

**COMUNE DI SCANDICCI**

**PROGETTO UNITARIO TR07a**

**Località Casciole – Via Nilde Iotti**

TITOLO DOCUMENTO:

**RELAZIONE GEOLOGICA**

PROGETTAZIONE:

**Ing. A. Bacci, Ing. M. Cipolli, Arch. M. Vaccaro**

IL GEOLOGO:

**Dr. Geol. Gianni Focardi**

N. 659 O.d.G. della Toscana

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi e per gli effetti del D.P.R. 28 dicembre 2013 n. 445 e del G.LnL 7 marzo 2005 n. 82/2005 e norme collegate

CODIFICA INTERNA:

**30gt16**

DATA DOCUMENTO:

**Ottobre 2017**

INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ELEMENTI GEOLOGICI, STRUTTURALI E MORFOLOGICI – CARTA GEOLOGICA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. ELEMENTI LITOLOGICO TECNICI – CARTA LITOTECNICA .....</b>	<b>4</b>
<b>4. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDROGEOLOGICI – CARTA IDROGEOLOGICA, CARTA DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI .....</b>	<b>5</b>
<b>5. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI E DI SITO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO – CARTA DEGLI ELEMENTI DEL RISCHIO SISMICO, ZMPSL.....</b>	<b>6</b>
<b>6. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDRAULICI E DI PERICOLOSITA' .....</b>	<b>7</b>
6.1 INQUADRAMENTO IDRAULICO.....	7
6.2 AUTORITA' DI BACINO DEL F. ARNO.....	7
6.3 INDICAZIONI DA RU.....	7
6.4 IL RISCHIO IDRAULICO .....	7
<b>7. VALUTAZIONE DEI GRADI DI PERICOLOSITA'.....</b>	<b>8</b>
7.1 PERICOLOSITA' GEOLOGICA DA R.U.....	8
7.2 PERICOLOSITA' IDRAULICA DA R.U.....	8
7.3 PERICOLOSITA' SISMICA DA R.U. ....	9
<b>8. VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI FATTIBILITA'.....</b>	<b>9</b>
8.1 LA FATTIBILITA' DA REGOLAMENTO URBANISTICO – SCHEDA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA .....	9
8.2 DEFINIZIONE DEL GRADO DI FATTIBILITA' - CARTA DELLA FATTIBILITA' .....	10
<b>9. LE CONDIZIONI DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA .....</b>	<b>11</b>
9.1 LE ZONE A PARCHEGGIO.....	11
<b>10. GLI APPROFONDIMENTI CON INDAGINI SISMICHE .....</b>	<b>12</b>
10.1 GLI ESITI DELLE INDAGINI .....	13
10.2. CONCLUSIONI .....	15

## Appendice

- COROGRAFIA
- CARTA GEOLOGICA – da Regolamento Urbanistico
- CARTA LITOTECNICA – da Regolamento Urbanistico
- CARTA IDROGEOLOGICA – da Piano Strutturale
- CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI – da Regolamento Urbanistico
- CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA – da Regolamento Urbanistico
- CARTA DEGLI ELEMENTI DEL RISCHIO SISMICO, ZMPSL– da Regolamento Urbanistico modificato
- CARTA DELLA REGIMAZIONE IDRAULICA E DEL RETICOLO – da Regolamento Urbanistico
- RETICOLO IDROGRAFICO – da Lamma
- CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA – DA REGOLAMENTO URBANISTICO E P.G.R.A.
- CARTA STORICA DELLE AREE ALLAGATE – da Regolamento Urbanistico
- CARTA DEI BATTENTI IDRAULICI – da Regolamento Urbanistico
- CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA – da Regolamento Urbanistico
- CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA - da Regolamento Urbanistico
- CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA - da Regolamento Urbanistico
- SCHEDA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA – da Regolamento Urbanistico
- CARTA DELLA FATTIBILITÀ

## ALLEGATI

- ALLEGATI 1 E 2 DITTA GEOGNOSTICA FIORENTINA

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione si riportano i risultati delle indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Attuativo relativo all'area di trasformazione TR07a del Comune di Scandicci. L'area in studio è ubicata in prossimità dell'abitato di Borgo ai Fossi.

A tal fine sono state esaminate e opportunamente verificate le informazioni derivanti dall'esame della cartografia tematica delle Indagini geologico-tecniche di supporto allo Strumento Urbanistico, dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno e del Distretto Appennino Settentrionale.

Il presente lavoro è redatto in ottemperanza alle seguenti normative:

**D.C.P.M. 6 Maggio 2005** *“Approvazione del Piano di Bacino del Fiume Arno, Stralcio Assetto idrogeologico”*;

**Distretto Appennino Settentrionale** *“Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)”*;

**DPGR n. 53/ R del 25/ 10/ 2011** *“Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche”*.

**Strumento Urbanistico vigente.**

## 2. ELEMENTI GEOLOGICI, STRUTTURALI E MORFOLOGICI – CARTA GEOLOGICA

L'area in studio è posta in un contesto geomorfologico di pianura alluvionale, alla quota indicativa di 35.5 m s.l.m..

A grande scala la pianura alluvionale compresa nel territorio comunale di Scandicci presenta un gradiente di pendenza molto lieve dal piede delle colline verso l'alveo attuale dell'Arno, passando dai 50 m s.l.m. a ridosso delle colline ai 35 m s.l.m. nei pressi di Badia a Settimo. La genesi è da ricondurre ai processi deposizionali, anche relativamente recenti, di sedimenti fini da parte del Fiume Arno e, secondariamente, del Fiume Greve che divagavano nella pianura, con frequenti cambiamenti del loro corso e con altrettanto frequenti esondazioni, fino alla loro

definitiva sistemazione entro argini da parte dell'uomo in epoca storica. Tale attività dei corsi d'acqua è testimoniata dalla presenza di numerosi paleoalvei di grandi e piccole dimensioni che solcano la pianura. Interposta ai paleoalvei si ritrova una superficie stabile, pianeggiante, originata da sedimenti alluvionali fini argilloso-limosi, moderatamente pedogenizzati ma ancora con evidenze di successive deposizioni alluvionali a testimoniare la loro origine dalle esondazioni.

L'area è pertanto caratterizzata da depositi alluvionali e fluviali recenti ed attuali dei corsi d'acqua della pianura (vedi Carta Geologica da R.U.) costituiti da sabbie, argille e ghiaia in lenti e letti tra loro eteropici. Le successioni prevalentemente ghiaiose sono concentrate in prossimità dei paleoalvei; uno di questi sembrerebbe attraversare il porzione di progetto.

Per quanto riguarda le caratteristiche morfologiche non si rilevano nella zona elementi di rilievo, l'area appare stabile.

### 3. ELEMENTI LITOLOGICO TECNICI – CARTA LITOTECNICA

La carta litotecnica del Regolamento Urbanistico considera per la zona di pianura le successioni a prevalenza di terreni fini o grossolani, volendo in tal modo sottolineare la compresenza dei litotipi in ambedue le sottounità. Sulla base dei dati di base disponibili, con particolare riferimento alle prove penetrometriche dinamiche (SPT) e statiche (CPT) è stata operata una distinzione anche sulla base delle proprietà meccaniche dei terreni considerando il valore di riferimento NSPT (numero di colpi/piede) o di resistenza alla punta ( $R_p$ ) nei primi 5 m di spessore a partire dal piano campagna. La suddivisione sulla base delle qualità geotecniche è basata su una distinzione operata sugli intervalli di valori di NSPT e  $R_p$  più ricorrenti nella porzione di territorio esaminata.

In sintesi ne deriva che una vasta porzione del territorio è classificato come: "Successioni prevalentemente argillose o limoso-argillose, di origine alluvionale in eteropia con le successioni alluvionali più grossolane di C5". Come già accennato, una delineazione univoca della sottounità non è attuabile visto il marcato carattere eteropico dei terreni. In questa sottounità sono inserite le aree in cui (secondo i dati disponibili) vi è una prevalenza delle facies argilloso-limose o limoso-argillose. In queste sono presenti in misura variabile materiali grossolani incoerenti in lenti o

letti. Da rilevare che spesso, in presenza di materiali argillosi negli strati superficiali, è stato riscontrato un certo grado di sovraconsolidazione nei primi metri al di sotto del piano campagna. Ciò è dovuto a fenomeni di dinamismo legati a ripetuti cicli di essiccazione/inumidimento nei terreni. A conferma di questa ipotesi è il fatto che il grado di sovraconsolidazione diminuisce con la profondità fino a stabilizzarsi su valori normali per poi riaumentare con la profondità. In genere lo spessore interessato da questo fenomeno è di circa 5-6 m dal piano campagna.

Nella carta litotecnica di supporto al Regolamento Urbanistico viene distinta, nel contesto generale a composizione prevalentemente limoso-argillosa, una fascia che caratterizza il margine nord orientale del territorio comunale dove le successioni sono prevalentemente sabbioso-ghiaiose. Resta fermo il carattere fortemente eteropico dei terreni alluvionali, per cui si ritiene più corretto, da un punto di vista applicativo, considerare tali depositi in senso lato accettando la compresenza di più facies in ambiti territoriali ristretti.

#### 4. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDROGEOLOGICI – CARTA IDROGEOLOGICA, CARTA DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI

Indicazioni circa la circolazione freaticometrica locale derivano dalla Carta idrogeologica di supporto al Piano Strutturale; tale cartografia è stata redatta sulla base della lettura di numerosi pozzi (circa 70) ubicati nella zona di pianura. Le letture piezometriche sono state effettuate nel Febbraio 2001, successivamente ad un periodo particolarmente piovoso, per cui il livello di falda misurato può essere considerato alla stregua di un livello di massima.

I gradienti idraulici assumono dei valori oscillanti tra lo 1.3 % e lo 0.4%-0.2%; essendo il gradiente idraulico inversamente proporzionale alla permeabilità, tali diversificazioni sono determinate principalmente da variazioni locali di permeabilità dell'acquifero, costituito dai depositi alluvionali eterogenei. In ogni caso gli ordini di grandezza dei gradienti idraulici così determinati, indicano una buona permeabilità dell'acquifero. L'andamento generale del deflusso sotterraneo è verso l'Arno, che quindi in questo tratto drena la falda.

Nella zona d'intervento la superficie piezometrica è posta alla quota indicativa di 33 m s.l.m. corrispondente pertanto ad una profondità di circa 2-3 m dal locale p.c.. Si distingue la presenza di un paleo alveo che attraversa uno dei porzioni.

Dalla carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi di supporto al R.U. risulta una classe di permeabilità dell'acquifero elevata; dalla figura vediamo anche la presenza di numerosi pozzi nell'intorno delle aree interessate. Per l'analisi delle risorse idriche esistenti è stato consultato l'archivio informatico presso la Direzione Risorse idriche e Difesa del suolo della Provincia di Firenze, in tale archivio risultano censiti, all'interno dell'area di 200 metri rispetto al fabbricato oggetto del lavoro, alcune decine di opere per lo sfruttamento di acque sotterranee con vari usi; tuttavia non risultano pozzi ad uso idropotabile acquedottistico, rispettando quindi le fasce di tutela secondo la vigente normativa.

La pericolosità idrogeologica dedotta dalla relativa carta estratta dal R.U., ci indicano che l'area di progetto ed un suo vasto intorno ricadono in classe di pericolosità elevata.

### 5. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI E DI SITO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO – CARTA DEGLI ELEMENTI DEL RISCHIO SISMICO, ZMPSL

Il comune di Scandicci ricade in zona sismica 3, ovvero zona a bassa pericolosità. Considerando la carta degli elementi sismici, di supporto al R.U., è evidente che l'intera zona in studio per un intorno significativo determina condizioni di rischio per la presenza di terreni di origine alluvionale con marcato carattere eteropico, maggiormente accentuato nel caso specifico dalla presenza di paleoalvei intersecanti l'area, come accennato in precedenza.

Talvolta, per le modalità di messa in posto, i depositi alluvionali si trovano allo stato sciolto, sono suscettibili di densificazione e sono dunque sede potenziale di cedimenti. Il carattere eteropico delle successioni alluvionali implica il contatto tra litotipi con differenti caratteristiche meccaniche o aventi diverso stato di addensamento, ponendo, anche in questo caso, i presupposti per l'innescò, in fase sismica, di cedimenti e cedimenti differenziali.

## 6. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDRAULICI E DI PERICOLOSITA'

### 6.1 INQUADRAMENTO IDRAULICO

Dalla carta della regimazione idraulica e del reticolo, di supporto al R.U., notiamo che la porzione C del nostro intervento è confinante con un fosso che tuttavia è classificato come “non facente parte del reticolo idrografico ma rappresentabile dal punto di vista cartografico”. Per confrontare questo dato abbiamo inoltre consultato la cartografia del reticolo idrografico di cui alla LR 79/2012 aggiornata con DCRT 9/2015 (esaminata al link “[http://geoportale.lamma.rete.toscana.it/reticolo\\_enti/](http://geoportale.lamma.rete.toscana.it/reticolo_enti/)”) dove non sono censiti altri corsi d'acqua prossimi alla zona in studio, ma risulta il fosso sopraccitato classificato anche in questo caso come non appartenente al reticolo idrografico.

### 6.2 AUTORITA' DI BACINO DEL F. ARNO

Dall'esame della cartografia tematica allegata al Piano Stralcio Rischio Idraulico la zona risulta compresa nelle aree interessate da fenomeni di esondazione a carattere eccezionale e nelle aree interessate da inondazioni nel triennio 1991-92-93.

Nella “Carta della perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica” del P.G.R.A. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, l'intera zona risulta posta in classe P2 di pericolosità (media), pertanto allagabile per eventi con tempi di ritorno compresi tra 30 e 200 anni.

### 6.3 INDICAZIONI DA RU

Dall'esame della carta delle aree allagate del R.U., dove sono riportati gli eventi storici di maggiore rilievo che hanno interessato il territorio comunale, risulta come entrambi i porzioni siano stati interessati da fenomeni di allagamento con anche problematiche di ristagno.

### 6.4 IL RISCHIO IDRAULICO

Dall'esame della cartografia disponibile risultano pertanto condizioni di rischio indotte da fenomeni di allagamento per esondazione e ristagno.



Per la stima dei battenti idraulici, è stata consultata la cartografia di supporto al R.U., dove le aree di nostro interesse sono soggette a battenti idraulici generalmente contenuti in 2 metri, con una zona al margine sud orientale compresa tra 2 e 3 metri di altezza d'acqua.

Al riguardo, è stata fornita direttamente dall'Amministrazione Comunale, la quota di sicurezza idraulica corrispondente a 38,25 m s.l.m..

## 7. VALUTAZIONE DEI GRADI DI PERICOLOSITÀ

In riferimento al capitolo 4 dell'Allegato A del DPGR 53/R/2011, sulla base degli studi di approfondimento eseguiti, si dà atto che non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento (assetto geomorfologico, idraulico, idrogeologico, sismico) tali da alterare le condizioni di pericolosità e conseguentemente di fattibilità.

### 7.1 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DA R.U.

La zona in studio, in riferimento al R.U. comunale 2013-2018, è posta in classe di Pericolosità medio bassa (classe G2a), corrisponde a situazioni geologico-tecniche apparentemente stabili, relativo ad aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici (terreni pianeggianti alluvionali). In questa classe rientrano le aree di pianura, che nell'ambito del territorio comunale, non presentano particolari problemi legati alla stratigrafia o alle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni.

### 7.2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA DA R.U.

La zona in studio è posta in classe di Pericolosità elevata (I3). Vi ricadono le aree in situazione morfologica sfavorevole, cioè che si trovano a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2,0 m sopra al piede esterno dell'argine o al ciglio di sponda per le quali si hanno notizie storiche di episodi di esondazione o sommersione in occasione di eventi con tempi di ritorno tra 30 e 200 anni.

### 7.3 PERICOLOSITÀ SISMICA DA R.U.

La zona d'intervento e per un'intorno significativo viene posta in pericolosità sismica locale media (S.2) corrispondente alle "zone suscettibili di instabilità di versante inattiva che potrebbe riattivarsi in occasione di eventi sismici" nonché "zone stabili suscettibili di amplificazione locale", quest'ultime per la presumibile presenza di paleoalvei che intersecherebbero il porzione in studio.

## 8. VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ

### 8.1 LA FATTIBILITÀ DA REGOLAMENTO URBANISTICO – SCHEDA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Per la fattibilità degli interventi di trasformazione o di riqualificazione degli assetti insediativi e/o ambientali assoggettati dal Regolamento Urbanistico a Piano attuativo o a Progetto Unitario, si rinvia alle seguenti "schede normative e di indirizzo progettuale" di cui all'allegato B alle NTA del RU 2013-2018.

In ciascuna scheda è individuata, nel rispetto delle vigenti norme regionali, la classe di fattibilità dei diversi interventi previsti, con riferimento alle condizioni di pericolosità geologica, idraulica e sismica delle aree interessate.

L'individuazione delle classi di fattibilità è correlata a specifiche prescrizioni. Si riporta, di seguito, la Tabella di Fattibilità contenuta nella scheda "Area di trasformazione TR 07a Casiccciole" .

PERICOLOSITA'		geologica			idraulica			sismica		
		G.2a			I.3			S.2		
FATTIBILITA'	interventi (vedi legenda)	A	F.G.2	F.I.4	F.S.2					
		B	F.G.1	F.I.1	F.S.1					
		C	-	-	-					
		D	-	-	-					
		D'	-	-	-					
		prescrizioni	<p><b>F.I.4:</b> la realizzazione degli interventi urbanistico-edilizi di cui alla presente scheda è subordinata all'esecuzione di interventi di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno duecentennale (<math>Tr = 200</math>). Alla luce degli studi idraulici per l'adeguamento del PAI (febbraio 2011) si registra nell'area un battente locale variabile fino ad un massimo di circa ml 2,50 sul piano naturale di campagna. In ogni caso sia la quota di sicurezza di edifici e parcheggi che i volumi di compensazione idraulica relativi al battente per <math>Tr = 200</math> anni devono essere precisamente definiti nella fase di elaborazione del Progetto Unitario e nel progetto delle opere di urbanizzazione, secondo le modalità dettate dalla norma generale di fattibilità.</p> <p><b>F.S.2:</b> in fase di elaborazione del Progetto Unitario sono necessari approfondimenti delle indagini sismiche atti ad accertare la presenza e l'estensione areale di eventuali orizzonti continui di ghiaia suscettibili di determinare significativi contrasti di impedenza sismica, da eseguirsi mediante stendimenti sismici e misure di rumore.</p> <p><b>F.G.2 / F.G.1 / F.I.1 / F.S.1:</b> nessuna prescrizione specifica.</p>							

## 8.2 DEFINIZIONE DEL GRADO DI FATTIBILITÀ - CARTA DELLA FATTIBILITÀ

Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche determinano, in funzione dei gradi di pericolosità sopra individuati e nel rispetto delle condizioni di fattibilità contenute nello strumento di piano da cui derivano, una FATTIBILITÀ CONDIZIONATA (classe 4) per il seguente ambito:

**aspetti idraulici** → in fase di procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia si dovranno rispettare le quote di sicurezza individuate dagli studi idraulici; la realizzazione del progetto è subordinata all'esecuzione degli interventi di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno duecentennale. gli interventi di messa in sicurezza non dovranno aumentare il livello di rischio in altre aree.

Invece, in funzione dei gradi di pericolosità sopra individuati, le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche determinano una FATTIBILITÀ CON NORMALI VINCOLI (classe 2) per i seguenti aspetti:

**aspetti sismici** → in fase di procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia si dovranno eseguire adeguate indagini geofisiche e geotecniche al fine di definire spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella verifica dell'esistenza ed estensione areale di eventuali orizzonti continui di ghiaia connessi al palealveo, che possono determinare significativi contrasti di impedenza sismica .

Si dovranno pertanto eseguire stendimenti sismici e misure di rumore.

**aspetti geomorfologici** → in fase di procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia dovranno essere eseguite opportune indagini geognostiche ed analisi geotecniche di laboratorio finalizzate alla determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche locali con particolare attenzione a possibili effetti differenziati dei terreni di fondazione per la presenza di strati di ghiaie.

