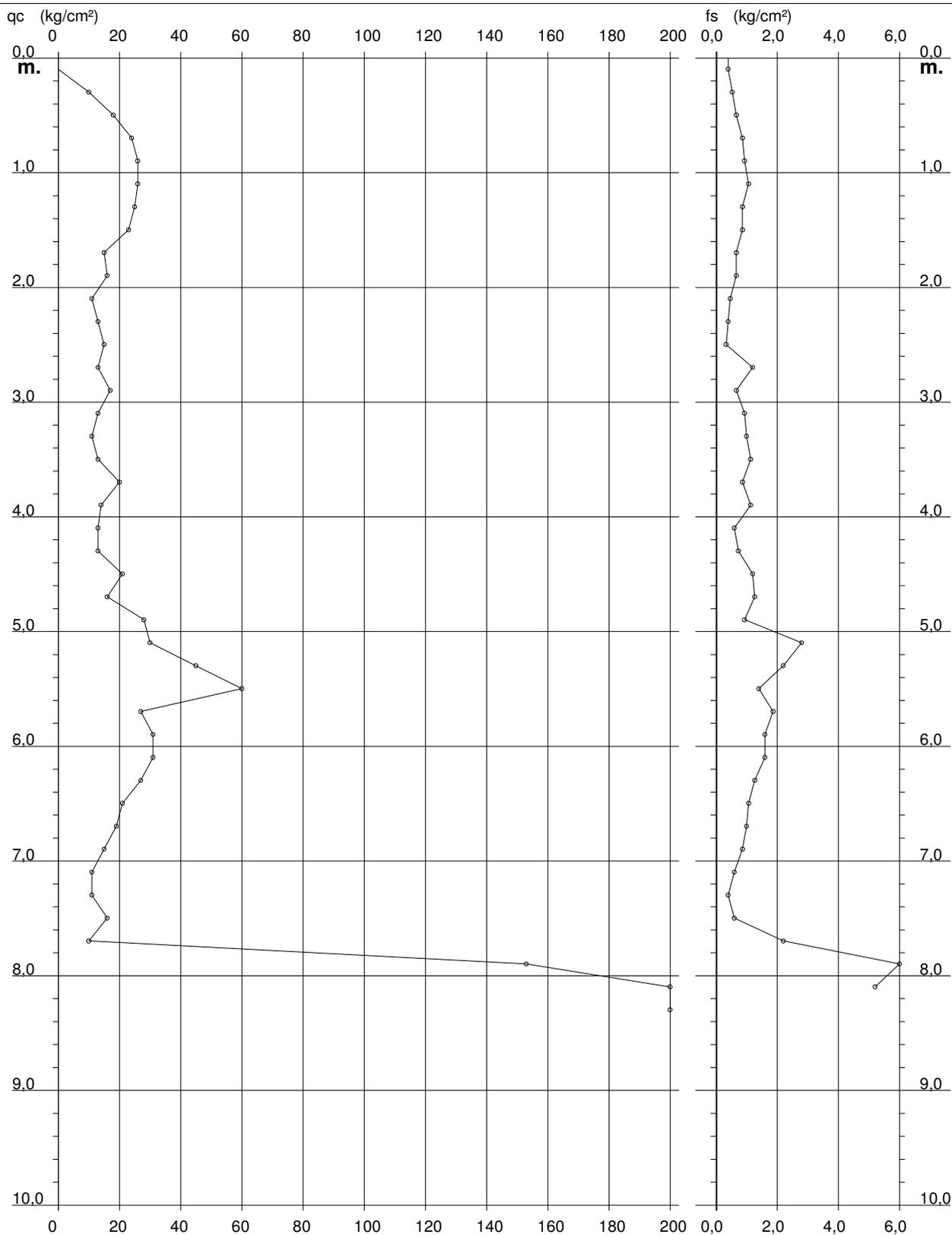
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Claudio Cantini
- lavoro :
- località : Via Ponte di Formicola - Scandicci (FI)

