

COMUNE DI CAMPI BISENZIO

PIANO ATTUATIVO AREA "BC" COMPRESA TRA VIA BARBERINESE,
VIA TOSCA FIESOLI E VIA CASTRONELLA

Committente: POLISTRADA s.p.a.

Progetto: Ing. STEFANO CIUOFFO

Oggetto:

RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

(ai sensi del D.P.G.R. n°53/R del 25.10.2011 "Regolamento di attuazione dell'art.62 della LR 01/2005
in materia di indagini geologiche")

GEODINAMICA

STUDIO GEOLOGICO ASSOCIATO
di Calò J.G., Checcucci R., Scotti A.

GEOLOGIA - GEOTECNICA - IDROGEOLOGIA
GEOLOGIA AMBIENTALE

Via Giovanni Giolitti n°34, 50136 FIRENZE
e-mail: geodinamica3@gmail.com

tel. / fax 055/6505157
web: <http://geodinamica.weebly.com/>



data:
luglio 2016

INDICE

1 - INTRODUZIONE	pag.	1
2 - CONTENUTI DEL PIANO ATTUATIVO	pag.	1
3 - SINTESI DELLE CONOSCENZE	pag.	2
1.1 - Vincolo idrogeologico	pag.	2
1.2 - Norme dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno	pag.	2
1.3 - L'applicazione del RD 523/1904	pag.	3
1.4 - Piano Regolatore Generale del Comune	pag.	3
4 - ANALISI ED APPROFONDIMENTI	pag.	3
4.1 - Inquadramento geologico	pag.	3
4.2 - Sedimentologia del substrato	pag.	5
4.3 - Geomorfologia	pag.	5
4.4 - Permeabilità e caratteristiche idrogeologiche	pag.	6
4.5 - Caratterizzazione del substrato	pag.	7
4.5.1 - Caratterizzazione fisico-meccanica di massima	pag.	7
4.6 - Sismicità dell'area	pag.	8
4.6.1 - Sintesi del quadro tettonico	pag.	9
4.6.2 - Rischio sismico nell'area di Campi B	pag.	10
4.6.3 - Classificazione sismica	pag.	10
4.6.4 - Pericolosità sismica	pag.	11
4.6.5 - Problematiche indotte dal sisma	pag.	12
4.6.6 - Indagini sismiche a disposizione	pag.	13
4.7 - Aspetti idraulici	pag.	13
4.7.1 - La "Carta delle Aree Inondate dal 1992 al 1999" allegata al Piano Strutturale ..	pag.	14
4.7.2 - Interventi e tempistiche per mitigazione del rischio idraulico (da PS)	pag.	14
4.7.3 - Analisi idrologico-idraulica (da PS)	pag.	15
4.7.4 - Aggiornamento degli Strumenti Urbanistici comunali	pag.	15
4.7.5 - Aggiornamento battente idraulico da PGRA	pag.	15
5 - VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DELL'AREA	pag.	16
6 - FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI PROPOSTI	pag.	17
6.1 - Fattibilità in relazione agli spetti geomorfolo- gici	pag.	18
6.2 - Fattibilità in relazione agli aspetti idraulici .	pag.	18
6.3 - Fattibilità in relazione agli aspetti sismici ...	pag.	20
6.4 - Conclusioni	pag.	20

APPENDICE I - Elaborati grafici richiamati nel testo

APPENDICE II - Stralci delle cartografie tematiche di PRG

APPENDICE III - Indagini geognostiche

1 - INTRODUZIONE

Il presente lavoro costituisce lo studio geologico di supporto al Piano Attuativo relativo all'area "BC" situata nel Comune di Campi Bisenzio, tra Via Barberinese, Via Tosca Fiesoli e Via Castronella (vedi Fig.1 e Fig.2 in Appendice I), secondo quanto specificato nella **L.R. n°1 del 03.01.2005 all'art.73**, nonché nella **D.P.G.R. n°53/R del 25.10.2011** ("Regolamento di attuazione dell'art.62 della L.R. n°01/2005 in materia di indagini geologiche").

In particolare quest'ultimo regolamento, come si legge all'art.1 - comma 1 - punto a), disciplina "le direttive tecniche per le indagini atte a verificare la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico, la fattibilità delle previsioni e per la valutazione degli effetti locali e di sito in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico, di seguito indicate - indagini geologico tecniche".