### 9. LE CONDIZIONI DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA

Come detto in precedenza per quest'area sono attesi battenti di esondazione pari a 38,25 m s.l.m. per tempi di ritorno duecentennali. Per il raggiungimento della sicurezza idraulica per gli interventi che lo richiedono, è prevista l'adozione di un franco di sicurezza, specificato nelle Norme Tecniche del R.U., che in questo caso corrisponde a 0,50 m; questa precauzione porta la quota di sicurezza idraulica a 38,75 m s.l.m..

Il progetto delle porzioni ha recepito tale prescrizione prevedendo di impostare la quota di calpestio del primo livello abitabile a 38,75 m s.l.m..

Inoltre è stato eseguito il calcolo dei volumi tolti all'esondazione (a causa delle murature o vani di accesso resi stagni) che ha comportato la realizzazione di una specifica cassa di invaso per la porzione C , mentre per le porzioni A+ B saranno eseguite modifiche morfologiche ribassando i resedi esterni rispetto all'attuale piano di campagna (vedi tavole di progetto).

#### 9.1 LE ZONE A PARCHEGGIO

Come risulta dall'esame degli elaborati progettuali i parcheggi pertinenziali saranno collocati a terreno sotto i fabbricati, privi di chiusure e con superficie ai minimi di legge.

I parcheggi pubblici saranno realizzati a raso con superficie inferiore a 500mq.

Quanto sopra in ottemperanza a quanto previsto dal DPGR n. 53/R del 25/10/2011.

## 10. GLI APPROFONDIMENTI CON INDAGINI SISMICHE

Di seguito si riportano i risultati di indagini sismiche eseguite in entrambi i lotti di progetto in ottemperanza a quanto riportato nella specifica scheda di sintesi relativa al progetto unitario

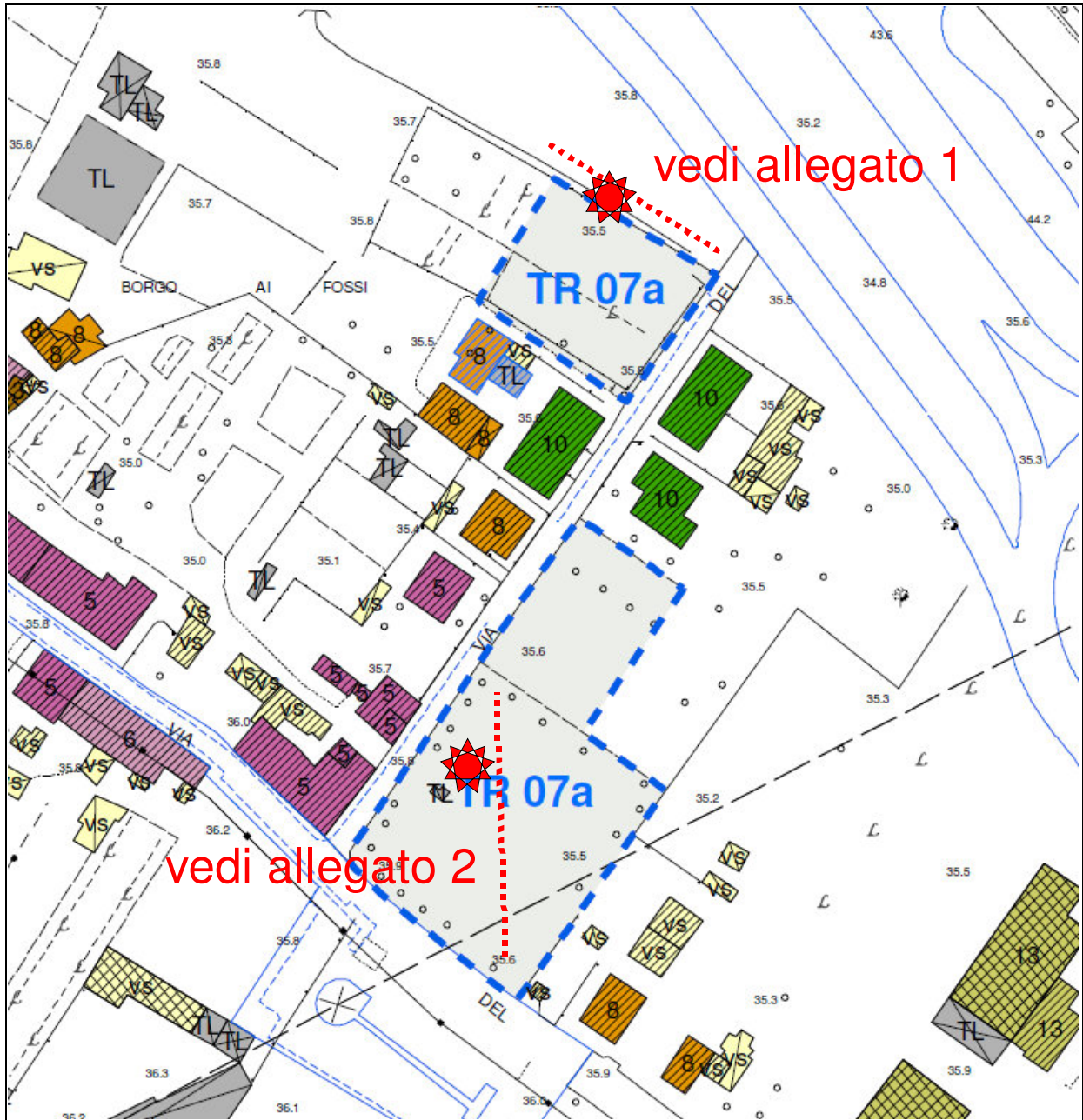
Pertanto si è provveduto ad eseguire, per ciascuno dei lotti, una prospezione dei profili MASW ed una misurazione HVSr.

Tali indagini sono state tutte eseguite in data 19 Settembre 2017, dalla società Geognostica Fiorentina.

Nei certificati di prova, allegati in calce alla presente, sono riportate le metodologie impiegate, le modalità di prova e le caratteristiche delle attrezzature utilizzate.

I punti di indagine sono riportati nella figura alla pagina seguente, rimandando agli specifici elaborati allegati per la loro corretta identificazione.

In un caso, per questioni logistiche, si è optato di eseguire l'indagine sismica in un'area perimetrale al lotto d'intervento (allegato 1) . Ma in relazione ai risultati ottenuti (vedi paragrafi seguenti ) si ritiene che i dati acquisiti e relative elaborazioni possono essere trasposti sull'intero lotto adiacente.



## 10.1 GLI ESITI DELLE INDAGINI

Come risulta dai certificati di prova emergono le seguenti indicazioni principali.

### **Certificato di prova – Allegato 1 - sintesi dei risultati**

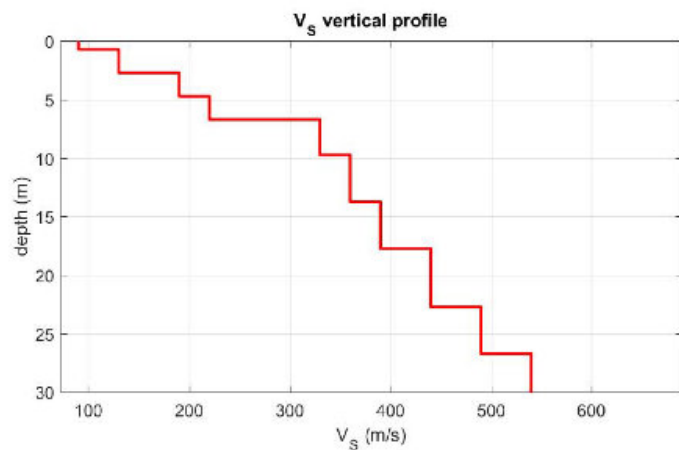
Per quanto riguarda le analisi dei dati HVSR dai risultati ottenuti non risultano evidenti picchi di frequenza statisticamente significativi per lo meno

nel range di interesse ingegneristico, per cui si ritiene di poter escludere amplificazione sismica per motivi stratigrafici.

I risultati dell'elaborazione dei dati acquisiti dalla metodologia MASW, sono riassunti nella tabella e nella figura sottostanti.

Spessore (m)	Vsh (m/s)
0.7	90
2.0	130
2.0	190
2.0	220
3.0	330
4.0	360
4.0	390
5.0	440
4.0	490
semi-spazio	540

**Modello sismostratigrafico stimato**



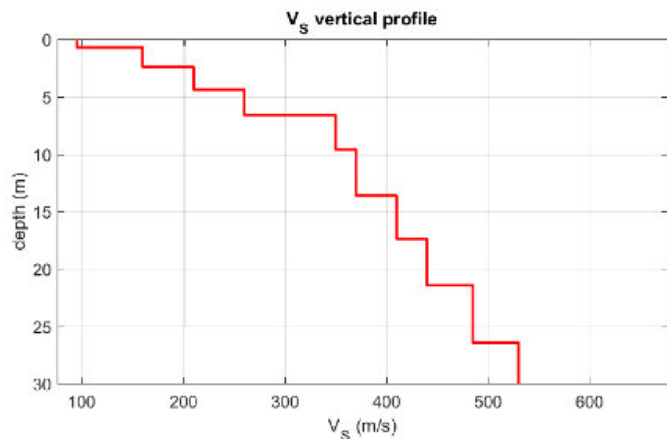
L'analisi della dispersione delle onde superficiali abbinata all'analisi HVSR, ha consentito di stimare il profilo verticale della Vs e di conseguenza del parametro Vs30 che risulta essere pari a 303 m/s, considerando come riferimento il piano campagna. In base al profilo sismostratigrafico ottenuto il sito risulterebbe compatibile con la categoria di sottosuolo C secondo il DM 14 gennaio 2008 -Tabella 3.2.II.

### **Certificato di prova - Allegato 2 - sintesi dei risultati**

Per quanto riguarda le analisi dei dati HVSR, dai risultati ottenuti non risultano evidenti picchi di frequenza statisticamente significativi per lo meno nel range di interesse ingegneristico, per cui si ritiene di poter escludere amplificazione sismica per motivi stratigrafici.

I risultati dell'elaborazione dei dati acquisiti dalla metodologia MASW, sono riassunti nella tabella e nella figura sottostanti.

Spessore (m)	Vsh (m/s)
0.7	95
1.7	160
2.0	210
2.2	260
3.0	350
4.0	370
3.8	410
4.0	440
5.0	485
semi-spazio	530
<b>Modello sismostratigrafico stimato</b>	



L'analisi della dispersione delle onde superficiali abbinata all'analisi HVSR, ha consentito di stimare il profilo verticale della Vs e di conseguenza del parametro Vs30 che risulta essere pari a 330 m/s, considerando come riferimento il piano campagna. In base al profilo sismostratigrafico ottenuto il sito risulterebbe compatibile con la categoria di sottosuolo C secondo il DM 14 gennaio 2008 - Tabella 3.2.II,

## 10.2. CONCLUSIONI

Dalle indagini eseguite e riferite ad entrambi i lotti non sono emersi possibili rischi di amplificazione sismica per motivi stratigrafici.

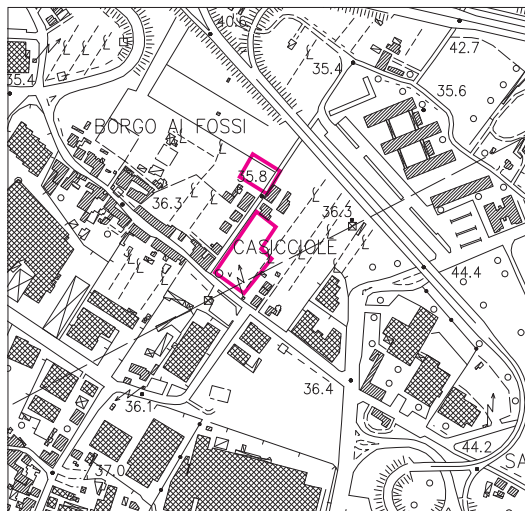
I profili MASW sono risultati simili, evidenziando una discreta analogia nella sequenza dei terreni di entrambi i lotti sia in senso orizzontale che verticale.

Sesto Fiorentino, Ottobre 2017

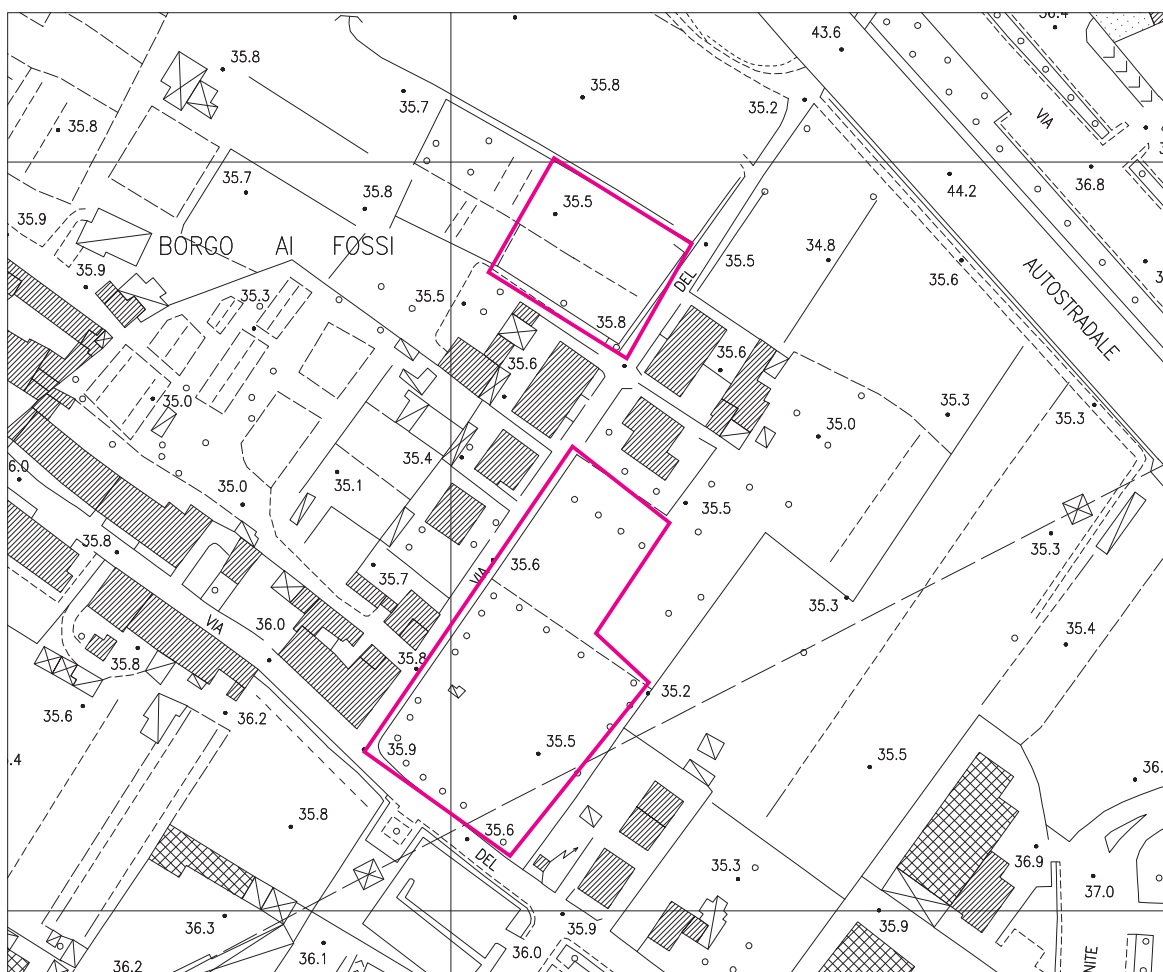


# Corografia

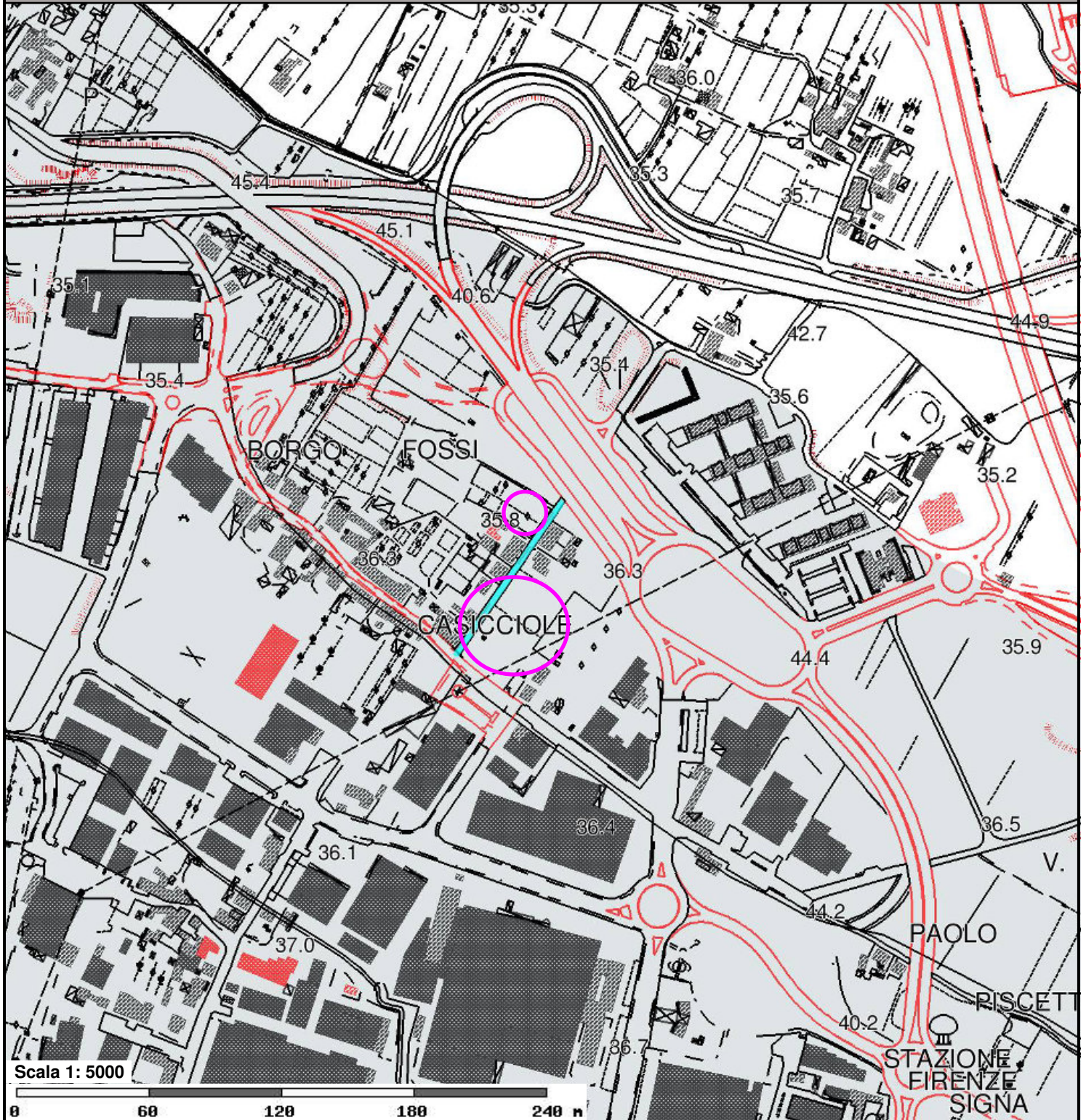
Estratto da CTR scala 1:10000 (sezione 275020)



Estratto da CTR scala 1:2000 (sezione 19j64)

















## Comune di Scandicci - Consultazione cartografica




### Fi1 - Carta geologica


#### Carta geologica


- |   |  |
|---|--|
|  Depositi alluvionali attuali   |  Depositi alluvionali terrazzati  |
|  Depositi eluvio colluviali   |  Depositi antropici: riempimenti di cava  |
|  Ciottolami e limi sabbiosi fortemente alterati   |  Sistema San Miniato - Litofacies limoso argillosa  |
|  Sistema San Miniato - Litofacies ciottoloso sabbiosa   |  Sistema Ponte a Elsa - Litofacies ciottoloso sabbiosa  |
|  Sistema Ponte a Elsa - Litofacies limoso argillosa   |  Subsistema del bacino di Firenze   |
|  Formazione di Monte Morello - marne calcaree e calcari marnosi stratificati                                      |  Formazioni di Sillano - argilliti e calcari con assetto disturbato                                   |
|  Arenarie del Monte Senario - arenarie anche grossolane spesso alterate e con stratificazione non sempre evidente |  Calcari e breccie del M. Senario - calcari micritici e detritici con intercalazione di argille rosse |

CARTA GEOLOGICA DA R.U.