- data : 28/04/2010
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



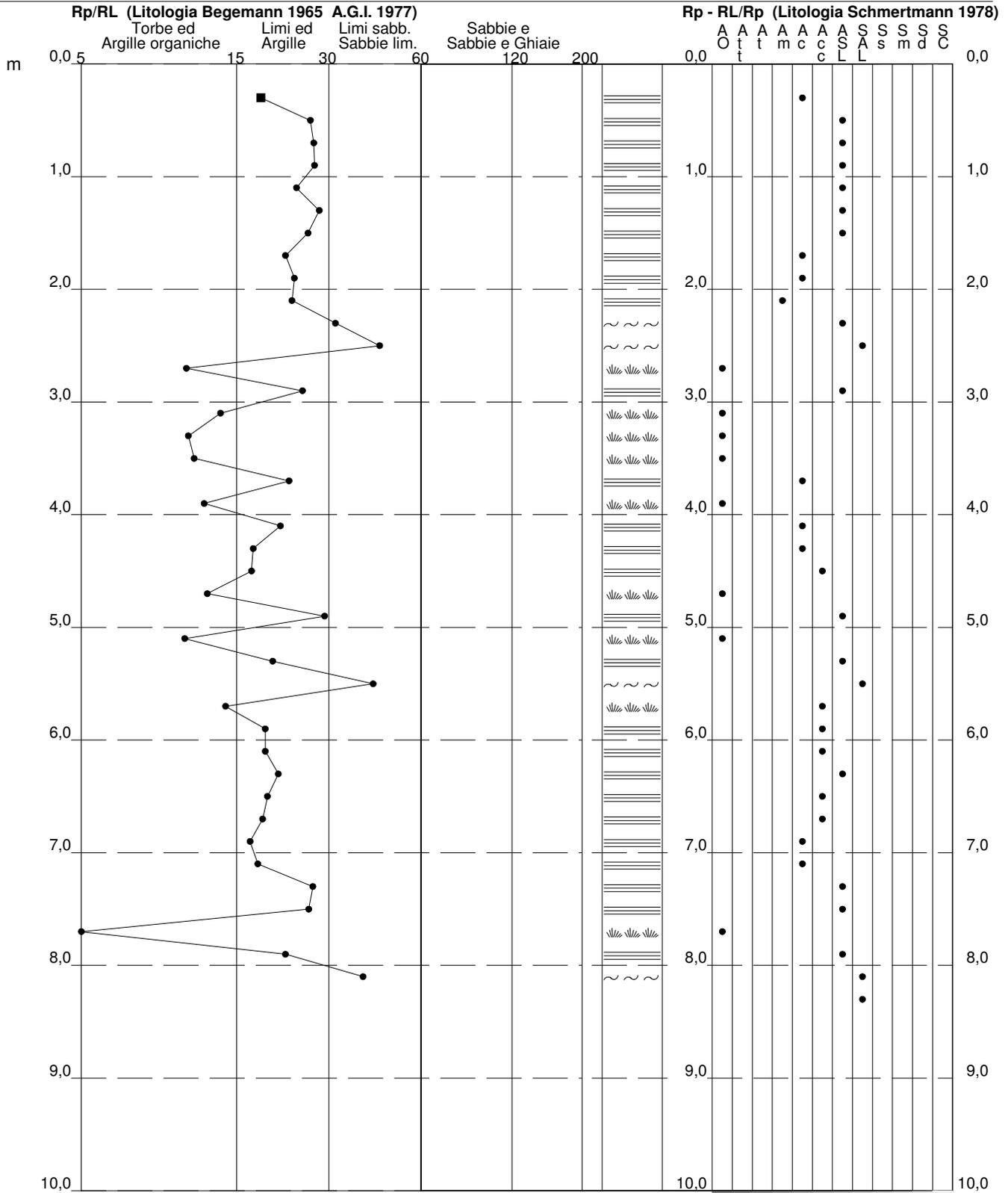
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 4

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Claudio Cantini
- lavoro :
- località : Via Ponte di Formicola - Scandicci (FI)
- note :

- data : 28/04/2010
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



ALLEGATO 5
TABULATI DELLE VERIFICHE A LIQUEFAZIONE

Metodo di Idriss & Boulanger (2014)

Nel metodo proposto da **Idriss e Boulanger** l'indice di comportamento I_c per il tipo di suolo è ricavato con le formule riportate di seguito:

$$I_c = \left[(\log_{10} Q - 3,47)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5} \quad (6.0a)$$

$$Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (6.0b)$$

$$R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100 \quad (6.0c)$$

dove

q_c è la resistenza alla punta misurata

Pa è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di σ'_{vo}

f_s è l'attrito del manicotto

n è un'esponente che dipende dal tipo di suolo, variabile tra 0,5 e 1.

Calcolato I_c , si procede con la correzione della resistenza alla punta misurata q_c mediante la seguente espressione:

$$q_{c1N} = C_Q \cdot \left(\frac{q_c}{Pa} \right) \quad (6.1)$$

$$C_Q = \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \leq 1,7 \quad (6.2)$$

dove n si determina per via iterativa dalla seguente relazione:

$$n = 1,338 - 0,249 \cdot q_{c1N}^{0,264} \quad (6.3)$$

La correzione della resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene valutata mediante la seguente procedura:

$$(q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N} \quad (6.4a)$$

$$\Delta q_{c1N} = \left(11,9 + \frac{q_{c1N}}{14,6} \right) \cdot \exp \left[1,63 - \frac{9,7}{FC + 2} - \left(\frac{15,7}{FC + 2} \right)^2 \right] \quad (6.4b)$$

Dove la frazione di fine $FC(\%)$ viene calcolata mediante l'espressione seguente:

$$FC(\%) = 2,8 \cdot (I_c)^{2,60} \quad (6.5)$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 (**CRR**_{7,5}) si calcola da:

$$CRR = \exp \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{113} + \left(\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right)^2 - \left(\frac{(q_{c1N})_{cs}}{140} \right)^3 + \left(\frac{(q_{c1N})_{cs}}{137} \right)^4 - 2,80 \right] \quad (6.6)$$

Per $z_W > z$, con z_W profondità della falda, e per $(q_{c1N})_{cs} \leq 160$ il terreno è non liquefacibile (NL).