 Argilliti grigio rossastre con calcari marnosi

 Macigno - alternanza di arenarie, siltiti marnose e marne arenacee

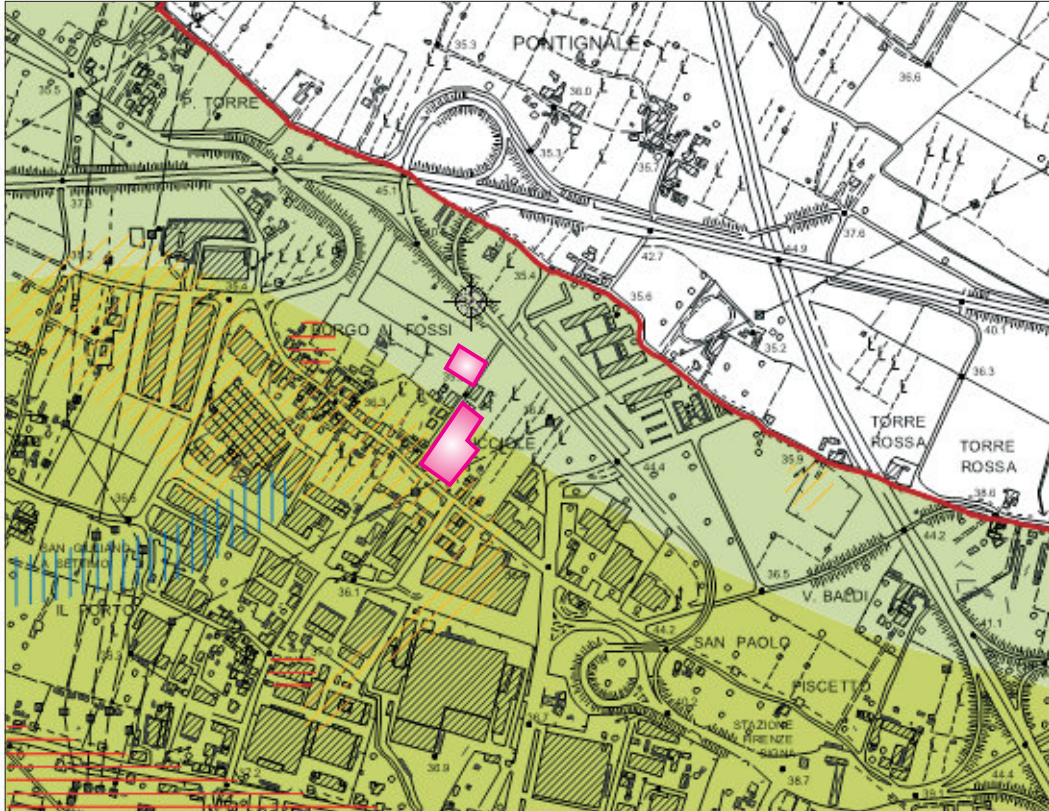
 Marne di San Polo - marne siltose a minuta fratturazione aciculare

 Olistostromi - intercalazioni di argille e blocchi litoidi a struttura caotica intercalate in macigno

**CTR comunale (aggiornamento speditivo)**

**Cartografia**

# Carta litotecnica



Base cartografica in scala 1.10.000

## Successioni conglomeratiche (o ghiaiose) - sabbiose - argillose



C4 - Successioni prevalentemente argillose o limoso argillose, di origine alluvionale in eteropia con le successioni alluvionali più grossolane di C5.

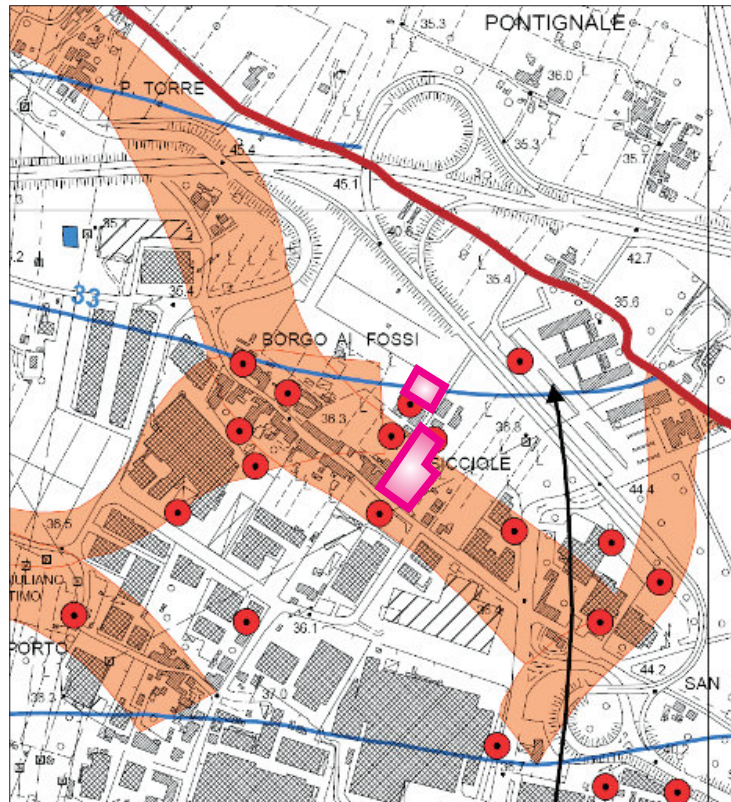


C5 - Successioni prevalentemente sabbioso-ghiaiose di origine fluviale, in eteropia con le successioni più fini di C4.



Contorni indicativi P.U.

# Carta idrogeologica



Base cartografica in scala 1:10.000

## LEGENDA



Unità permeabile per porosità con permeabilità estremamente variabile sia in senso orizzontale che verticale da bassa a medio alta. Produttività idrica da media ad elevata.



Pozzo



Paleoalveo

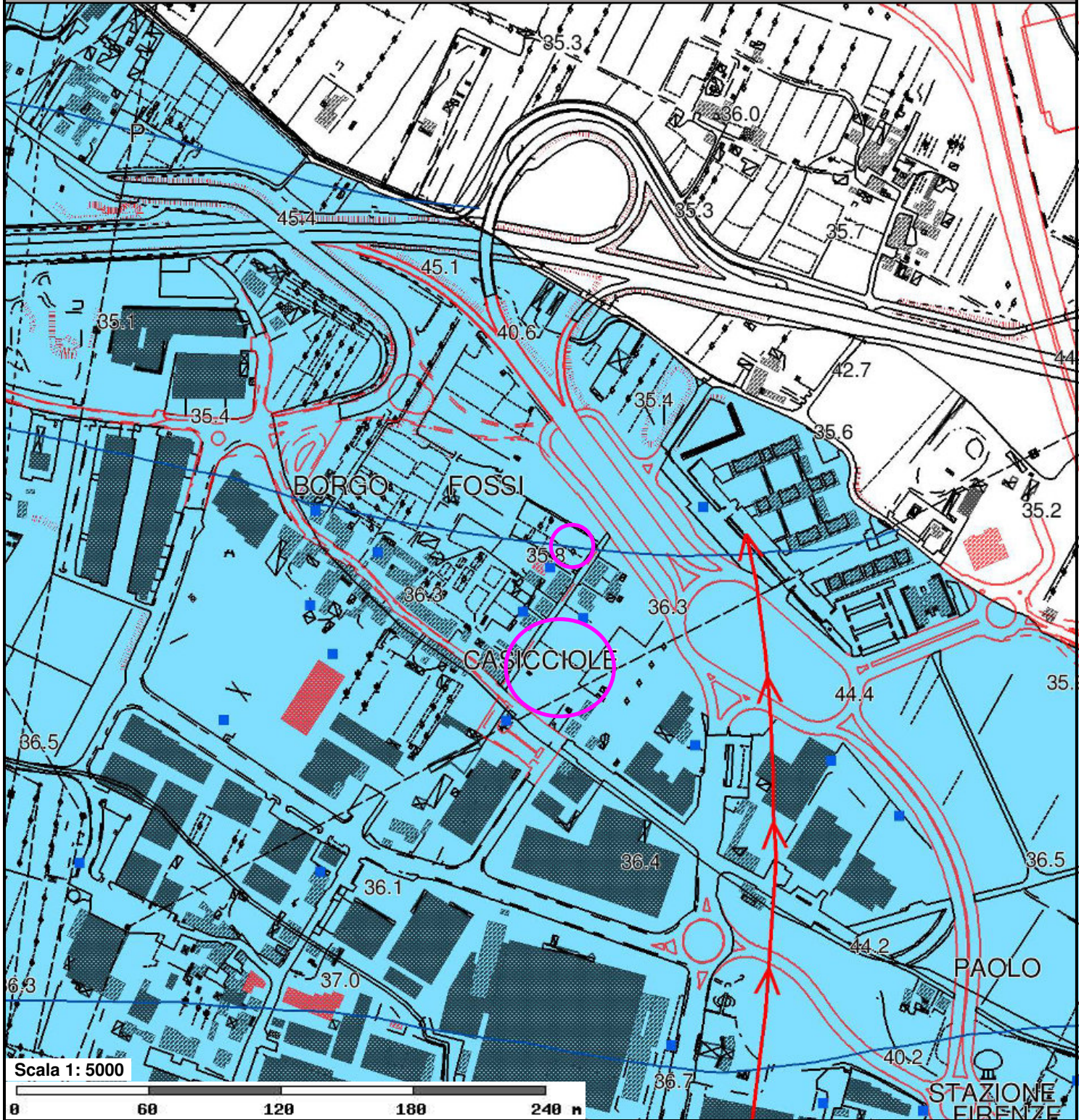


Isopiezometrica in m s.l.m.




Contorni indicativi P.U.


# Comune di Scandicci - Consultazione cartografica



## Fi4 - Carta idrogeologica e della vulnerab. degli acquiferi

Vulnerabilità degli acquiferi - classe di permeabilità

 elevata


 bassa


 Unità idrogeologiche


Pozzi e sorgenti

 Pozzo

 Isofreatiche

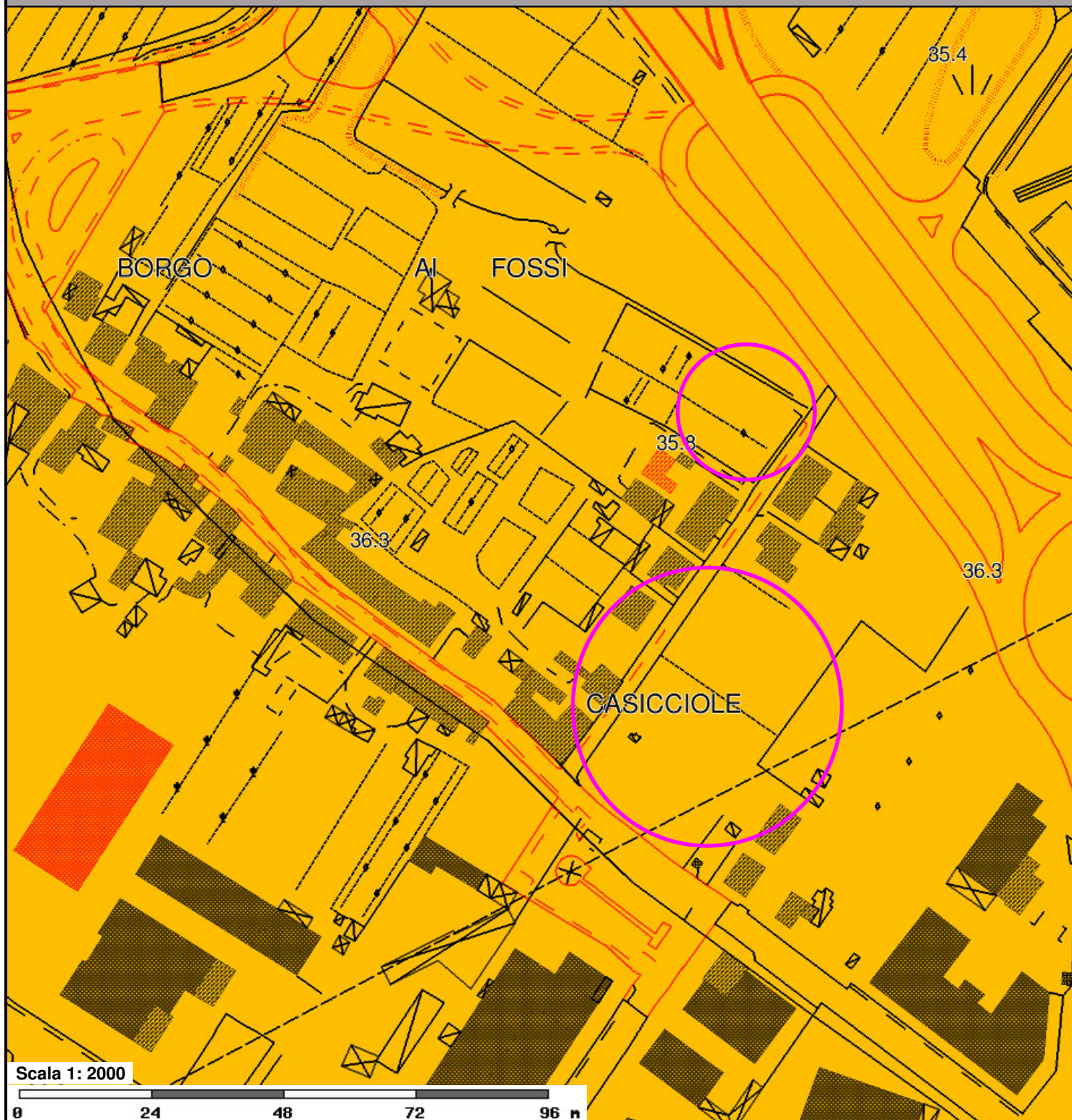
 media

 bassissima

 Sorgente


CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI DA R.U.


## Comune di Scandicci - Consultazione cartografica




### Livello D02

#### Pericolosità idrogeologica

 bassa

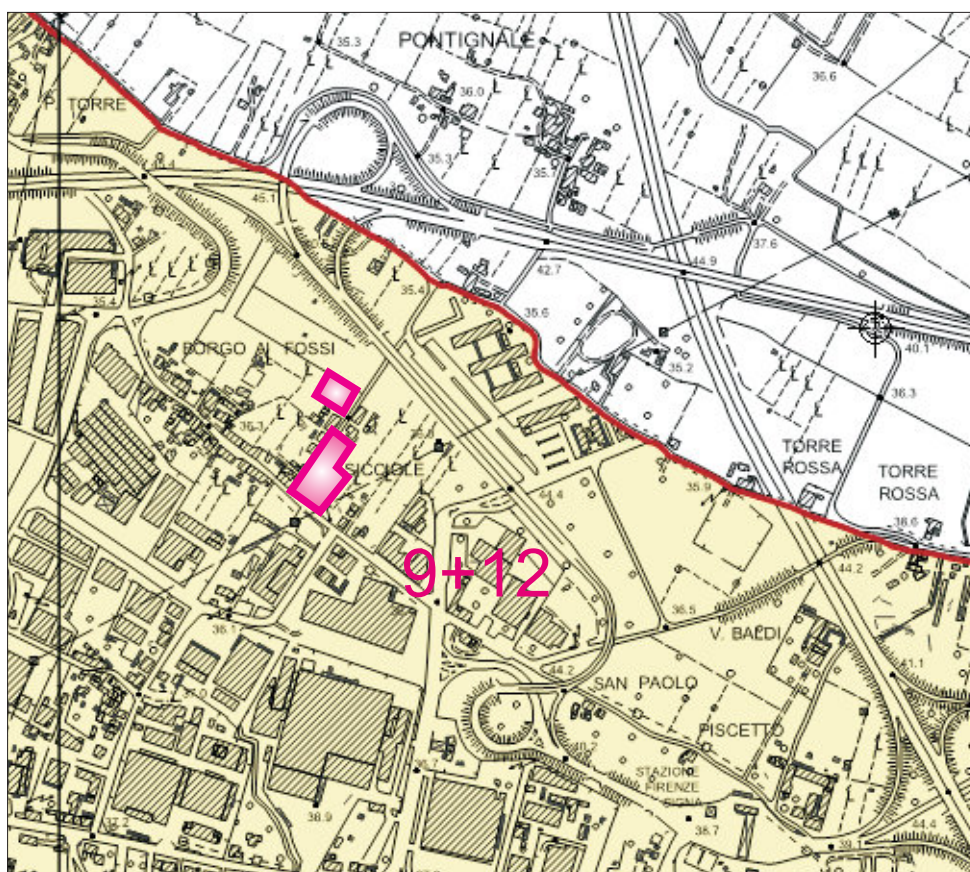
 elevata

 media

 Area di rispetto pozzi acquedotto pubblico

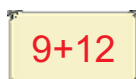
### CTR comunale (aggiornamento speditivo)

# Carta degli elementi del rischio sismico ZMPSL



Base cartografica in scala 1.10.000

Instabilità dinamica per cedimenti e cedimenti differenziali - art. 38



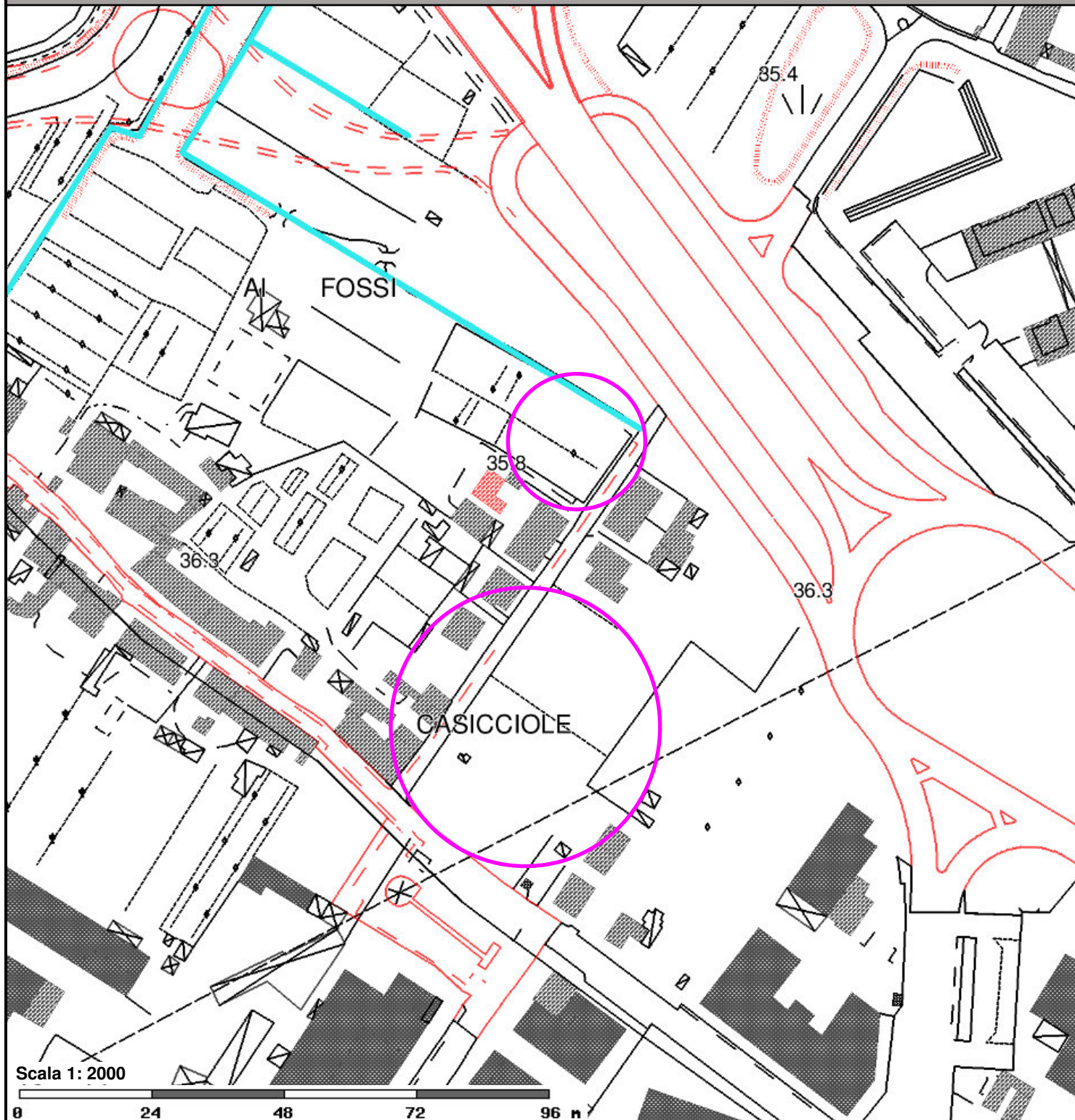
Depositi alluvionali a granulometria eterogenea, potenzialmente suscettibili di densificazione



Contorni indicativi P.U.





## Comune di Scandicci - Consultazione cartografica




### Fi8 - Regimazione idraulica e reticolo

#### Reticolo idrografico L.R.79/2012

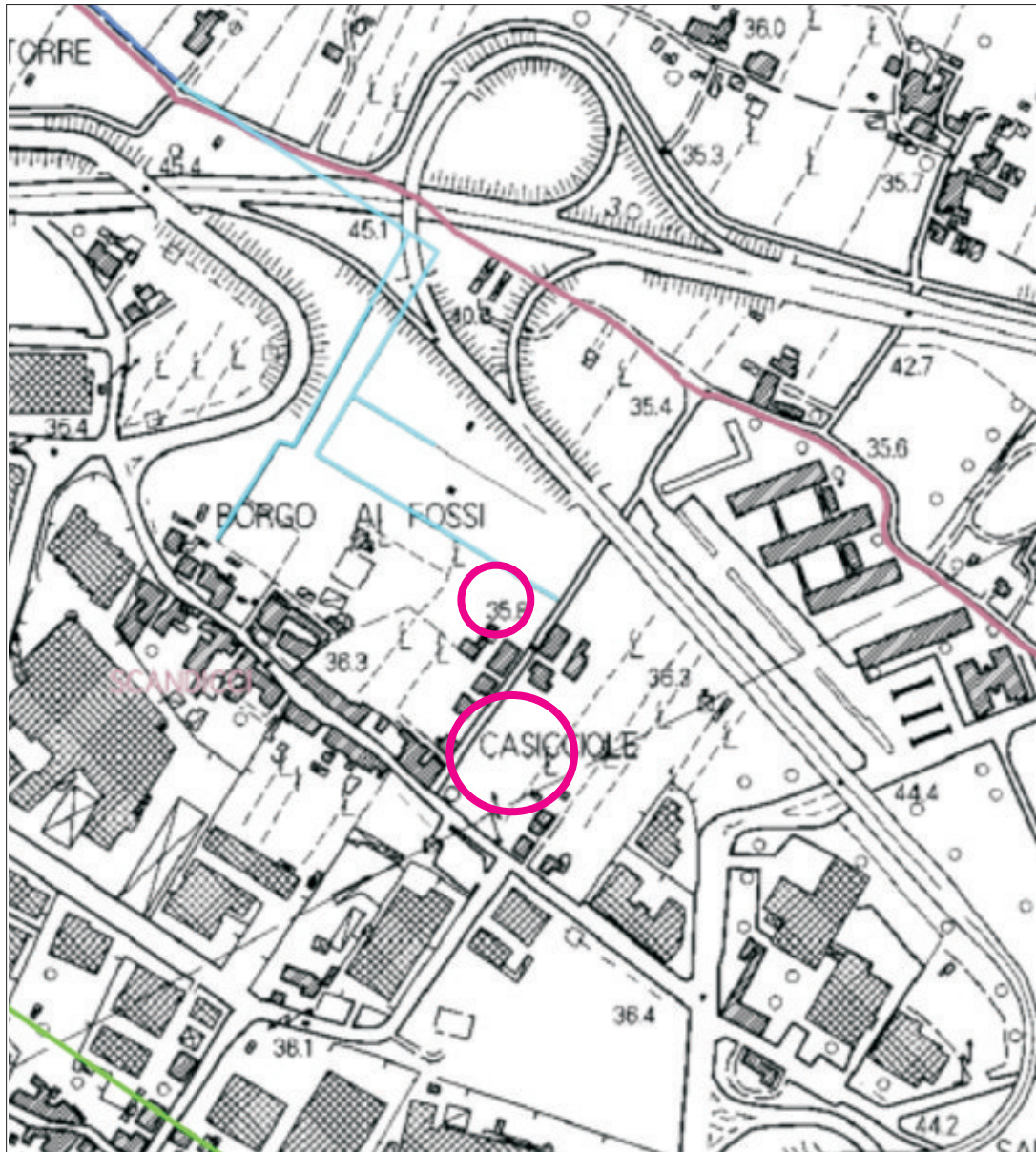
 Tratto facente parte del reticolo idrografico ai sensi della L.R.79/2012

 Tratto non facente parte del reticolo idrografico ma rappresentabile dal punto di vista cartografico

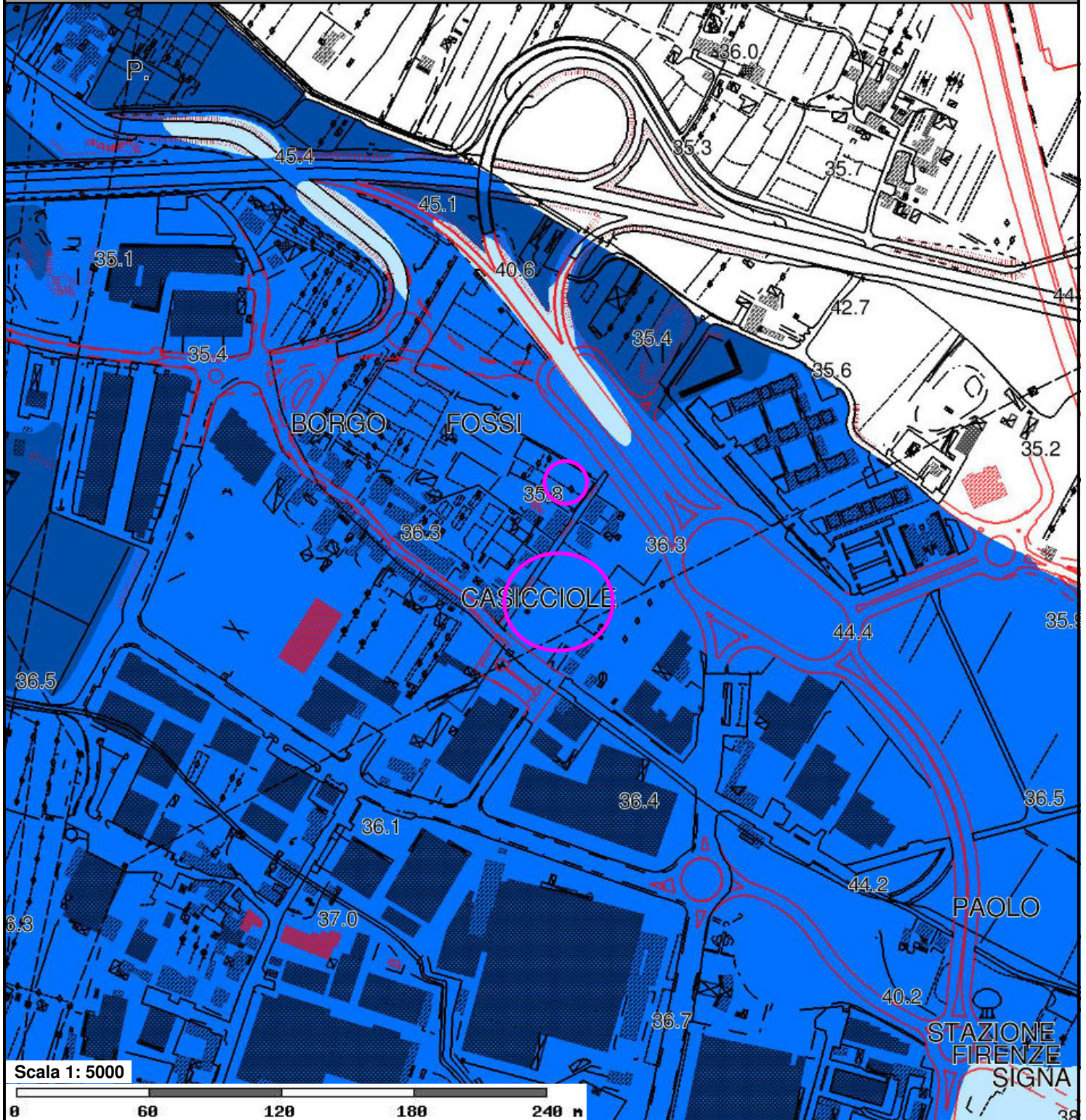
 Tratto a geometria sotterranea

### CTR comunale (aggiornamento speditivo)

# Reticolo idrografico





# Comune di Scandicci - Consultazione cartografica



## Fi7 - PAI

### PGRA Pericolosità idraulica

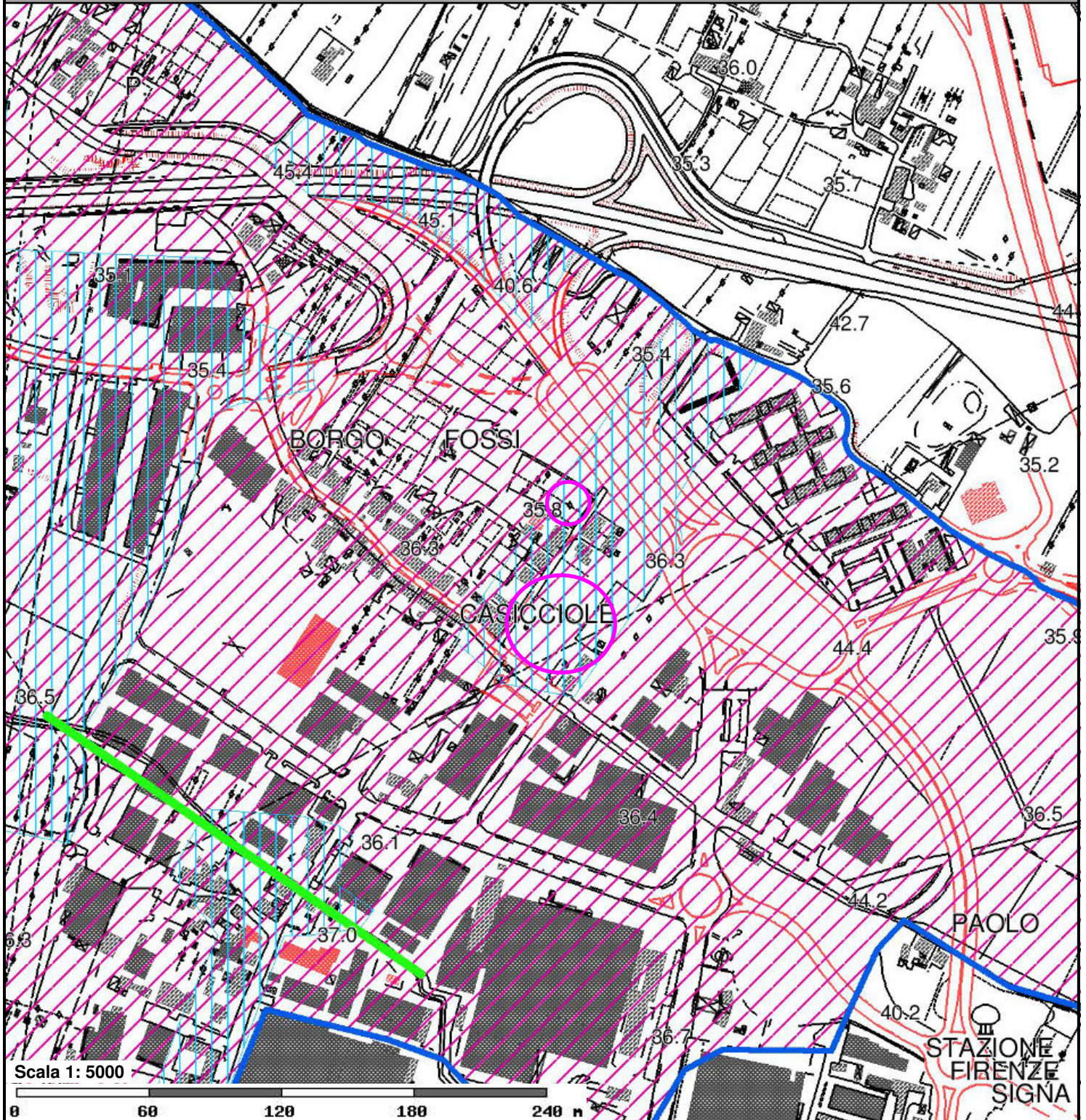
-  Aree a pericolosità da alluvione elevata
-  Aree a pericolosità da alluvione bassa

-  Aree a pericolosità da alluvione media






### CTR comunale (aggiornamento speditivo)

### Cartografia

## Comune di Scandicci - Consultazione cartografica



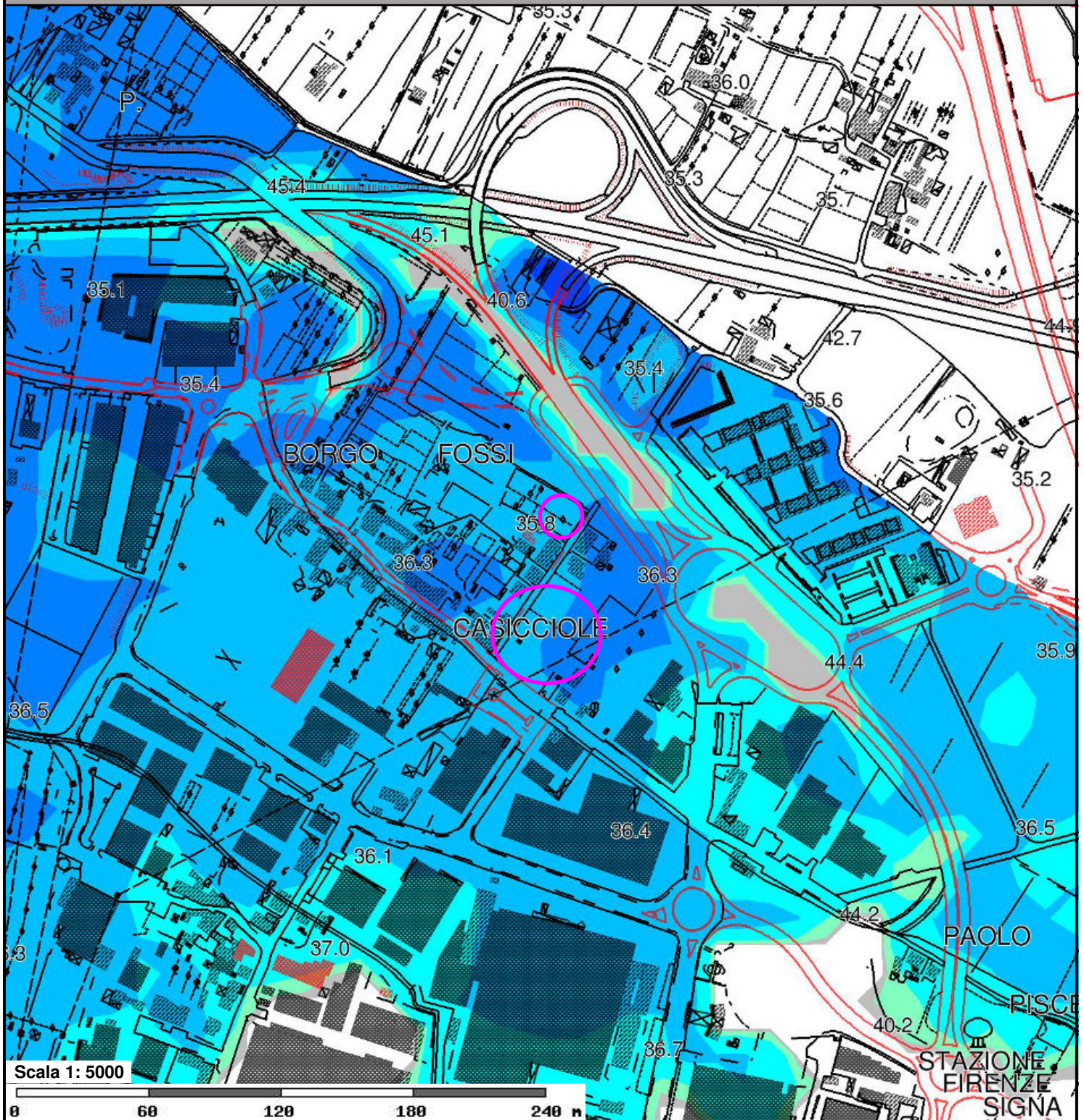
### Fi5 - Carta storica delle aree allagate

-  Aree colpite da esondazione del sistema Arno-Greve-Vingone
-  Limite esondazione 1966
-  Battente locale registrato nel 1966 e 1992
-  Tratto di alveo intubato
-  Aree interessate da ristagno

### CTR comunale (aggiornamento speditivo)




CARTA DELLE AREE ALLAGATE DA R.U.

## Comune di Scandicci - Consultazione cartografica



### Fi6 - Carta dei battenti idraulici con Tr=200

Altezza acqua di esondazione per tempi di ritorno di 200 anni

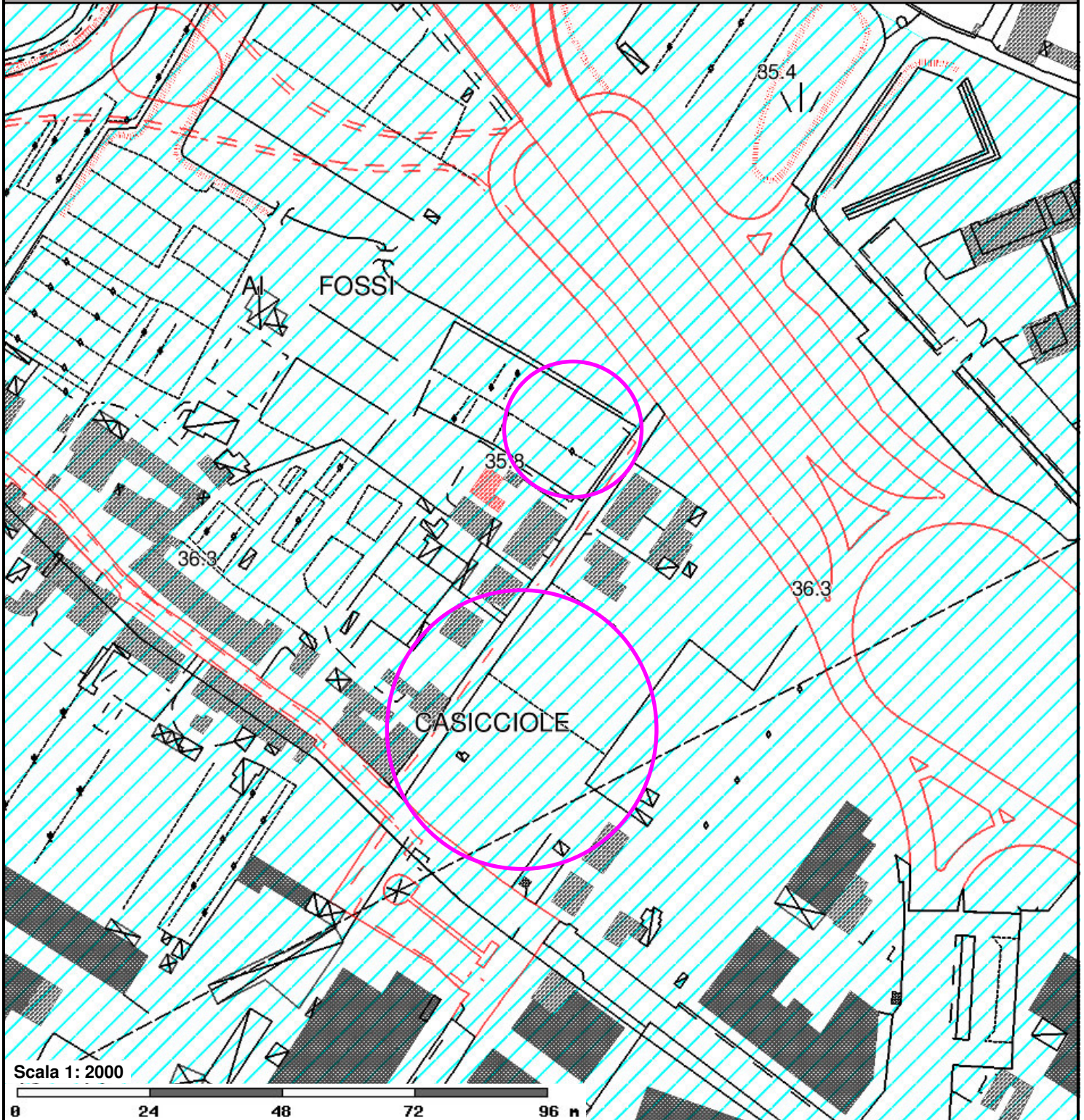
 $h > 3.0$ m	 $2.0 \text{ m} < h < 3.0$ m
 $1.0 \text{ m} < h < 2.0$ m	 $0.3 \text{ m} < h < 1.0$ m
 $0.1 \text{ m} < h < 0.3$ m	 $h > 0.01$ m

### CTR comunale (aggiornamento speditivo)

#### Cartografia


CARTA DEI BATTENTI IDRAULICI DA R.U.