Il rapporto di sforzo ciclico **CSR** (*Cyclic Stress Ratio*) si determina da:

$$CSR = 0,65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \right) \cdot r_d \quad (6.7)$$

Dove per il coefficiente di riduzione delle tensioni r_d si utilizza la formula, con M si indica la magnitudo:

$$r_d = \exp[\alpha(z) + \beta(z) \cdot M] \quad (6.8a)$$

$$\alpha = -1,1012 - 1,126 \cdot \operatorname{sen} \left[\frac{z}{11,73} + 5,133 \right] \quad (6.8b)$$

$$\beta = 0,106 + 0,118 \cdot \operatorname{sen} \left[\frac{z}{11,28} + 5,142 \right] \quad (6.8c)$$

Il fattore di sicurezza alla liquefazione è definito nel modo seguente:

$$FS = \frac{CRR_{7,5}}{CSR} \cdot MSF \cdot K_{\sigma} \quad (6.9)$$

Per determinare il fattore di scala della magnitudo **MSF**, la formula di **Idriss & Boulanger** utilizza l'espressione:

$$MSF = 1 + (MSF_{max} - 1) \cdot 8.64 \cdot \exp\left(-\frac{M}{4}\right) - 1.325 \leq 1,8 \quad (6.10)$$

$$MSF_{max} = 1.09 + \left(\frac{qc_{1Ncs}}{180}\right)^3 \leq 2.2$$

Il fattore di correzione della pressione di confinamento K_{σ} è dato da:

$$K_{\sigma} = 1 - C_{\sigma} \cdot \ln\left(\frac{\sigma'_{v0}}{p_a}\right) \leq 1 \quad (6.11a)$$

$$C_{\sigma} = \frac{1}{37,3 - 8,27 \cdot (q_{c1N})^{0,264}} \leq 0,3 \quad (6.11b)$$

VERIFICA CPT 4 - POLIMODA

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: Piano Particolareggiato Area di Trasformazione Tr04c

Cliente: Comune di Scandicci

Data 17/11/2019

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 5 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.145

Fattore amplificazione 2.425

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.734

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.3

Peak ground acceleration (PGA) 0.25143

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)
1	0	0.2	19	20	0	39.2266
2	0.2	0.4	19	20	980.665	51.97525
3	0.4	0.6	19	20	1765.197	65.70456
4	0.6	0.8	19	20	2353.596	85.31786
5	0.8	1	19	20	2549.729	91.20185
6	1	1.2	19	20	2549.729	104.9312
7	1.2	1.4	19	20	2451.663	85.31786
8	1.4	1.6	19	20	2255.53	85.31786
9	1.6	1.8	19	20	1470.998	65.70456
10	1.8	2	19	20	1569.064	65.70456
11	2	2.2	19	20	1078.732	46.09126
12	2.2	2.4	19	20	1274.865	39.2266
13	2.4	2.6	19	20	1470.998	32.36195
14	2.6	2.8	19	20	1274.865	117.6798
15	2.8	3	19	20	1667.131	65.70456
16	3	3.2	19	20	1274.865	91.20185
17	3.2	3.4	19	20	1078.732	98.0665
18	3.4	3.6	19	20	1274.865	110.8151
19	3.6	3.8	19	20	1961.33	85.31786
20	3.8	4	19	20	1372.931	110.8151
21	4	4.2	19	20	1274.865	58.8399
22	4.2	4.4	19	20	1274.865	71.58855
23	4.4	4.6	19	20	2059.397	117.6798
24	4.6	4.8	19	20	1569.064	124.5445
25	4.8	5	19	20	2745.862	91.20185
26	5	5.2	19	20	2941.995	274.5862
27	5.2	5.4	19	20	4412.993	215.7463
28	5.4	5.6	19	20	5883.99	137.2931
29	5.6	5.8	19	20	2647.796	183.3844
30	5.8	6	19	20	3040.062	156.9064
31	6	6.2	19	20	3040.062	156.9064
32	6.2	6.4	19	20	2647.796	124.5445
33	6.4	6.6	19	20	2059.397	6.864655
34	6.6	6.8	19	20	1863.264	98.0665

35	6.8	7	19	20	1470.998	85.31786
36	7	7.2	19	20	1078.732	58.8399
37	7.2	7.4	19	20	1078.732	39.2266
38	7.4	7.6	19	20	1569.064	58.8399
39	7.6	7.8	19	20	980.665	215.7463
40	7.8	8	19	20	15004.17	666.8522
41	8	8.2	19	20	20299.77	509.9458