## Comune di Scandicci - Consultazione cartografica




### Fi9 - Carta della pericol. geologica


#### Pericolosità geologica


 Pericol. geologica medio-bassa - G2a

 Aree apparentemente stabili con presenza di fenomeni franosi inattivi stabilizzati

 Pericol. geologica elevata G3

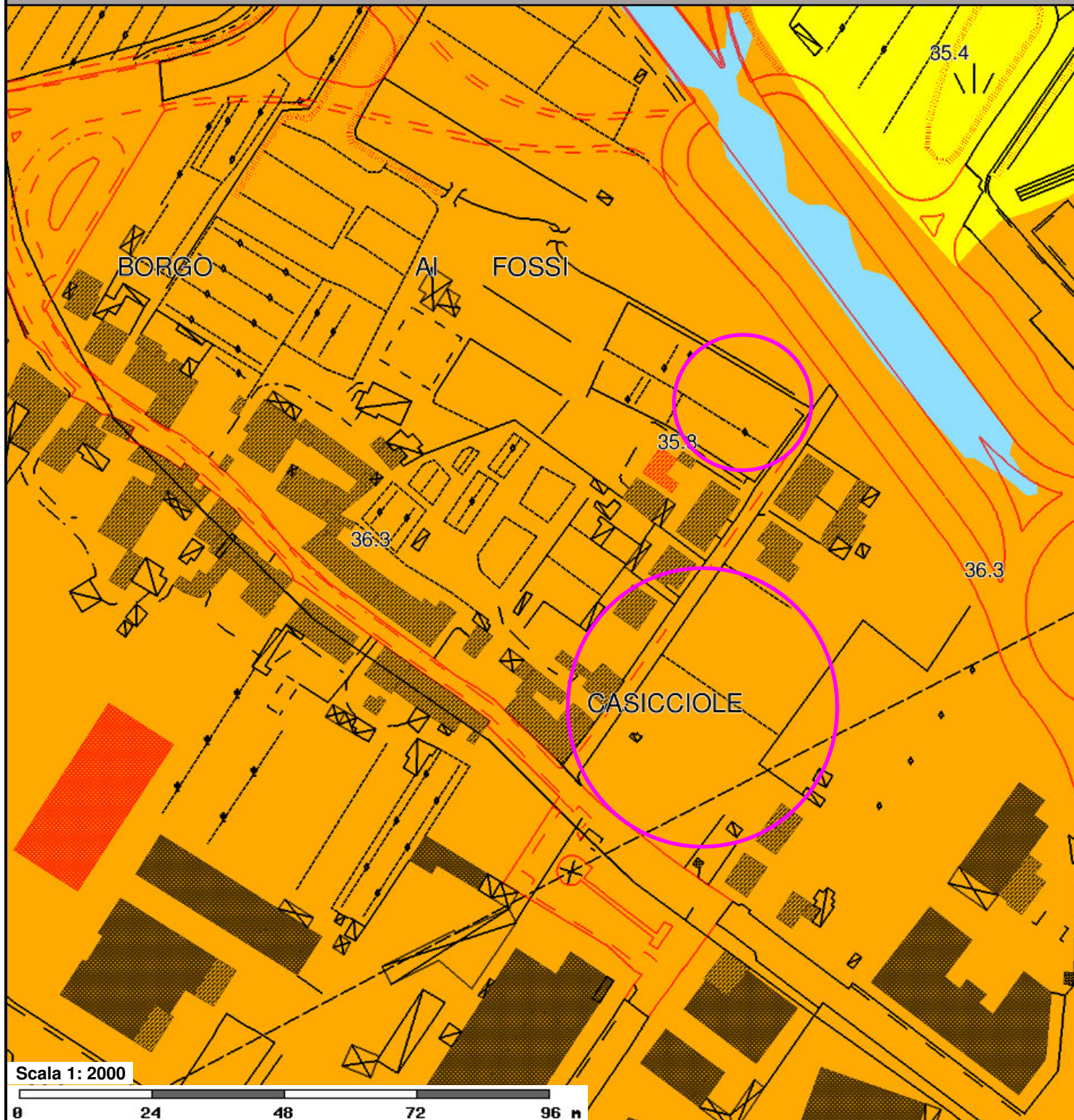
 Pericol. geologica medio - G2

 Corpi detritici su versanti inferiori a 25%

 Pericol. geologica molto elevata G4

### CTR comunale (aggiornamento speditivo)

## Comune di Scandicci - Consultazione cartografica



### Livello D04

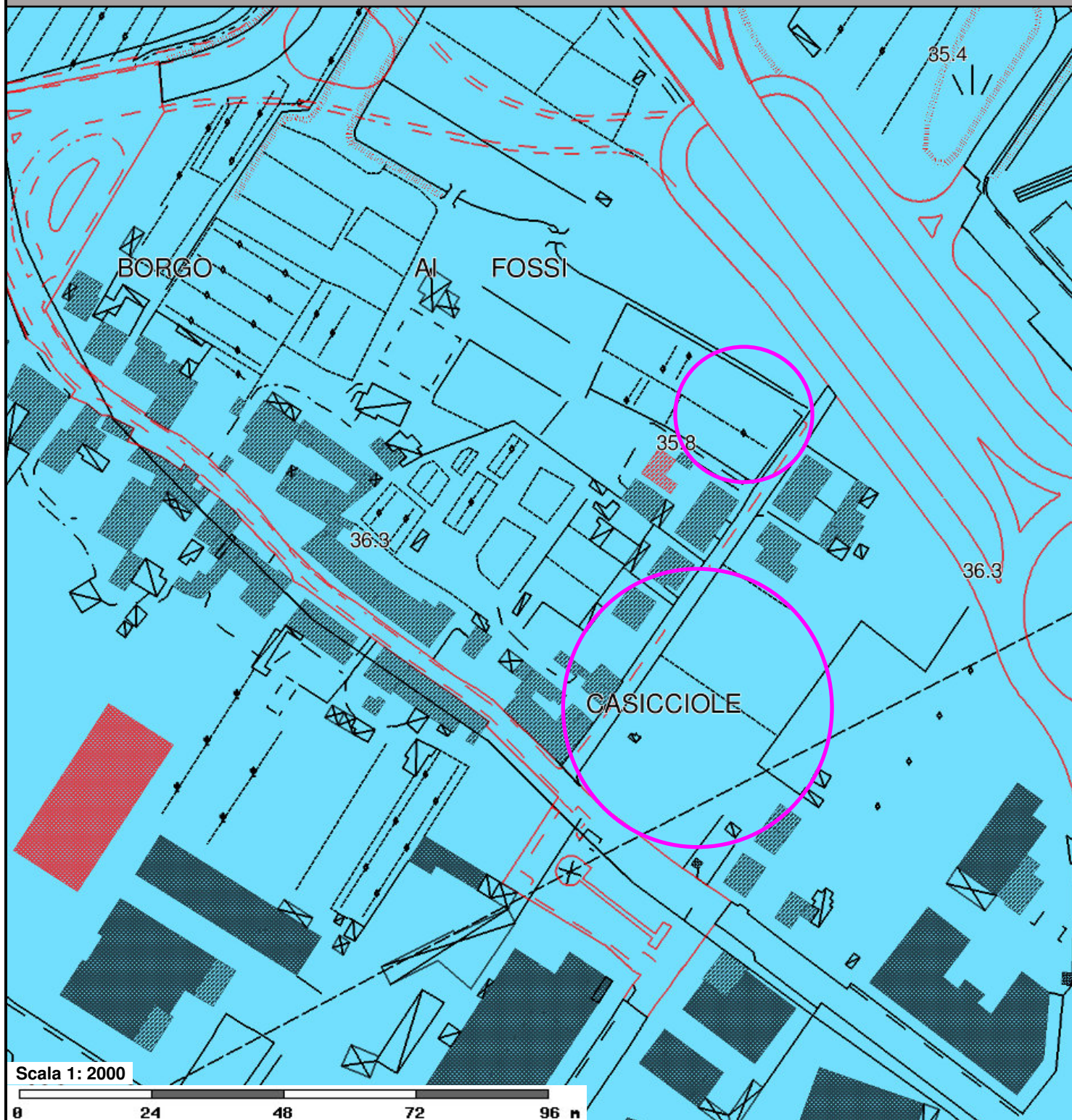
#### Pericol. idraulica

- bassa
- elevata

- media
- molto elevata

### CTR comunale (aggiornamento speditivo)

## Comune di Scandicci - Consultazione cartografica



### Livello D05

#### Pericolosità sismica

- S1-Pericol. sismica locale bassa
- Area di applicazione delle prescrizioni
- S4-Pericol. sismica locale molto elevata

- S2-Pericol. sismica locale media
- S3-Pericol. sismica elevata

### CTR comunale (aggiornamento speditivo)





<b>AREA DI TRASFORMAZIONE TR 07a CASICCIOLE</b>  <b>INTEGRAZIONE RESIDENZIALE</b>		Edificabilità prelevata dal Piano Strutturale per 'nuovi insediamenti' UTOE n° 7  residenza: mq 1.000 Sul
<b>DESCRIZIONE</b>	Area ineditata posta in immediata adiacenza all'abitato di Borgo ai Fossi e contigua ai nuovi assetti viabilistici conseguenti alla riconfigurazione della viabilità di interscambio tra l'Autostrada A1, la S.G.C. FI-PI-LI e la rete viaria urbana.	
<b>FINALITA'</b>	L'intervento persegue le seguenti finalità: - integrazione degli assetti insediativi dell'abitato di Borgo ai Fossi mediante realizzazione di un modesto intervento di completamento ad uso residenziale ben inserito nel contesto di riferimento; - incremento delle dotazioni di parcheggio pubblico nell'area interessata.	
<b>SUPERFICIE TERRITORIALE</b>	St = mq 5.600 circa	
<b>DIMENSIONAMENTO E DESTINAZIONI D'USO AMMESSE</b>	Il dimensionamento dell'intervento è determinato come segue: - superficie utile lorda (Sul) massima edificabile: mq 1.000  Sono consentite le seguenti destinazioni d'uso: - residenza - esercizi commerciali di vicinato (eventuali), nella misura massima del 20% della superficie utile lorda (Sul) complessiva realizzabile, collocabili esclusivamente negli spazi localizzati al piano terreno degli edifici	
<b>DISPOSIZIONI GENERALI</b>	Mediante intervento convenzionato subordinato alla previa approvazione di un Progetto Unitario è consentita la realizzazione di un piccolo insediamento residenziale, qualitativamente caratterizzato sotto il profilo architettonico e correttamente inserito nel contesto di riferimento.  Le nuove consistenze edilizie devono essere collocate in corretta relazione planaltimetrica con il tessuto storicizzato di Borgo ai Fossi e con gli altri edifici contermini, anche dal punto di vista dell'altezza massima in gronda.  Il Progetto Unitario è corredato da specifici studi di inserimento dal punto di vista paesaggistico e da una definizione di dettaglio delle sistemazioni esterne previste. In particolare la progettazione delle aree a parcheggio, delle zone pavimentate e degli spazi verdi ad uso pubblico e privato deve contribuire a caratterizzare qualitativamente l'assetto dell'abitato di Borgo ai Fossi.  Il Progetto Unitario è corredato da specifici studi di inserimento dal punto di vista urbanistico e paesaggistico e da una definizione di dettaglio delle sistemazioni esterne previste.  L'intervento non può comportare la realizzazione di unità immobiliari ad uso abitativo con superficie utile abitabile o agibile (Sua) netta inferiore a mq 45.	

<b>DISPOSIZIONI PARTICOLARI</b>	La definizione dell'assetto complessivo dell'insediamento - ed in particolare delle parti site in prossimità della linea di elettrodotto - è subordinata alla preventiva valutazione dell'esposizione umana ai campi magnetici, e comunque a quanto disposto dall'art. 102, punti 1.3, 1.4 e 1.5. Deve essere in ogni caso garantito il rispetto dei limiti previsti dalle normative vigenti in caso di permanenza continuativa di persone, riducendo al minimo livello possibile le nuove esposizioni ai campi elettromagnetici a bassa frequenza.  La convenzione, atta a regolamentare le realizzazioni previste dal Progetto Unitario, ed alla cui stipula è subordinato il rilascio e/o l'efficacia dei titoli abilitativi: - disciplina il regime giuridico dei suoli, fermo restando l'obbligo di cessione gratuita all'Amm./ne Comunale delle porzioni dell'area di trasformazione sotto specificate; - individua le opere obbligatorie di interesse pubblico con le relative forme di garanzia (ivi compresi gli interventi da realizzarsi a scapito degli oneri di urbanizzazione dovuti); - stabilisce le modalità di attuazione degli interventi, le forme di utilizzazione e di manutenzione delle aree a parcheggio, etc.
<b>DISCIPLINA DELLA PEREQUAZIONE URBANISTICA</b>	Le quantità edificabili sono attribuite in misura proporzionale alla superficie territoriale (St) afferente a ciascuna delle proprietà immobiliari ricomprese nell'area di trasformazione.  Sono ripartiti nella stessa misura proporzionale, salvo diverso accordo tra gli aventi titolo: - gli oneri economici per realizzare le opere di urbanizzazione e gli interventi di interesse pubblico obbligatori; - gli oneri relativi alla cessione gratuita all'Amm./ne Comunale delle aree destinate a parcheggi pubblici ed eventuale verde pubblico di corredo.  La realizzazione degli interventi previsti nell'area di trasformazione presuppone la redazione di un piano di ricomposizione fondiaria comprendente le permuthe 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 dei titoli abilitativi è subordinata alla sottoscrizione di atti con i quali sono effettuate le permuthe o cessioni immobiliari tra i soggetti aventi titolo in applicazione dei criteri perequativi sopra descritti.
<b>DOTAZIONI DI PARCHEGGIO AD USO PRIVATO</b>	Le dotazioni di parcheggio per la sosta stanziale e quelle per la sosta di relazione sono dovute nella misura stabilita dall'art. 13.  Le dotazioni di parcheggio per la sosta di relazione (dovute in caso di inserimento di attività commerciali) sono determinate secondo quanto stabilito dall'art. 14.
<b>OPERE E/O ATTREZZATURE PUBBLICHE E/O DI INTERESSE PUBBLICO</b>	La realizzazione degli interventi di interesse privato è condizionata alla contestuale realizzazione delle seguenti opere pubbliche e/o di interesse pubblico nonché, ove necessario, alla cessione gratuita all'Amm./ne Comunale delle relative aree: - realizzazione di parcheggi pubblici con verde di corredo in adiacenza alla Via del Botteghino e/o alla Via del Pantano, per una superficie minima di mq 1.200.  La progettazione e realizzazione delle opere di cui sopra è subordinata al nulla-osta delle competenti strutture tecniche comunali ed al recepimento delle indicazioni progettuali dalle stesse formulate.  E' facoltà dell'Amm./ne Comunale di optare per opere pubbliche e/o di interesse pubblico diverse da quelle sopra indicate, di valore complessivamente equivalente.



<b>DISCIPLINA DEI BENI PAESAGGISTICI</b>	L'area interessata dall'intervento non è soggetta a tutela paesaggistica.
--	---

<b>INVARIANTI STRUTTURALI</b>	L'area di trasformazione di cui trattasi non è interessata da invarianti strutturali. Nelle aree adiacenti si segnalano: - patrimonio edilizio presente al 1940 (art. 59) - tracciati viari fondativi (art. 60) - tracce del sistema delle centuriazione (art. 62) - elementi ordinatori dello spazio pubblico (art. 63)
-------------------------------	---

<b>DISCIPLINE SPECIALI</b>	L'area di trasformazione di cui trattasi non è soggetta alle discipline speciali di cui al Titolo V delle Norme per l'Attuazione del Regolamento Urbanistico.
----------------------------	---

<b>CLASSIFICAZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE</b>	Nell'area di trasformazione di cui trattasi e compreso solo un piccolo manufatto a trasformabilità limitata (TL), come evidenziato nell'estratto degli elaborati cartografici di livello C riportato nella presente scheda.
--	---

<b>PERICOLOSITA'</b>		geologica			idraulica			sismica		
		G.2a			I.3			S.2		
<b>FATTIBILITA'</b>	interventi (vedi legenda)	A	F.G.2	F.I.4	F.S.2					
		B	F.G.1	F.I.1	F.S.1					
		C	-	-	-					
		D	-	-	-					
		D'	-	-	-					
		prescrizioni	<b>F.I.4:</b> la realizzazione degli interventi urbanistico-edilizi di cui alla presente scheda è subordinata all'esecuzione di interventi di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno duecentennale (Tr = 200). Alla luce degli studi idraulici per l'adeguamento del PAI (febbraio 2011) si registra nell'area un battente locale variabile fino ad un massimo di circa ml 2,50 sul piano naturale di campagna. In ogni caso sia la quota di sicurezza di edifici e parcheggi che i volumi di compensazione idraulica relativi al battente per Tr = 200 anni devono essere precisamente definiti nella fase di elaborazione del Progetto Unitario e nel progetto delle opere di urbanizzazione, secondo le modalità dettate dalla norma generale di fattibilità.							
			<b>F.S.2:</b> in fase di elaborazione del Progetto Unitario sono necessari approfondimenti delle indagini sismiche atti ad accertare la presenza e l'estensione areale di eventuali orizzonti continui di ghiaia suscettibili di determinare significativi contrasti di impedenza sismica, da eseguirsi mediante stendimenti sismici e misure di rumore.							
			<b>F.G.2 / F.G.1 / F.I.1 / F.S.1:</b> nessuna prescrizione specifica.							
			<b>Problematiche idrogeologiche:</b> oltre a garantire il rispetto delle disposizioni di cui all'art. 47 gli interventi ricadenti nelle 'zone di rispetto' di pozzi acquedottistici devono essere accompagnati da una relazione idrogeologica nella quale siano specificate le soluzioni previste sia in fase di cantiere che a regime per evitare interferenze con la falda e rendere compatibile l'intervento.							

<b>PRESCRIZIONI E MITIGAZIONI AMBIENTALI</b>	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 Regolamento Urbanistico. L'elaborazione del Progetto Unitario è soggetta al rispetto delle disposizioni di cui all'art. 9, punto 2, lett. a), b), e) (per la lett. e la prescrizione è limitata alla realizzazione di reti duali per il riutilizzo delle acque meteoriche), h), i), j), m), nonché all'art. 46.
--	--

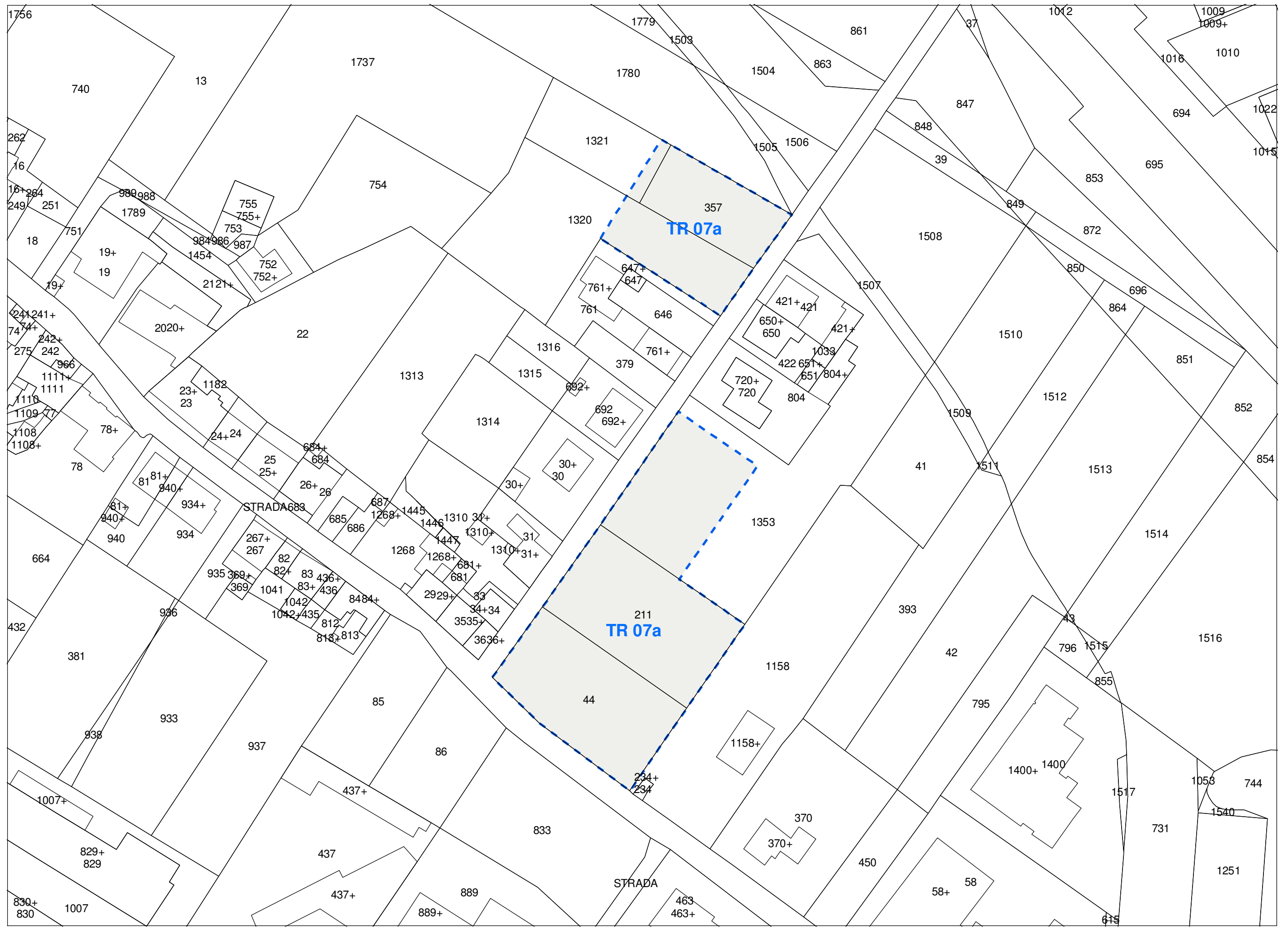
<b>MODALITA' DI ATTUAZIONE</b>	Intervento di iniziativa privata soggetto a Progetto Unitario
--------------------------------	---

<b>ORGANO COMPETENTE PER L'APPROVAZIONE</b>	Consiglio Comunale
---	--------------------

<b>DISCIPLINA IN ASSENZA DI PROGETTO UNITARIO, O IN CASO DI SCADENZA DEL TERMINE QUINQUENNALE</b>	In caso di scadenza del termine quinquennale dalla data di approvazione del presente Regolamento Urbanistico senza che sia intervenuta l'approvazione del Progetto Unitario, e comunque nelle more dell'approvazione dello stesso, agli immobili ed aree comprese nella presente area di trasformazione si applicano le disposizioni di cui all'art. 131, relative al verde e spazi prevalentemente non edificati ad uso privato nelle aree urbane'. Alle attività agricole esistenti si applicano le disposizioni di cui all'art. 175.
---	---

<b>DISCIPLINA SUCCESSIVA ALLA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO UNITARIO</b>	Ad avvenuta realizzazione ed ultimazione degli interventi previsti dal Progetto Unitario agli immobili ed aree comprese nella presente area di trasformazione si applica la seguente disciplina: - parcheggi pubblici: aree ad edificazione speciale per standard 'esistenti' (art. 98); - aree di sedime e spazi privati pertinenziali del nuovo insediamento residenziale: tessuti consolidati prevalentemente residenziali ed edifici sparsi di recente origine (art. 125); - altre aree inedificate ad uso privato (eventuali): verde e spazi prevalentemente non edificati ad uso privato nelle aree urbane (art. 131); - nuovo insediamento residenziale: Classe 7 (o Classe 9, in caso di realizzazione di edifici ad aggregazione lineare). Su di esso sono ammessi gli interventi urbanistico-edilizi di cui all'art. 112 (o all'art. 114), a condizione che non comportino incrementi di superficie utile lorda (Sul) e/o di volume (V), e senza possibilità di addizioni funzionali. Resta confermato il limite di superficie utile abitabile o agibile (Sua) netta per le singole unità immobiliari ad uso abitativo fissato dalla presente scheda; - volumi e manufatti accessori (eventuali): si applicano le disposizioni di cui all'art. 121 riferite ai volumi secondari (VS).
---	--







**Geognostica Fiorentina srl**  
Via di Porto, 11-13 • 50018 • Scandicci (FI)  
C.F./P.IVA • 05256260489  
Tel. e Fax • 055 720195  
E-mail • info@geognosticafiorentina.com

COMUNE DI SCANDICCI  
Provincia di Firenze



Oggetto:

Indagine geofisica di superficie mediante  
metodologia MASW + HVSR  
per Calcolo Vs30 - D.M. 14/01/2008

RELAZIONE TECNICA



Località:

Via Nilde Iotti – Scandicci (FI)



Committente:

Dott. Geol. Gianni Focardi

## Introduzione

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante metodologia MASW in data 19 settembre 2017, come concordato con il dott. geol. Gianni Focardi, in via Nilde Iotti nel Comune di Scandicci (FI).

E' stata eseguita una campagna geofisica mediante acquisizione MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves), analisi della dispersione delle onde di Rayleigh e Love da misure di sismica attiva, al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame, ed in particolare 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. La classificazione dei terreni è ottenuta sulla base del valore della Vs30 (il valore medio della Vs nei primi 30 m di profondità) definita dalla relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

Insieme all'indagine MASW è stato effettuato un rilievo di microtremori (vibrazioni ambientali) con stazione singola HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio).

Di seguito vengono descritte: la metodologia d'indagine, lo schema operativo, le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, ed infine l'interpretazione dei dati elaborati.

## 2. MASW: metodologia d'indagine

La tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di prospezione sismica che, attraverso la registrazione della propagazione delle onde di superficie (Rayleigh e Love), permette di risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio S nel sottosuolo, portando quindi a determinare anche il parametro Vs30 (velocità media delle onde S nei primi 30m).

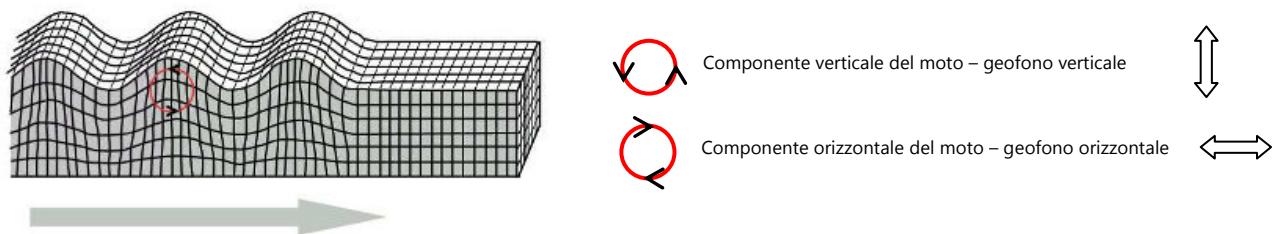
In un mezzo stratificato le onde di superficie (Rayleigh e/o Love) danno vita al fenomeno della dispersione, cioè lunghezze d'onda diverse si propagano con diverse velocità di fase e gruppo: le componenti ad alta frequenza (con piccola lunghezza d'onda) "sentono" solamente gli strati più superficiali del suolo, mentre le componenti a più bassa frequenza "sentono" anche gli strati più profondi consentendo quindi di determinarne le caratteristiche. Il metodo si sviluppa attraverso la determinazione delle proprietà dispersive del mezzo individuabili dall'analisi dello spettro di velocità dei dati. Il range di frequenza si sviluppa comunemente tra i 5Hz e i 70Hz, fornendo

informazioni sino a profondità di circa 30m a seconda della rigidità del suolo: la profondità massima di penetrazione è determinata dalla relazione fra velocità di propagazione dell'onda e più bassa frequenza identificabile.

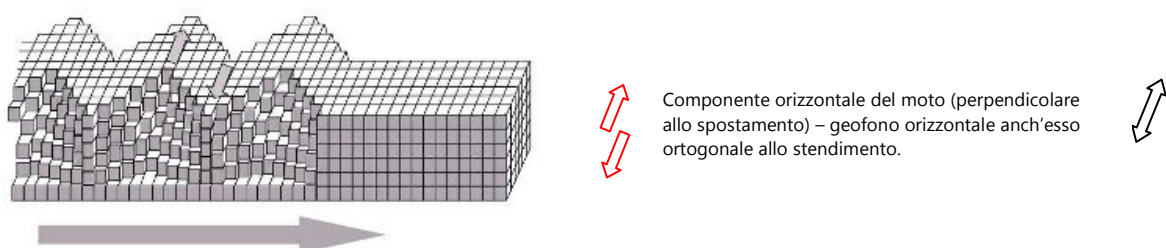
Questa tipologia di prospezione si realizza con uno stendimento sismico costituito da 12/24 o più geofoni allineati a distanza intergeofonica variabile tipicamente fra 1 e 5 m (la lunghezza dello stendimento incide sulla focalizzazione del segnale nello spettro di velocità) che registrano le onde sismiche generate in corrispondenza di X punti di energizzazione effettuati tipicamente ad una distanza compresa fra 2 e 20 m dal primo geofono.

L'obiettivo della registrazione è quindi l'individuazione del treno di onde superficiali (Rayleigh), che a causa della stratificazione del mezzo subisce una dispersione le cui modalità sono direttamente correlate alla velocità delle onde di taglio S.

L'acquisizione delle onde di Rayleigh può essere fatta mediante geofoni verticali, intercettando nel moto delle particelle lo spostamento verticale; oppure mediante geofoni orizzontali con asse posto parallelo (radiale) allo stendimento, intercettando lo spostamento orizzontale. In entrambi i casi si utilizza una sorgente verticale - piastra-martello.

**Rayleigh Wave**


Per le onde di Love il moto delle particelle risulta orizzontale ed ortogonale allo spostamento, si utilizza pertanto una sorgente di taglio (martello-trave di legno, ortogonale alla linea) con geofoni orizzontali ad asse perpendicolare allo stendimento.

**Love Wave**


### 3. HVSR: metodologia d'indagine

Il metodo *HVSR* (*Horizontal Vertical Spectral Ratio*), è una tecnica di sismica "passiva" che si basa sulla misura delle vibrazioni del terreno indotte da sorgenti non controllate, attraverso un apparato di registrazione dotato di 3 velocimetri disposti nelle tre direzioni dello spazio, e sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali (H) e verticali (V) di quello che viene definito "rumore sismico", "vibrazione ambientale" o "microtremore", costituito da piccole vibrazioni del terreno dell'ordine di  $10^{-4}$ - $10^{-2}$  cm. Gli spettri verticali e orizzontali variano in funzione dell'anisotropia del mezzo attraversato e dei gradienti di impedenza presenti nel sottosuolo:

$$\text{Rapporto di impedenza sismica } I = \rho r V_r / \rho s V_s$$

Dove  $\rho r$  è la densità del substrato e  $\rho s$  del terreno soprastante;  $V_r$  la velocità delle onde di taglio del substrato e  $V_s$  del terreno.

Gli effetti stratigrafici di amplificazione sismica sono influenzati dal rapporto d'impedenza, e le frequenze corrispondenti ai massimi della funzione di amplificazione si chiamano frequenze (periodi) naturali di vibrazioni del deposito. Il periodo proprio di sito è indicato dalla seguente formula:

$$T_0 = 4H/V_s$$

Dove:  $V_s$  è la velocità delle onde di taglio fino al bedrock (inteso come un orizzonte con forte contrasto di  $V_s$  che dà origine ad un picco dell'H/V); H lo spessore dei sedimenti sovrastanti il bedrock. Di fondamentale importanza risulta la conoscenza della frequenza di sito per il fenomeno della "doppia risonanza", cioè la corrispondenza tra la frequenza fondamentale del segnale sismico trasmesso in superficie e la frequenza delle strutture in progetto o dei manufatti già esistenti.

### 4. Schema operativo

In Tavola 1, è stato riportato un inquadramento dell'area con inserita la traccia della sezione sismica eseguita. Dopo una prima analisi dell'area ed in considerazione degli spazi a disposizione è stato deciso di adottare la seguente configurazione:

#### MASW:

- n° geofoni: 12
- distanza intergeofonica di 3 m per complessivi 33 ml di rilievo (G1-G12)



- Coordinate linea sismica: G1 (43.771810°, 11.156979°); G12 (43.771656°, 11.157333°); punto medio (43.771732°, 11.157155°).
- n° 2 offset (distanza tra i punti di energizzazione e il primo o l'ultimo geofono) a 5.0 m dal primo geofono e dall'ultimo.

Per quando riguarda l'acquisizione sono state utilizzate le seguenti impostazioni:

- tempo di acquisizione: 1.5 s
- frequenza di campionamento 2000 Hz
- periodo di campionamento 500 µs.

#### HVSR:

- Coordinate : 43.771711°, 11.157185°

#### Acquisizione:

- registrazione: 20 minuti
- frequenza di campionamento: 128 Hz

#### Elaborazione:

- finestra: 20 secondi
- tapering: 8%
- lisciamento: finestra triangolare (10%)

## **5. Strumentazione impiegata**

➤ MASW: Un sistema digitale di acquisizione dati in sismica, è costituito sostanzialmente da geofoni, amplificatori, filtri, convertitori A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali. Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo costituito da un sistema a più canali a conversione digitale tra loro in catena, ciascuno con un proprio ID, e pilotati da PC. Il modello è denominato DOREMI (della SARA electronic instruments), con risoluzione di acquisizione pari a 16 bit. Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati 12 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile, con frequenza caratteristica di 4.5 Hz.

Come sorgente di energia sismica per le onde di Rayleigh si è fatto uso di una mazza con maglio da 5 kg battente su una piastra di alluminio posta sul suolo in linea con lo stendimento. Per le onde di Love come sistema di energizzazione si è fatto uso di una mazza con maglio da 8 kg

battente orizzontalmente su una trave in legno sovraccaricata, posta ortogonalmente all'array e parallelamente alla direzione di oscillazione dei geofoni.

L'inizio della registrazione è stato dato tramite un *trigger* che consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la massa battente colpisce la piastra (nel nostro caso si è usato quello un geofono starter) e l'impulso generato, inviato al sistema di acquisizione, consente di fissare il tempo zero di riferimento per il calcolo dei tempi di percorso delle onde generate.

➤ HVSR: L'acquisizione HVSR è stata effettuata tramite sismografo triassiale SR04C3 - SARA electronic instruments, con geofoni da 4.5 Hz dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, collegato ad un Notebook ASUS TP200SA. I dati acquisiti mediante software SEISMOLOG-MT, della SARA electronic instruments, ed analizzati mediante WINMASW 7.2 Academy della Eliosoft.

## 6. Analisi e risultati dell'indagine

Per quanto riguarda le analisi dei dati HVSR, individuati eventuali transienti (eventi con eccessiva ampiezza) da rimuovere, viene creato lo spettro di frequenza delle tre componenti (le due orizzontali e quella verticale) ed il rapporto spettrale H/V, dividendo la serie temporale in n finestre da 20 secondi, in parziale sovrapposizione (Tavola 2).

Dai risultati ottenuti non risultano evidenti picchi di frequenza statisticamente significativi per lo meno nel range di interesse ingegneristico, per cui si ritiene di poter escludere amplificazione sismica per motivi stratigrafici.

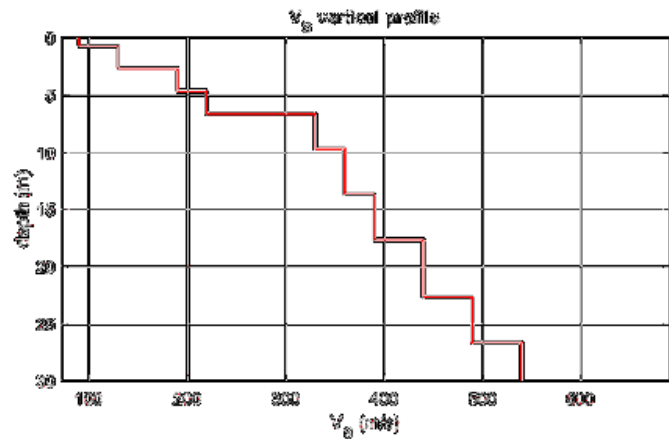
L'analisi dei dati acquisiti dalla metodologia MASW, con onde di Rayleigh/Love, avviene attraverso le seguenti fasi:

1. Calcolo dello spettro di velocità;
2. Individuazione del *modo fondamentale* e degli eventuali superiori;
3. Calcolo della curva di dispersione mediante modellazione diretta, cioè attribuzione degli spessori e delle velocità relative, sulla base di dati riguardanti il sito acquisiti precedentemente tramite indagini dirette o bibliografia;
4. Inversione della curva di dispersione e conseguente individuazione del profilo di velocità  $V_s$ .

I risultati dell'elaborazione sono riportati in TAVOLA 3 e 4.

Nella Tabella e nella figura sottostanti vengono riportati gli spessori e le relative velocità  $V_s$ , ricordando che, come in tutti i metodi geofisici, può essere ottenuta solo una stima del modello sismostratigrafico a causa del problema della non univocità.


Spessore (m)	Vsh (m/s)
0.7	90
2.0	130
2.0	190
2.0	220
3.0	330
4.0	360
4.0	390
5.0	440
4.0	490
semi-spazio	540
<b>Modello sismostratigrafico stimato</b>	



L'analisi della dispersione delle onde superficiali abbinata all'analisi HVSR, ha consentito di stimare il profilo verticale della  $V_s$  e di conseguenza del parametro  **$V_{s30}$**  che risulta essere pari a **303 m/s**, considerando come riferimento il piano campagna.

In base al profilo sismostratigrafico ottenuto il sito risulterebbe compatibile con la categoria di sottosuolo C secondo il DM 14 gennaio 2008 - Tabella 3.2.II, riportata sotto.

Sarà comunque cura del progettista, in base alle caratteristiche dell'opera da realizzare, alla effettiva profondità di imposta delle fondazioni, al modello sismostratigrafico riportato con il conseguente profilo verticale della  $V_s$ , ed a tutte le considerazioni del caso che riterrà opportune, attribuire il definitivo valore di  $V_{s30}$  e conseguentemente la categoria di suolo.