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.41

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
5.20	99.000	97.039	29.035	9.658	2.982	1.031923	0.000	0.952	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
5.40	103.000	99.077	43.553	5.006	2.655	1.014937	0.000	0.948	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
5.60	107.000	101.116	58.070	2.377	2.342	1.001261	83.777	0.943	0.130	0.163	0.797	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	9.79	ALTO_RES
5.80	111.000	103.155	26.132	7.229	2.939	0.986653	83.777	0.938	0.130	0.163	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	9.79	MOLTO BASSO_RES
6.00	115.000	105.193	30.003	5.364	2.808	0.9729734	83.777	0.933	0.130	0.163	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	9.79	MOLTO BASSO_RES
6.20	119.000	107.232	30.003	5.372	2.814	0.9592881	83.777	0.928	0.130	0.163	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	9.79	MOLTO BASSO_RES
6.40	123.000	109.271	26.132	4.933	2.840	0.9444124	83.777	0.923	0.130	0.163	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	9.79	MOLTO BASSO_RES
6.60	127.000	111.309	20.325	0.355	2.352	0.9278018	62.624	0.918	0.107	0.171	0.626	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	20.59	MOLTO ALTO_RES
6.80	131.000	113.348	18.389	5.661	3.013	0.9127889	62.624	0.913	0.107	0.171	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	20.59	MOLTO BASSO_RES
7.00	135.000	115.387	14.518	6.386	3.139	0.8956631	62.624	0.907	0.107	0.171	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	20.59	MOLTO BASSO_RES
7.20	139.000	117.425	10.646	6.261	3.259	0.8771409	62.624	0.902	0.107	0.171	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	20.59	MOLTO BASSO_RES
7.40	143.000	119.464	10.646	4.192	3.161	0.8635371	62.624	0.897	0.107	0.171	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	20.59	MOLTO BASSO_RES
7.60	147.000	121.503	15.485	4.138	3.014	0.8577031	62.624	0.892	0.107	0.171	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	20.59	MOLTO BASSO_RES
7.80	151.000	123.541	9.678	26.004	3.726	0.8356445	62.624	0.887	0.107	0.171	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	20.59	MOLTO BASSO_RES
8.00	155.000	125.580	148.080	4.491	2.309	0.8982517	140.184	0.881	0.288	0.178	1.618	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
8.20	159.000	127.619	200.343	2.532	2.032	0.8910481	166.236	0.876	0.597	0.178	3.347	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES

IPL (Sonmez)=0.87 Zcrit=10 m Rischio=Basso

VERIFICA CPT 2 – INDAGINE 36

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: Piano Particolareggiato Area di Trasformazione Tr04c

Cliente: Comune di Scandicci

Data 14/11/2019

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 3 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.145

Fattore amplificazione 2.425

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.734

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.3

Peak ground acceleration (PGA) 0.25143

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)
1	0	0.2	19	20	0	0
2	0.2	0.4	19	20	0	267.7216
3	0.4	0.6	19	20	2255.53	215.7463
4	0.6	0.8	19	20	1667.13	117.6798
5	0.8	1	19	20	1765.197	110.8151
6	1	1.2	19	20	1765.197	150.0417
7	1.2	1.4	19	20	1765.197	176.5197
8	1.4	1.6	19	20	1961.33	189.2683
9	1.6	1.8	19	20	1961.33	156.9064
10	1.8	2	19	20	2647.795	228.4949
11	2	2.2	19	20	3726.527	261.8376
12	2.2	2.4	19	20	3726.527	281.4509
13	2.4	2.6	19	20	3334.261	254.9729
14	2.6	2.8	19	20	3628.46	242.2243
15	2.8	3	19	20	3922.66	261.8376
16	3	3.2	19	20	4118.793	287.3348
17	3.2	3.4	19	20	4020.727	294.1995
18	3.4	3.6	19	20	4020.727	261.8376
19	3.6	3.8	19	20	3824.594	281.4509
20	3.8	4	19	20	3628.46	274.5862
21	4	4.2	19	20	3726.527	208.8816
22	4.2	4.4	19	20	3726.527	202.9977
23	4.4	4.6	19	20	3530.394	242.2243
24	4.6	4.8	19	20	3628.46	222.611
25	4.8	5	19	20	4511.059	281.4509
26	5	5.2	19	20	4609.125	274.5862
27	5.2	5.4	19	20	3236.195	202.9977
28	5.4	5.6	19	20	3334.261	176.5197
29	5.6	5.8	19	20	4609.125	242.2243
30	5.8	6	19	20	4707.192	261.8376
31	6	6.2	19	20	3922.66	202.9977

32	6.2	6.4	19	20	3530.394	169.655
33	6.4	6.6	19	20	3236.195	137.2931
34	6.6	6.8	19	20	3726.527	130.4285
35	6.8	7	19	20	4020.727	261.8376
36	7	7.2	19	20	9806.65	411.8793
37	7.2	7.4	19	20	6080.123	287.3348
38	7.4	7.6	19	20	3138.128	71.58855
39	7.6	7.8	19	20	5001.392	215.7463
40	7.8	8	19	20	4314.926	110.8151
41	8	8.2	19	20	5197.524	117.6798
42	8.2	8.4	19	20	3530.394	110.8151
43	8.4	8.6	19	20	2255.53	98.0665
44	8.6	8.8	19	20	2059.396	51.97525
45	8.8	9	19	20	2059.396	242.2243
46	9	9.2	19	20	3726.527	130.4285
47	9.2	9.4	19	20	15690.64	261.8376
48	9.4	9.6	19	20	19613.3	359.9041
49	9.6	9.8	19	20	19122.97	104.9312
50	9.8	10	19	20	1569.064	196.133
51	10	10.2	19	20	14709.97	196.133
52	10.2	10.4	19	20	3432.327	326.5614
53	10.4	10.6	19	20	9316.317	326.5614
54	10.6	10.8	19	20	9806.65	196.133
55	10.8	11	19	20	27458.62	326.5614
56	11	11.2	19	20	29419.95	326.5614
57	11.2	11.4	19	20	49033.25	0