 <b>GEOGNOSTICA FIORENTINA SRL</b>	Indagine geofisica di superficie mediante metodologia MASW + HVSR Località: Via Nilde Iotti – Scandicci (FI)
---	---

<b>Categorie di sottosuolo (D.M. 14/01/2008 - Tabella 3.2.II e 3.2.III)</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT, 30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu, 30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT, 30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu, 30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT, 30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu, 30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).
<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu, 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.
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Scandicci, lì 04/10/2017

I Tecnici

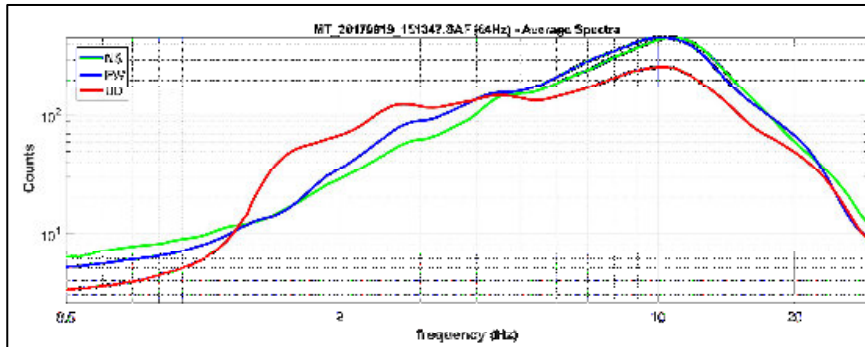
 Dott. Santi Accetta

 Dott. Silvio Brenna

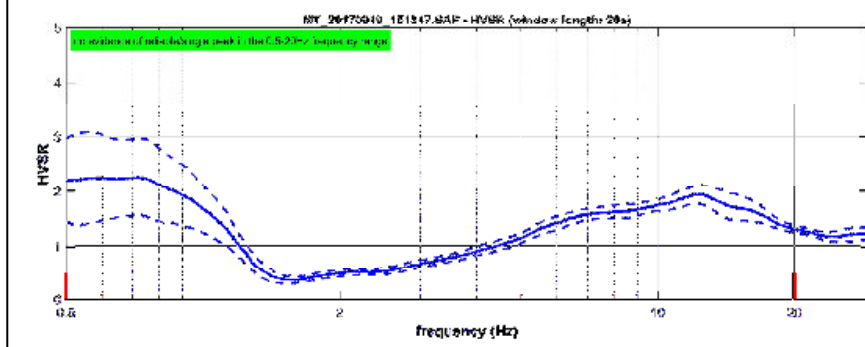


TAVOLA 1

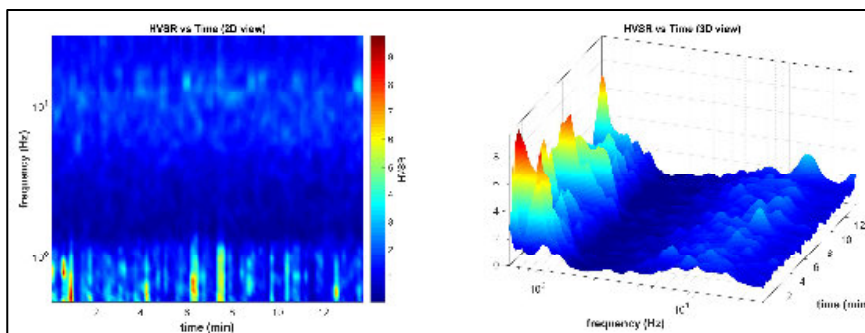
**HVSr**



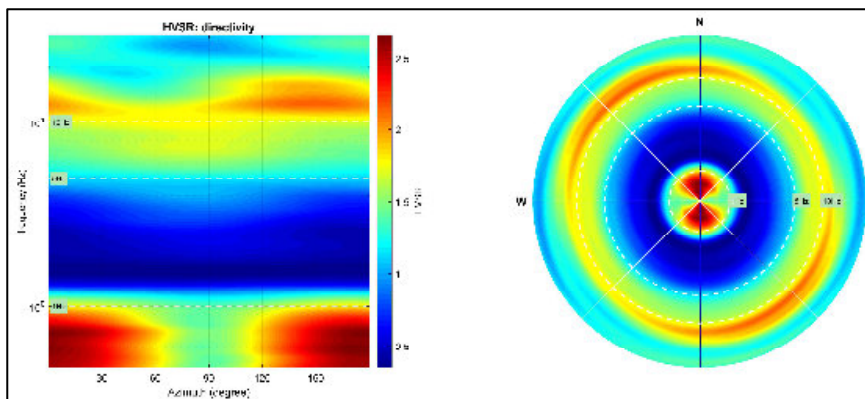
Spettri d'ampiezza delle tre componenti (orizzontali NS-EW e verticali UD)



Rapporto spettrale H/V

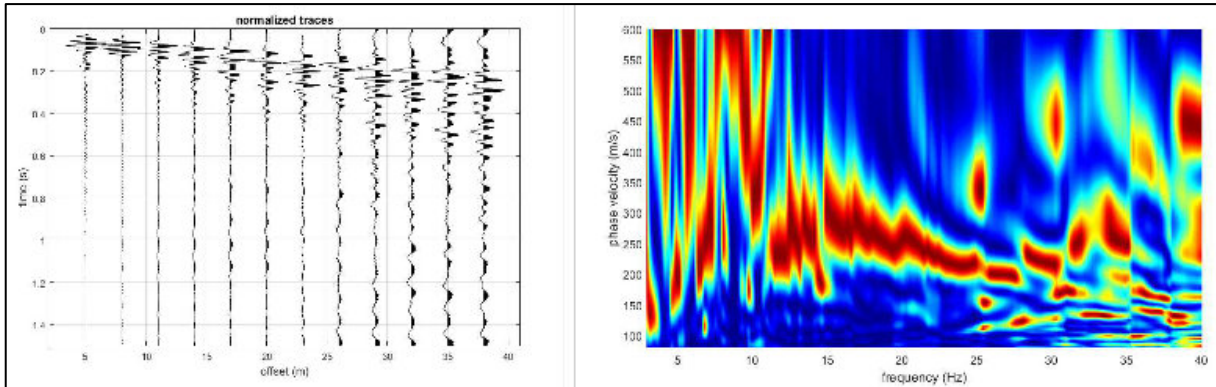


Persistenza del segnale

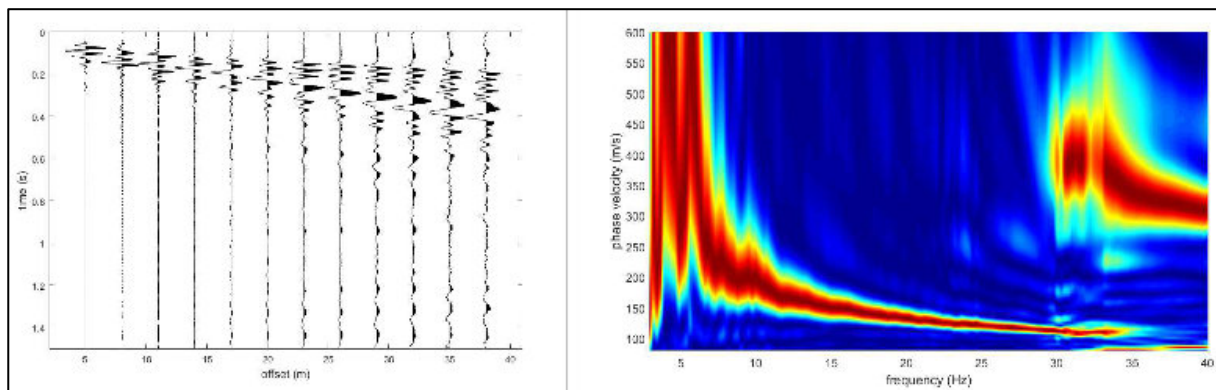


Direttività

TAVOLA 2

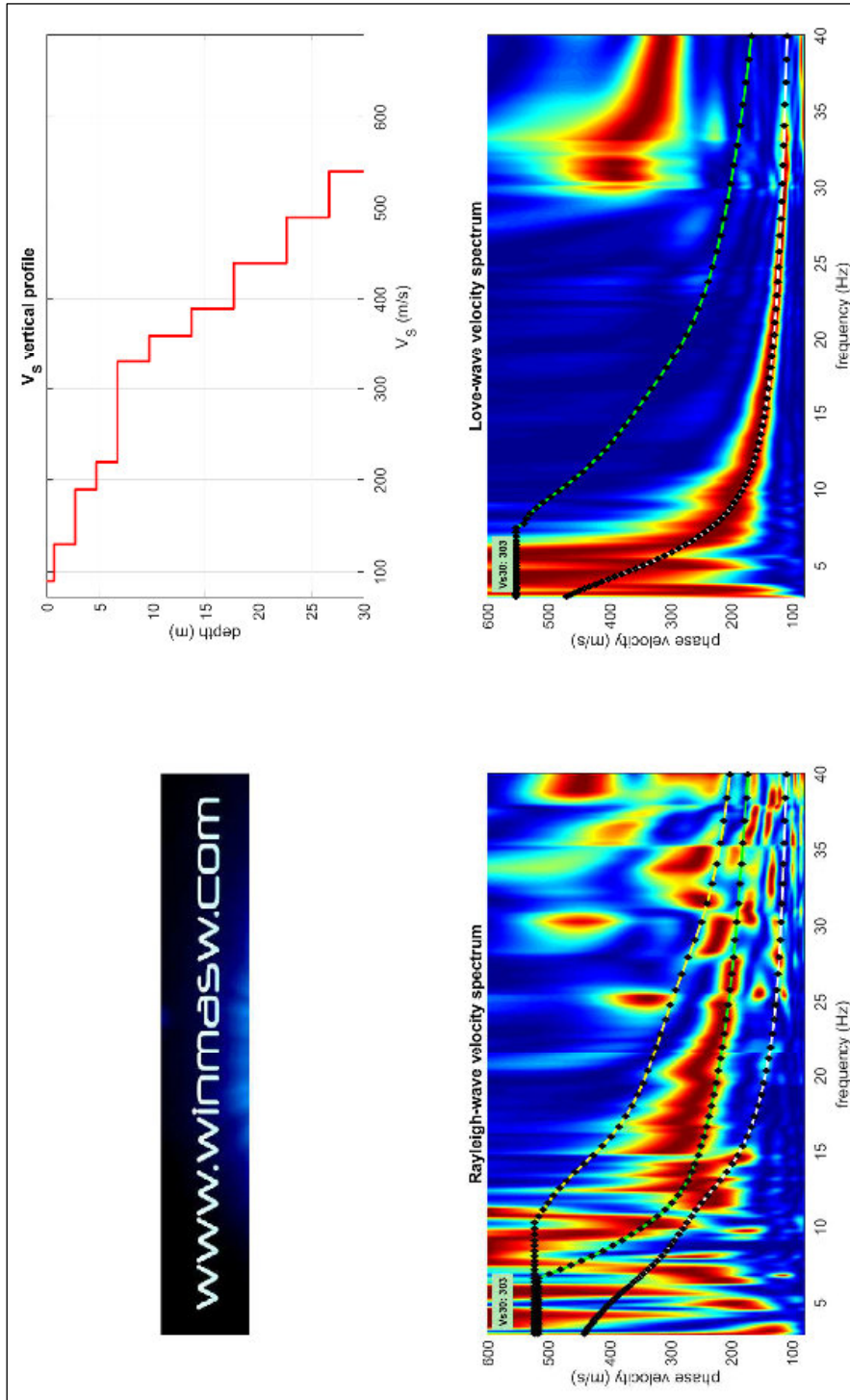


Componente di Rayleigh - dati acquisiti (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra).



Componente di Love - dati acquisiti (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra).

TAVOLA 3



**Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW.**

In basso: spettri osservati con sovrapposte le curve di dispersione (componente di Rayleigh a sinistra e di Love a destra). In alto: profilo verticale V<sub>s</sub> identificato dall'inversione.

TAVOLA 4





**Geognostica Fiorentina srl**

Via di Porto, 11-13 • 50018 • Scandicci (FI)  
C.F./P.IVA • 05256260489  
Tel. e Fax • 055 720195  
E-mail • info@geognosticafiorentina.com

COMUNE DI SCANDICCI  
Provincia di Firenze



Oggetto:

Indagine geofisica di superficie mediante  
metodologia MASW + HVSr  
per Calcolo Vs30 - D.M. 14/01/2008

RELAZIONE TECNICA



Località:

Via del Botteghino angolo Via Nilde Iotti  
Scandicci (FI)



Committente:

Dott. Geol. Gianni Focardi

## Introduzione

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante metodologia MASW in data 19 settembre 2017, come concordato con il dott. geol. Gianni Focardi, in via del Botteghino angolo Via Nilde Iotti nel Comune di Scandicci (FI).

E' stata eseguita una campagna geofisica mediante acquisizione MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves), analisi della dispersione delle onde di Rayleigh e Love da misure di sismica attiva, al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame, ed in particolare 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. La classificazione dei terreni è ottenuta sulla base del valore della Vs30 (il valore medio della Vs nei primi 30 m di profondità) definita dalla relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

Insieme all'indagine MASW è stato effettuato un rilievo di microtremori (vibrazioni ambientali) con stazione singola HVS (Horizontal Vertical Spectral Ratio).

Di seguito vengono descritte: la metodologia d'indagine, lo schema operativo, le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, ed infine l'interpretazione dei dati elaborati.

## 2. MASW: metodologia d'indagine

La tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di prospezione sismica che, attraverso la registrazione della propagazione delle onde di superficie (Rayleigh e Love), permette di risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio S nel sottosuolo, portando quindi a determinare anche il parametro Vs30 (velocità media delle onde S nei primi 30m).

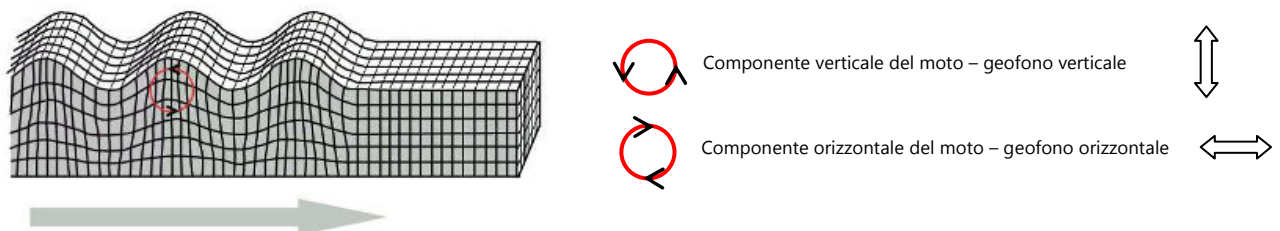
In un mezzo stratificato le onde di superficie (Rayleigh e/o Love) danno vita al fenomeno della dispersione, cioè lunghezze d'onda diverse si propagano con diverse velocità di fase e gruppo: le componenti ad alta frequenza (con piccola lunghezza d'onda) "sentono" solamente gli strati più superficiali del suolo, mentre le componenti a più bassa frequenza "sentono" anche gli strati più profondi consentendo quindi di determinarne le caratteristiche. Il metodo si sviluppa attraverso la determinazione delle proprietà dispersive del mezzo individuabili dall'analisi dello spettro di velocità dei dati. Il range di frequenza si sviluppa comunemente tra i 5Hz e i 70Hz, fornendo

informazioni sino a profondità di circa 30m a seconda della rigidità del suolo: la profondità massima di penetrazione è determinata dalla relazione fra velocità di propagazione dell'onda e più bassa frequenza identificabile.

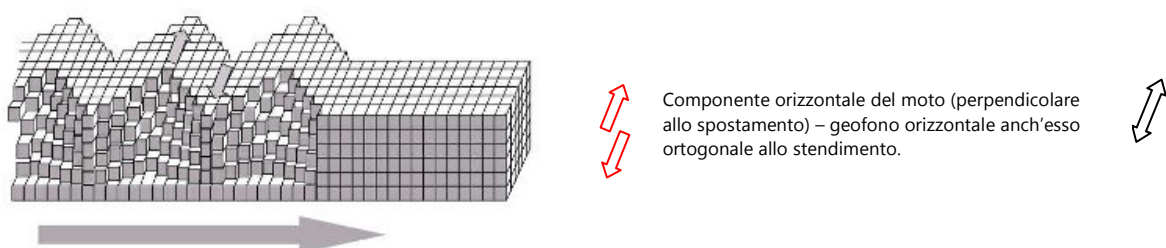
Questa tipologia di prospezione si realizza con uno stendimento sismico costituito da 12/24 o più geofoni allineati a distanza intergeofonica variabile tipicamente fra 1 e 5 m (la lunghezza dello stendimento incide sulla focalizzazione del segnale nello spettro di velocità) che registrano le onde sismiche generate in corrispondenza di X punti di energizzazione effettuati tipicamente ad una distanza compresa fra 2 e 20 m dal primo geofono.

L'obiettivo della registrazione è quindi l'individuazione del treno di onde superficiali (Rayleigh), che a causa della stratificazione del mezzo subisce una dispersione le cui modalità sono direttamente correlate alla velocità delle onde di taglio S.

L'acquisizione delle onde di Rayleigh può essere fatta mediante geofoni verticali, intercettando nel moto delle particelle lo spostamento verticale; oppure mediante geofoni orizzontali con asse posto parallelo (radiale) allo stendimento, intercettando lo spostamento orizzontale. In entrambi i casi si utilizza una sorgente verticale - piastra-martello.

**Rayleigh Wave**


Per le onde di Love il moto delle particelle risulta orizzontale ed ortogonale allo spostamento, si utilizza pertanto una sorgente di taglio (martello-trave di legno, ortogonale alla linea) con geofoni orizzontali ad asse perpendicolare allo stendimento.

**Love Wave**


### 3. HVSR: metodologia d'indagine

Il metodo *HVSR* (*Horizontal Vertical Spectral Ratio*), è una tecnica di sismica "passiva" che si basa sulla misura delle vibrazioni del terreno indotte da sorgenti non controllate, attraverso un apparato di registrazione dotato di 3 velocimetri disposti nelle tre direzioni dello spazio, e sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali (H) e verticali (V) di quello che viene definito "rumore sismico", "vibrazione ambientale" o "microtremore", costituito da piccole vibrazioni del terreno dell'ordine di  $10^{-4}$ - $10^{-2}$  cm. Gli spettri verticali e orizzontali variano in funzione dell'anisotropia del mezzo attraversato e dei gradienti di impedenza presenti nel sottosuolo:

$$\text{Rapporto di impedenza sismica } I = \rho r V_r / \rho s V_s$$

Dove  $\rho r$  è la densità del substrato e  $\rho s$  del terreno soprastante;  $V_r$  la velocità delle onde di taglio del substrato e  $V_s$  del terreno.

Gli effetti stratigrafici di amplificazione sismica sono influenzati dal rapporto d'impedenza, e le frequenze corrispondenti ai massimi della funzione di amplificazione si chiamano frequenze (periodi) naturali di vibrazioni del deposito. Il periodo proprio di sito è indicato dalla seguente formula:

$$T_0 = 4H/V_s$$

Dove:  $V_s$  è la velocità delle onde di taglio fino al bedrock (inteso come un orizzonte con forte contrasto di  $V_s$  che dà origine ad un picco dell'H/V); H lo spessore dei sedimenti sovrastanti il bedrock. Di fondamentale importanza risulta la conoscenza della frequenza di sito per il fenomeno della "doppia risonanza", cioè la corrispondenza tra la frequenza fondamentale del segnale sismico trasmesso in superficie e la frequenza delle strutture in progetto o dei manufatti già esistenti.

### 4. Schema operativo

In Tavola 1, è stato riportato un inquadramento dell'area con inserita la traccia della sezione sismica eseguita. Dopo una prima analisi dell'area ed in considerazione degli spazi a disposizione è stato deciso di adottare la seguente configurazione:

#### MASW:

- n° geofoni: 12
- distanza intergeofonica di 3 m per complessivi 55 ml di rilievo (G1-G12)

- Coordinate linea sismica: G1 (43.770640°, 11.156784°); G12 (43.770146°, 11.156795°); punto medio (43.770391°, 11.156788°).
- n° 2 offset (distanza tra i punti di energizzazione e il primo o l'ultimo geofono) a 5.0 m dal primo geofono e dall'ultimo.

Per quando riguarda l'acquisizione sono state utilizzate le seguenti impostazioni:

- tempo di acquisizione: 1.5 s
- frequenza di campionamento 2000 Hz
- periodo di campionamento 500 μs.

HVSr:

- Coordinate : 43.770550°, 11.156751°

Acquisizione:

- registrazione: 20 minuti
- frequenza di campionamento: 128 Hz

Elaborazione:

- finestra: 20 secondi
- tapering: 8%
- lisciamento: finestra triangolare (10%)

## 5. Strumentazione impiegata

➤ MASW: Un sistema digitale di acquisizione dati in sismica, è costituito sostanzialmente da geofoni, amplificatori, filtri, convertitori A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali. Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo costituito da un sistema a più canali a conversione digitale tra loro in catena, ciascuno con un proprio ID, e pilotati da PC. Il modello è denominato DOREMI (della SARA electronic instruments), con risoluzione di acquisizione pari a 16 bit. Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati 12 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile, con frequenza caratteristica di 4.5 Hz.

Come sorgente di energia sismica per le onde di Rayleigh si è fatto uso di una mazza con maglio da 5 kg battente su una piastra di alluminio posta sul suolo in linea con lo stendimento. Per le onde di Love come sistema di energizzazione si è fatto uso di una mazza con maglio da 8 kg

battente orizzontalmente su una trave in legno sovraccaricata, posta ortogonalmente all'array e parallelamente alla direzione di oscillazione dei geofoni.

L'inizio della registrazione è stato dato tramite un *trigger* che consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la massa battente colpisce la piastra (nel nostro caso si è usato quello un geofono starter) e l'impulso generato, inviato al sistema di acquisizione, consente di fissare il tempo zero di riferimento per il calcolo dei tempi di percorso delle onde generate.

➤ HVSR: L'acquisizione HVSR è stata effettuata tramite sismografo triassiale SR04C3 - SARA electronic instruments, con geofoni da 4.5 Hz dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, collegato ad un Notebook ASUS TP200SA. I dati acquisiti mediante software SEISMOLOG-MT, della SARA electronic instruments, ed analizzati mediante WINMASW 7.2 Academy della Eliosoft.

## 6. Analisi e risultati dell'indagine

Per quanto riguarda le analisi dei dati HVSR, individuati eventuali transienti (eventi con eccessiva ampiezza) da rimuovere, viene creato lo spettro di frequenza delle tre componenti (le due orizzontali e quella verticale) ed il rapporto spettrale H/V, dividendo la serie temporale in n finestre da 20 secondi, in parziale sovrapposizione (Tavola 2).

Dai risultati ottenuti non risultano evidenti picchi di frequenza statisticamente significativi per lo meno nel range di interesse ingegneristico, per cui si ritiene di poter escludere amplificazione sismica per motivi stratigrafici.

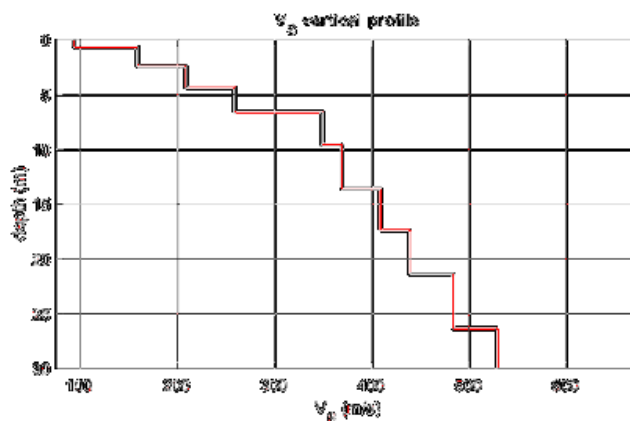
L'analisi dei dati acquisiti dalla metodologia MASW, con onde di Rayleigh/Love, avviene attraverso le seguenti fasi:

1. Calcolo dello spettro di velocità;
2. Individuazione del *modo fondamentale* e degli eventuali superiori;
3. Calcolo della curva di dispersione mediante modellazione diretta, cioè attribuzione degli spessori e delle velocità relative, sulla base di dati riguardanti il sito acquisiti precedentemente tramite indagini dirette o bibliografia;
4. Inversione della curva di dispersione e conseguente individuazione del profilo di velocità Vs.

I risultati dell'elaborazione sono riportati in TAVOLA 3 e 4.

Nella Tabella e nella figura sottostanti vengono riportati gli spessori e le relative velocità  $V_s$ , ricordando che, come in tutti i metodi geofisici, può essere ottenuta solo una stima del modello sismostratigrafico a causa del problema della non univocità.


Spessore (m)	Vsh (m/s)
0.7	95
1.7	160
2.0	210
2.2	260
3.0	350
4.0	370
3.8	410
4.0	440
5.0	485
semi-spazio	530
<b>Modello sismostratigrafico stimato</b>	



L'analisi della dispersione delle onde superficiali abbinata all'analisi HVSR, ha consentito di stimare il profilo verticale della  $V_s$  e di conseguenza del parametro  **$V_{s30}$**  che risulta essere pari a **330 m/s**, considerando come riferimento il piano campagna.

In base al profilo sismostratigrafico ottenuto il sito risulterebbe compatibile con la *categoria di sottosuolo C* secondo il DM 14 gennaio 2008 - Tabella 3.2.II, riportata sotto.

Sarà comunque cura del progettista, in base alle caratteristiche dell'opera da realizzare, alla effettiva profondità di imposta delle fondazioni, al modello sismostratigrafico riportato con il conseguente profilo verticale della  $V_s$ , ed a tutte le considerazioni del caso che riterrà opportune, attribuire il definitivo valore di  $V_{s30}$  e conseguentemente la categoria di suolo.

 <b>GEOGNOSTICA FIORENTINA SRL</b>	Indagine geofisica di superficie mediante metodologia MASW + HVSr Località: Via del Botteghino angolo Via Nilde Iotti – Scandicci (FI)
---	---

<b>Categorie di sottosuolo (D.M. 14/01/2008 - Tabella 3.2.II e 3.2.III)</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT, 30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu, 30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT, 30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu, 30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT, 30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu, 30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).
<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu, 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.
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Scandicci, lì 04/10/2017

I Tecnici

 Dott. Santi Accetta

 Dott. Silvio Brenna



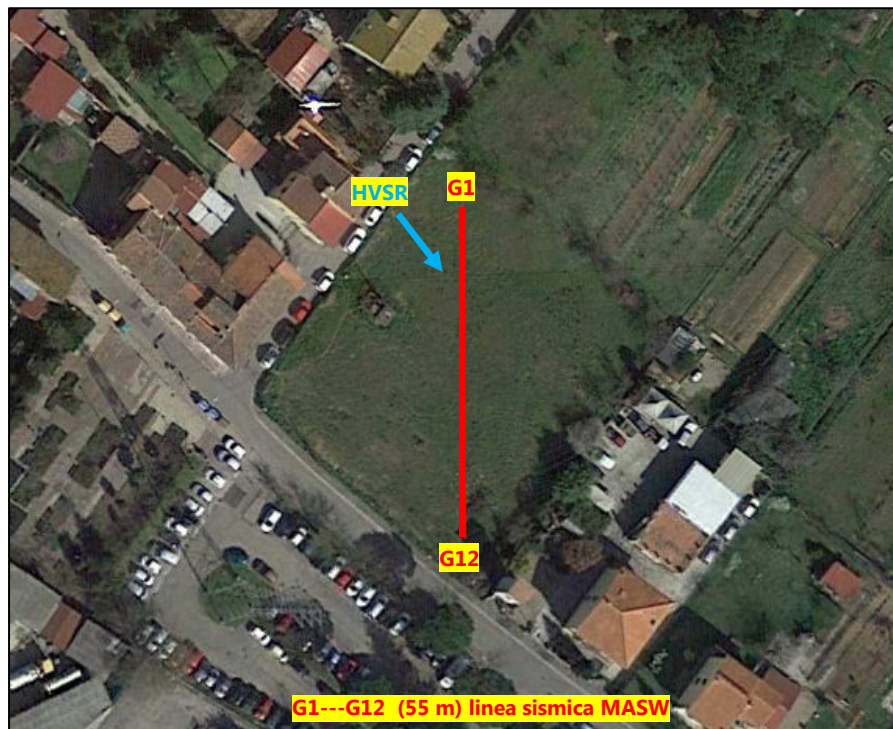
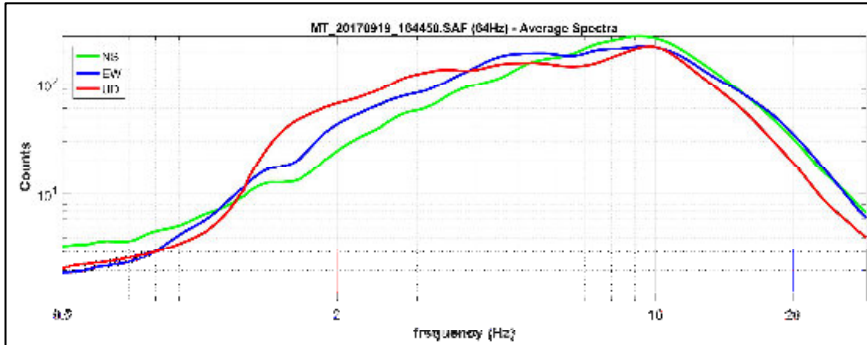
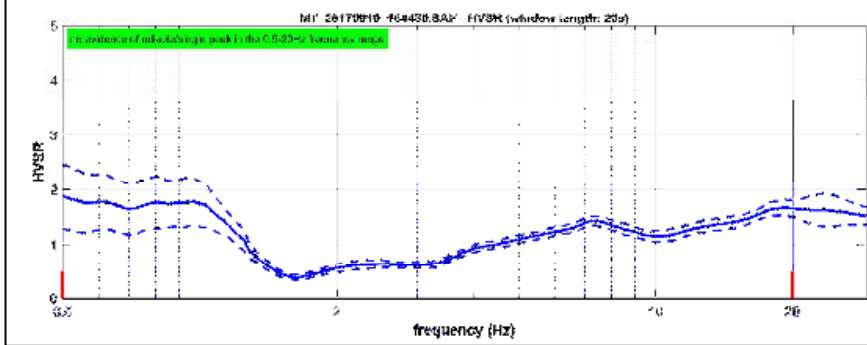


TAVOLA 1

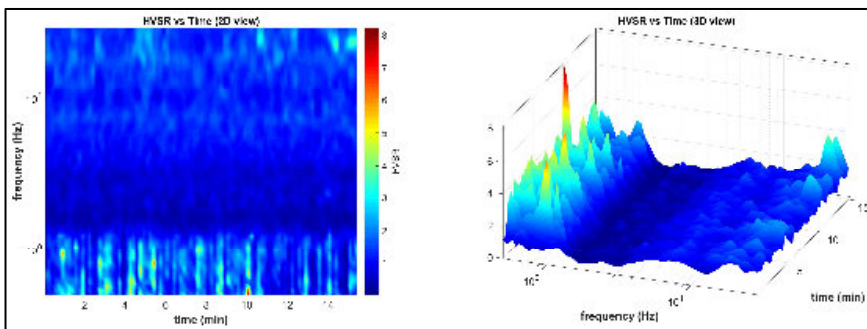
**HVSr**



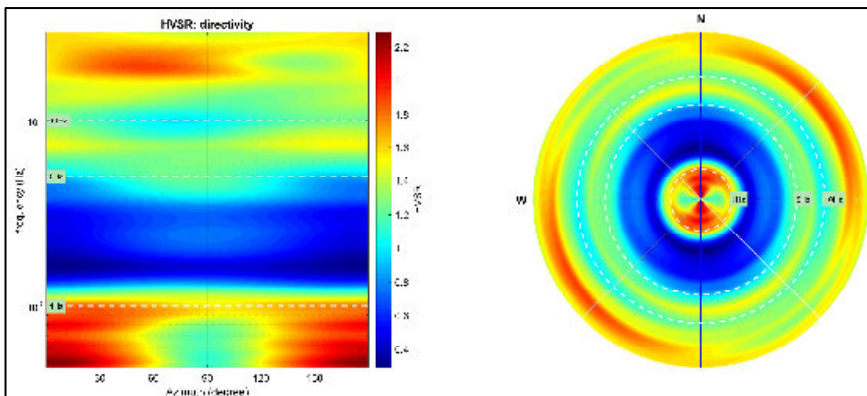
Spettri d'ampiezza delle tre componenti (orizzontali NS-EW e verticali UD)



Rapporto spettrale H/V

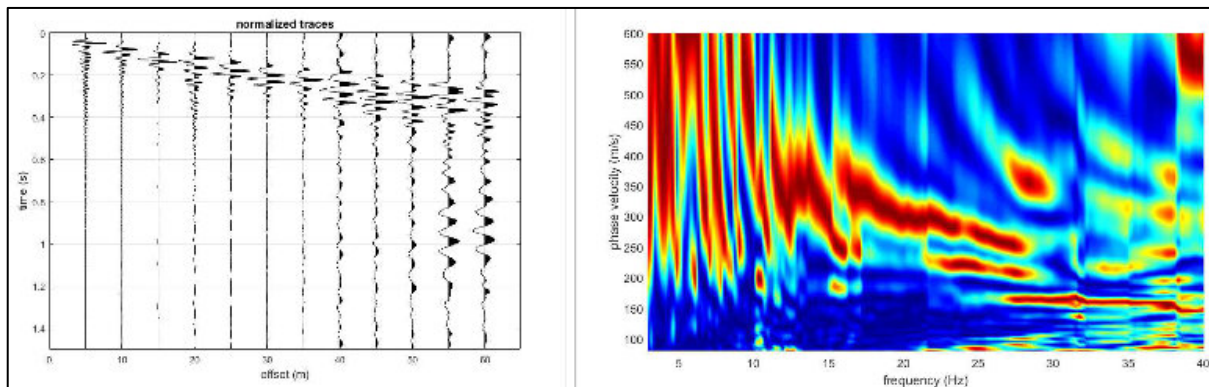


Persistenza del segnale

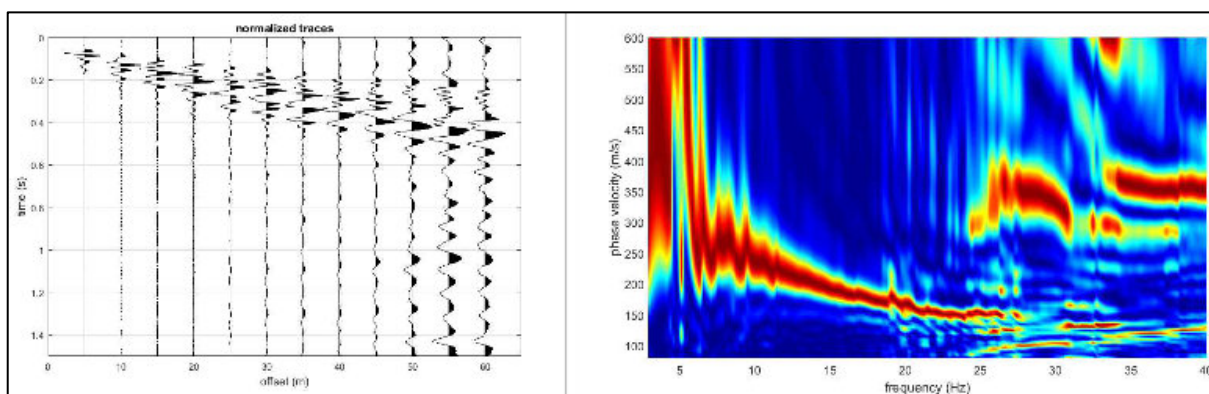


Direttività

TAVOLA 2

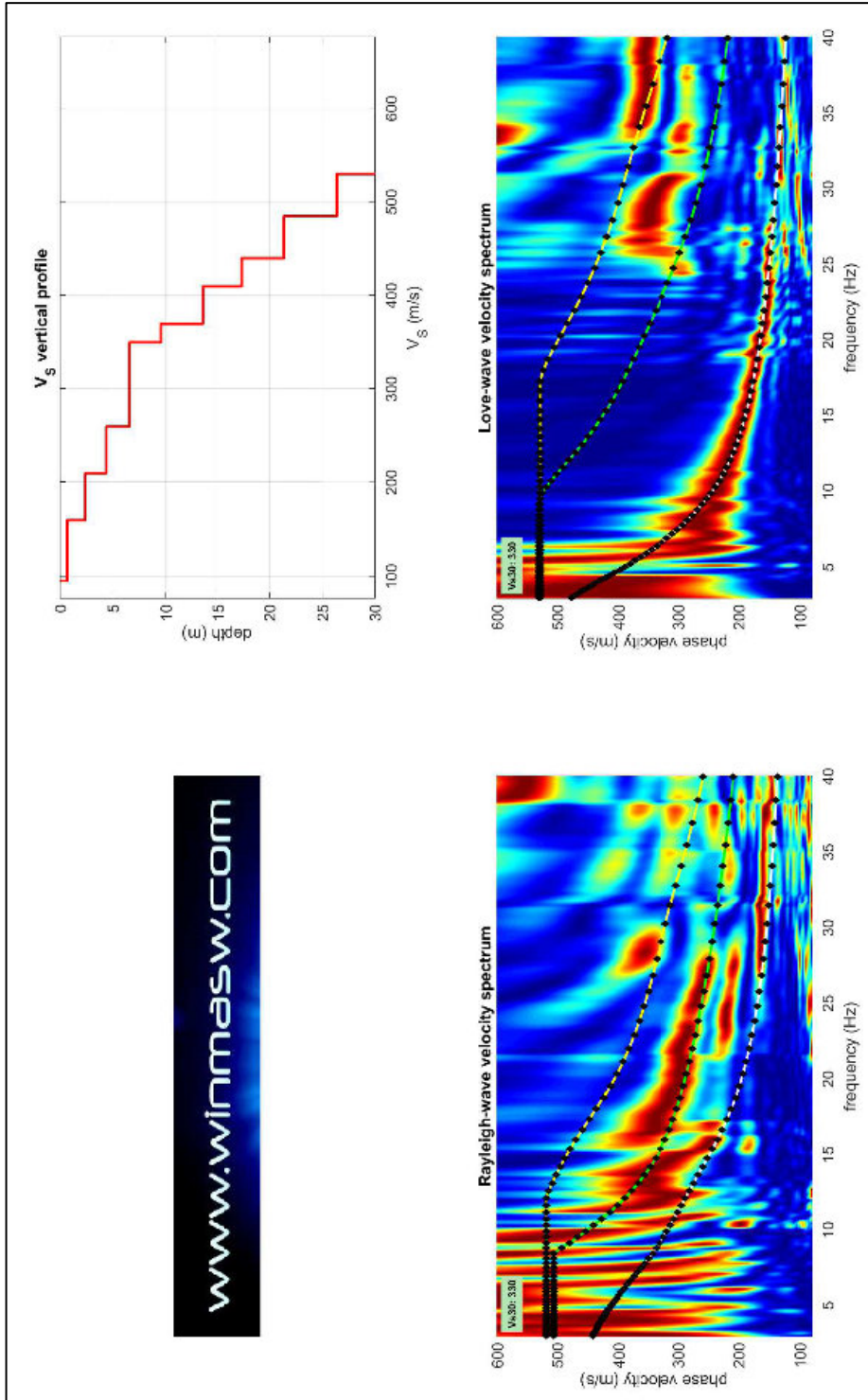


Componente di Rayleigh - dati acquisiti (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra).



Componente di Love - dati acquisiti (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra).

TAVOLA 3



**Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW.**

In basso: spettri osservati con sovrapposte le curve di dispersione (componente di Rayleigh a sinistra e di Love a destra). In alto: profilo verticale  $V_s$  identificato dall'inversione.

TAVOLA 4