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.56

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento lc	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
3.20	61.000	59.039	40.649	7.081	2.693	1.393703	0.000	0.998	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
3.40	65.000	61.077	39.681	7.437	2.722	1.370197	0.000	0.993	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
3.60	69.000	63.116	39.681	6.626	2.689	1.344969	0.000	0.989	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
3.80	73.000	65.155	37.746	7.502	2.749	1.325601	0.000	0.985	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
4.00	77.000	67.193	35.810	7.732	2.778	1.306073	0.000	0.980	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
4.20	81.000	69.232	36.778	5.730	2.679	1.280663	0.000	0.976	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
4.40	85.000	71.271	36.778	5.575	2.676	1.25798	0.000	0.971	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
4.60	89.000	73.309	34.842	7.039	2.771	1.240039	0.000	0.967	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
4.80	93.000	75.348	35.810	6.297	2.733	1.217054	0.000	0.962	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
5.00	97.000	77.387	44.521	6.376	2.681	1.184619	0.000	0.957	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
5.20	101.000	79.425	45.489	6.091	2.665	1.16514	0.000	0.952	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
5.40	105.000	81.464	31.939	6.483	2.792	1.162734	0.000	0.948	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
5.60	109.000	83.503	32.907	5.473	2.735	1.14264	0.000	0.943	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
5.80	113.000	85.541	45.489	5.387	2.639	1.113717	0.000	0.938	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
6.00	117.000	87.580	46.456	5.704	2.655	1.09698	0.000	0.933	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
6.20	121.000	89.619	38.714	5.340	2.693	1.085723	0.000	0.928	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
6.40	125.000	91.657	34.842	4.982	2.709	1.071674	0.000	0.923	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
6.60	129.000	93.696	31.939	4.419	2.705	1.05694	0.000	0.918	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
6.80	133.000	95.735	36.778	3.630	2.606	1.039721	0.000	0.913	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
7.00	137.000	97.773	39.681	6.742	2.778	1.024405	0.000	0.907	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
7.20	141.000	99.812	96.784	4.261	2.373	1.007606	112.729	0.902	0.181	0.208	0.871	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	7.64	ALTO_RES
7.40	145.000	101.851	60.006	4.841	2.556	0.9968755	89.367	0.897	0.137	0.209	0.657	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	20.68	MOLTO ALTO_RES
7.60	149.000	103.889	30.971	2.395	2.567	0.9820517	71.280	0.892	0.116	0.209	0.554	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	27.47	MOLTO ALTO_RES
7.80	153.000	105.928	49.360	4.450	2.596	0.9716966	82.200	0.887	0.128	0.209	0.609	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	24.53	MOLTO ALTO_RES

8.00	157.000	107.967	42.585	2.665	2.495	0.9580365	76.152	0.881	0.121	0.209	0.575	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	27.18	MOLTO ALTO_RES
8.20	161.000	110.005	51.296	2.337	2.398	0.948464	79.108	0.876	0.124	0.210	0.590	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	26.74	MOLTO ALTO_RES
8.40	165.000	112.044	34.842	3.293	2.634	0.9306948	79.108	0.871	0.124	0.210	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	26.74	MOLTO BASSO_RES
8.60	169.000	114.083	22.260	4.700	2.899	0.9108993	79.108	0.866	0.124	0.210	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	26.74	MOLTO BASSO_RES
8.80	173.000	116.121	20.325	2.755	2.794	0.8964017	79.108	0.860	0.124	0.210	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	26.74	MOLTO BASSO_RES
9.00	177.000	118.160	20.325	12.868	3.242	0.8837005	79.108	0.855	0.124	0.210	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	26.74	MOLTO BASSO_RES
9.20	181.000	120.199	36.778	3.679	2.666	0.8852327	79.108	0.850	0.124	0.210	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	26.74	MOLTO BASSO_RES
9.40	185.000	122.237	154.855	1.689	1.963	0.9104502	129.674	0.844	0.232	0.209	1.111	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
9.60	189.000	124.276	193.568	1.853	1.932	0.9029516	156.193	0.839	0.432	0.208	2.074	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
9.80	193.000	126.315	188.729	0.554	1.576	0.8956353	132.837	0.834	0.243	0.208	1.168	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
10.00	197.000	128.354	15.485	14.295	3.395	0.8176208	132.837	0.828	0.243	0.208	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
10.20	201.000	130.392	145.176	1.352	1.923	0.8815209	117.602	0.823	0.188	0.207	0.907	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	7.08	ALTO_RES
10.40	205.000	132.431	33.874	10.119	3.027	0.8204756	117.602	0.817	0.188	0.207	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	7.08	MOLTO BASSO_RES
10.60	209.000	134.470	91.945	3.586	2.379	0.8558013	98.624	0.812	0.148	0.206	0.716	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	22.14	MOLTO ALTO_RES
10.80	213.000	136.508	96.784	2.044	2.188	0.8511753	95.562	0.807	0.142	0.206	0.692	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	24.27	MOLTO ALTO_RES
11.00	217.000	138.547	270.996	1.199	1.707	0.8551849	192.329	0.801	1.776	0.205	8.656	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
11.20	221.000	140.586	290.352	1.118	1.667	0.8489615	203.481	0.796	3.245	0.205	15.865	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
11.40	225.000	142.624									0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso

IPL (Sonmez)=3.27 Zcrit=20 m Rischio=Moderato

VERIFICA CPT 4 – INDAGINE 26

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: Piano Particolareggiato Area di Trasformazione Tr04c

Cliente: Comune di Scandicci

Data 16/11/2019

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 6 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.145

Fattore amplificazione 2.425

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.734

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.3

Peak ground acceleration (PGA) 0.25143

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)
1	0.4	0.6	19	20	4412.993	169.655
2	0.6	0.8	19	20	5295.591	137.2931
3	0.8	1	19	20	3824.594	202.9977
4	1	1.2	19	20	5687.857	274.5862
5	1.2	1.4	19	20	5687.857	306.9481
6	1.4	1.6	19	20	4216.86	242.2243
7	1.6	1.8	19	20	3824.594	228.4949
8	1.8	2	19	20	3628.461	169.655
9	2	2.2	19	20	3432.328	124.5445
10	2.2	2.4	19	20	2843.929	98.0665
11	2.4	2.6	19	20	3236.195	150.0417
12	2.6	2.8	19	20	2941.995	130.4284
13	2.8	3	19	20	2451.663	98.0665
14	3	3.2	19	20	2451.663	98.0665
15	3.2	3.4	19	20	2451.663	107.8732
16	3.4	3.6	19	20	2255.53	71.58855
17	3.6	3.8	19	20	2255.53	29.41995
18	3.8	4	19	20	2059.397	29.41995
19	4	4.2	19	20	1863.264	36.28461
20	4.2	4.4	19	20	1667.131	51.97525
21	4.4	4.6	19	20	1470.998	55.89791
22	4.6	4.8	19	20	1667.131	19.6133
23	4.8	5	19	20	1765.197	78.4532
24	5	5.2	19	20	2941.995	78.4532
25	5.2	5.4	19	20	2059.397	124.5445
26	5.4	5.6	19	20	1470.998	51.97525
27	5.6	5.8	19	20	3138.128	46.09126
28	5.8	6	19	20	686.4655	104.9312
29	6	6.2	19	20	2353.596	65.70456
30	6.2	6.4	19	20	2255.53	91.20185
31	6.4	6.6	19	20	2451.663	98.0665
32	6.6	6.8	19	20	2941.995	78.4532
33	6.8	7	19	20	4805.259	85.31786

34	7	7.2	19	20	3138.128	91.20185
35	7.2	7.4	19	20	2941.995	91.20185
36	7.4	7.6	19	20	2451.663	51.97525
37	7.6	7.8	19	20	2353.596	91.20185
38	7.8	8	19	20	1961.33	65.70456
39	8	8.2	19	20	2157.463	85.31786
40	8.2	8.4	19	20	2647.796	85.31786
41	8.4	8.6	19	20	2353.596	85.31786
42	8.6	8.8	19	20	1863.264	71.58855
43	8.8	9	19	20	1667.131	65.70456
44	9	9.2	19	20	1274.865	85.31786
45	9.2	9.4	19	20	980.665	51.97525
46	9.4	9.6	19	20	882.5985	98.0665
47	9.6	9.8	19	20	8825.985	91.20185
48	9.8	10	19	20	5491.724	117.6798
49	10	10.2	19	20	4118.793	196.133
50	10.2	10.4	19	20	31381.28	196.133
51	10.4	10.6	19	20	46091.26	130.4284
52	10.6	10.8	19	20	49033.25	196.133
53	10.8	11	19	20	41187.93	196.133
54	11	11.2	19	20	42168.6	196.133
55	11.2	11.4	19	20	49033.25	196.133
56	11.4	11.6	19	20	27458.62	196.133
57	11.6	11.8	19	20	49033.25	130.4284
58	11.8	12	19	20	58839.9	130.4284
59	12	12.2	19	20	47071.92	130.4284
60	12.2	12.4	19	20	56878.57	0

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.56

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento lc	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
6.20	118.000	116.039	23.228	2.939	2.751	0.8993139	0.000	0.928	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	60.91	MOLTO BASSO_RES
6.40	122.000	118.077	22.260	4.275	2.874	0.8859965	0.000	0.923	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	60.91	MOLTO BASSO_RES
6.60	126.000	120.116	24.196	4.217	2.846	0.8756278	0.000	0.918	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	60.91	MOLTO BASSO_RES
6.80	130.000	122.155	29.035	2.790	2.671	0.868457	0.000	0.913	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	60.91	MOLTO BASSO_RES
7.00	134.000	124.193	47.424	1.826	2.382	0.8719987	74.540	0.907	0.118	0.160	0.736	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	15.27	MOLTO ALTO_RES
7.20	138.000	126.232	30.971	3.040	2.680	0.8484163	74.540	0.902	0.118	0.160	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	15.27	MOLTO BASSO_RES
7.40	142.000	128.271	29.035	3.257	2.728	0.8358384	74.540	0.897	0.118	0.160	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	15.27	MOLTO BASSO_RES
7.60	146.000	130.309	24.196	2.254	2.704	0.819667	74.540	0.892	0.118	0.160	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	15.27	MOLTO BASSO_RES
7.80	150.000	132.348	23.228	4.139	2.885	0.8080196	74.540	0.887	0.118	0.160	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	15.27	MOLTO BASSO_RES
8.00	154.000	134.387	19.357	3.635	2.925	0.7918957	74.540	0.881	0.118	0.160	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	15.27	MOLTO BASSO_RES
8.20	158.000	136.425	21.293	4.267	2.936	0.7848371	74.540	0.876	0.118	0.160	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	15.27	MOLTO BASSO_RES
8.40	162.000	138.464	26.132	3.432	2.804	0.7823858	74.540	0.871	0.118	0.160	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	15.27	MOLTO BASSO_RES
8.60	166.000	140.503	23.228	3.900	2.888	0.7685476	74.540	0.866	0.118	0.160	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	15.27	MOLTO BASSO_RES
8.80	170.000	142.541	18.389	4.228	3.005	0.7506119	74.540	0.860	0.118	0.160	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	15.27	MOLTO BASSO_RES
9.00	174.000	144.580	16.453	4.400	3.065	0.7373981	74.540	0.855	0.118	0.160	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	15.27	MOLTO BASSO_RES
9.20	178.000	146.619	12.582	7.778	3.333	0.7189606	74.540	0.850	0.118	0.160	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	15.27	MOLTO BASSO_RES
9.40	182.000	148.657	9.678	6.508	3.402	0.7013856	74.540	0.844	0.118	0.160	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	15.27	MOLTO BASSO_RES
9.60	186.000	150.696	8.711	14.078	3.663	0.6890146	74.540	0.839	0.118	0.160	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	15.27	MOLTO BASSO_RES
9.80	190.000	152.735	87.106	1.056	2.060	0.788991	82.883	0.834	0.124	0.169	0.734	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	19.69	MOLTO ALTO_RES
10.00	194.000	154.773	54.199	2.221	2.444	0.7510246	75.249	0.828	0.117	0.170	0.688	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	23.40	MOLTO ALTO_RES
10.20	198.000	156.812	40.649	5.002	2.787	0.7272571	75.249	0.823	0.117	0.170	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	23.40	MOLTO BASSO_RES
10.40	202.000	158.851	309.709	0.629	1.484	0.7986632	195.114	0.817	1.953	0.170	11.494	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
10.60	206.000	160.889	454.885	0.284	1.136	0.793587	305.246	0.812	3077619.000	0.170	18110070.000	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
10.80	210.000	162.928	483.921	0.402	1.213	0.7886064	328.562	0.807	1308772000.000	0.170	7701067000.000	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES

11.00	214.000	164.967	406.493	0.479	1.323	0.7837185	260.793	0.801	1478.890	0.170	8703.802	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
11.20	218.000	167.005	416.172	0.468	1.310	0.7789203	266.453	0.796	2971.357	0.170	17495.000	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
11.40	222.000	169.044	483.921	0.402	1.219	0.7742091	320.677	0.791	144725500.000	0.170	852678800.000	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
11.60	226.000	171.083	270.996	0.720	1.579	0.7695825	164.598	0.786	0.502	0.170	2.959	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
11.80	230.000	173.122	483.921	0.267	1.111	0.7650377	315.500	0.780	37575970.000	0.169	221809900.000	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
12.00	234.000	175.160									0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.20	0.000	0.000									0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.40	0.000	0.000									0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso

IPL (Sonmez)=0.93 Zcrit=20 m Rischio=Basso

VERIFICA CPT 1 – POLIMODA**DATI GENERALI**

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: Piano Particolareggiato Area di Trasformazione Tr04c

Cliente: Comune di Scandicci

Data 18/11/2019

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 5 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.145

Fattore amplificazione 2.425

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.734

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.3

Peak ground acceleration (PGA) 0.25143

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza a attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	0.2	19	20	0	0	0	85.31786	0
2		0.2	0.4	19	20	0	0	1078.732	78.4532	0
3		0.4	0.6	19	20	0	0	1176.798	110.8151	0
4		0.6	0.8	19	20	0	0	1765.197	163.7711	0
5		0.8	1	19	20	0	0	2157.463	169.655	0
6		1	1.2	19	20	0	0	3040.062	235.3596	0
7		1.2	1.4	19	20	0	0	3040.062	242.2243	0
8		1.4	1.6	19	20	0	0	2843.929	254.9729	0
9		1.6	1.8	19	20	0	0	2549.729	189.2683	0
10		1.8	2	19	20	0	0	2353.596	163.7711	0
11		2	2.2	19	20	0	0	1667.131	130.4284	0
12		2.2	2.4	19	20	0	0	1470.998	71.58855	0
13		2.4	2.6	19	20	0	0	1274.865	78.4532	0
14		2.6	2.8	19	20	0	0	1274.865	85.31786	0
15		2.8	3	19	20	0	0	1372.931	98.0665	0
16		3	3.2	19	20	0	0	1176.798	71.58855	0
17		3.2	3.4	19	20	0	0	1470.998	78.4532	0
18		3.4	3.6	19	20	0	0	2255.53	98.0665	0
19		3.6	3.8	19	20	0	0	1863.264	85.31786	0
20		3.8	4	19	20	0	0	1274.865	91.20185	0
21		4	4.2	19	20	0	0	980.665	46.09126	0
22		4.2	4.4	19	20	0	0	1078.732	51.97525	0
23		4.4	4.6	19	20	0	0	1372.931	65.70456	0
24		4.6	4.8	19	20	0	0	1078.732	156.9064	0
25		4.8	5	19	20	0	0	1667.131	71.58855	0
26		5	5.2	19	20	0	0	3334.261	189.2683	0
27		5.2	5.4	19	20	0	0	4118.793	287.3348	0
28		5.4	5.6	19	20	0	0	5785.924	242.2243	0
29		5.6	5.8	19	20	0	0	9610.517	163.7711	0
30		5.8	6	19	20	0	0	9806.65	189.2683	0
31		6	6.2	19	20	0	0	14317.71	340.2908	0
32		6.2	6.4	19	20	0	0	2353.596	156.9064	0
33		6.4	6.6	19	20	0	0	2157.463	91.20185	0

34		6.6	6.8	19	20	0	0	1863.264	98.0665	0
35		6.8	7	19	20	0	0	1274.865	71.58855	0
36		7	7.2	19	20	0	0	1176.798	71.58855	0
37		7.2	7.4	19	20	0	0	1470.998	117.6798	0
38		7.4	7.6	19	20	0	0	1961.33	196.133	0
39		7.6	7.8	19	20	0	0	17063.57	228.4949	0
40		7.8	8	19	20	0	0	16867.44	431.4926	0
41		8	8.2	19	20	0	0	21476.56	588.399	0
42		8.2	8.4	19	20	0	0	27948.95	0	0

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.48

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento lc	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
5.20	99.000	97.039	32.907	5.850	2.786	1.031015	0.000	0.952	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
5.40	103.000	99.077	40.649	7.155	2.790	1.015215	0.000	0.948	0.000	0.000	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
5.60	107.000	101.116	57.103	4.265	2.527	1.001267	87.021	0.943	0.134	0.163	0.822	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	8.56	ALTO_RES
5.80	111.000	103.155	94.848	1.724	2.092	0.9908819	100.258	0.938	0.154	0.165	0.935	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	3.25	BASSO_RES
6.00	115.000	105.193	96.784	1.953	2.127	0.9810895	102.232	0.933	0.157	0.167	0.945	TERRENO_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	2.82	BASSO_RES
6.20	119.000	107.232	141.305	2.397	2.084	0.9720668	133.085	0.928	0.253	0.168	1.503	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
6.40	123.000	109.271	23.228	7.034	2.985	0.9431303	133.085	0.923	0.253	0.168	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
6.60	127.000	111.309	21.293	4.492	2.889	0.9283845	133.085	0.918	0.253	0.168	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
6.80	131.000	113.348	18.389	5.661	3.013	0.9127889	133.085	0.913	0.253	0.168	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
7.00	135.000	115.387	12.582	6.280	3.188	0.8935131	133.085	0.907	0.253	0.168	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
7.20	139.000	117.425	11.614	6.898	3.251	0.878515	133.085	0.902	0.253	0.168	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
7.40	143.000	119.464	14.518	8.861	3.244	0.8691	133.085	0.897	0.253	0.168	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
7.60	147.000	121.503	19.357	10.810	3.207	0.8624911	133.085	0.892	0.253	0.168	0	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
7.80	151.000	123.541	168.404	1.351	1.868	0.9056327	133.716	0.887	0.250	0.177	1.410	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
8.00	155.000	125.580	166.469	2.582	2.086	0.8982517	143.535	0.881	0.310	0.178	1.741	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
8.20	159.000	127.619	211.957	2.760	2.047	0.8910481	177.087	0.876	0.910	0.178	5.100	TERRENO_NON_SUSCETTIBILE_DI_LIQUEFAZIONE_RES	0.00	MOLTO BASSO_RES
8.40	163.000	129.657									0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso

IPL (Sonmez)=0.51 Zcrit=10 m Rischio=Basso