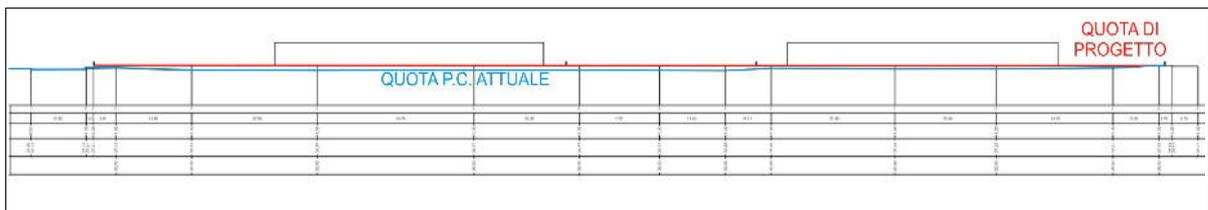
Il Comune di Campi Bisenzio risulta già dotato delle indagini geologico-tecniche di supporto eseguite allo Strumento Urbanistico vigente, eseguite a più riprese dal Dott. Geol. Roberto Neroni.

Nell'impostazione del presente lavoro prenderemo quindi in considerazione quanto specificato al **punto 4 dell'Allegato A** ("Direttive per le indagini geologico-tecniche") del già citato **D.P.G.R. n°53/R del 25.10.2011**. Questo prevede una fase iniziale di sintesi delle conoscenze, una fase successiva di analisi ed approfondimento per poter giungere prima ad una valutazione della pericolosità dell'area e successivamente all'assegnazione delle classi di fattibilità, secondo le modalità contemplate dalla normativa stessa.

2 - CONTENUTI DEL PIANO ATTUATIVO

Il Piano Attuativo prevede la realizzazione di n°2 edifici commerciali ad un solo piano fuori terra, senza locali interrati (vedi Fig.2 allegata in Appendice I): è prevista inoltre anche la realizzazione dei piazzali di manovra e di accesso, nonché dei parcheggi a raso per le autovetture.

Al fine di impostare il piano di progetto coerentemente con le quote della viabilità esistente, si prevede il rialzamento di tutto il lotto - attualmente ribassato rispetto alla viabilità - fino alla quota di 38,00 mt. s.l.m (vedi sotto).



3 - SINTESI DELLE CONOSCENZE

Come specificato al **punto 2.1 - parte A** dell'**Allegato A** ("Direttive per le indagini geologico-tecniche") del **D.P.G.R. n°53/2011**, in questa sezione vengono raccolte le informazioni relative al quadro conoscitivo esistente derivante dagli strumenti di pianificazione territoriale ai vari livelli (regionale, provinciale, comunale).

3.1 - Vincolo idrogeologico (ai sensi della **L. n°3267/1923**, del **R.D. 1126/1926**, **artt. 21 e 22**, nonché del **DPGR n°32/R del 16.03.2010** - "Testo Coordinato del **DPGR n°48/R del 08.08.03** Regolamento forestale della Toscana" - e dal collegato Regolamento Comunale)

L'area non ricade nelle zone sottoposte a vincolo, per cui in sede di progettazione edilizia non sarà necessario attivare le relative procedure autorizzative.

3.2 - Norme dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno

❖ **Autorità di Bacino del Fiume Arno: Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio "Rischio Idraulico"** (approvato con **D.P.C.M. n°226 del 05.11.99**) - All'interno della "**Carta guida delle aree allagate**" l'area ricade all'interno delle "**aree interessate da esondazioni eccezionali**" (vedi Fig.3), pertanto è necessario attenersi a quanto stabilito alla Norma 6 del citato D.P.C.M, che così recita:

"Fatto salvo quanto stabilito nelle norme 2 e 3, le opere che comportano trasformazioni edilizie e urbanistiche, ricadenti nelle aree rappresentate nella «Carta guida delle aree allagate», potranno essere realizzate a condizione che venga documentato dal proponente ed accertato dall'Autorità amministrativa competente al rilascio dell'autorizzazione il non incremento del rischio idraulico da esse determinabile o che siano individuati gli interventi necessari alla mitigazione di tale rischio, da realizzarsi contestualmente all'esecuzione delle opere richieste".

Nella "**Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno**", invece, l'area non è perimetrata.

❖ **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)** - Tale atto di pianificazione sostituisce in toto il Piano di Assetto Idrogeologico Idraulico per quanto attiene la pericolosità idraulica: con questo inoltre si viene ad ottemperare a quanto previsto dalla direttiva "alluvioni" 2007/60/CE che stabiliva che entro il 22 dicembre del 2015 ogni Stato dell'Unione Europea si doveva dotare di un piano per la gestione del rischio di alluvioni nei bacini del proprio territorio nazionale.

Nella "**Cartografia Idraulica - Mappe delle Aree con Pericolosità da Alluvione**" l'area in esame ricade per la sua quasi totalità in **classe P2 (pericolosità media)**, corrispondente ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore a 30 anni e minore o uguale a 200 anni (vedi Fig.4). Per tale classe, valgono i disposti di cui all'art.10 della Disciplina di Piano del P.G.R.A..

3.3 - L'applicazione del R.D n°523 del 25.07.1904

Tale norma impone le limitazioni d'uso alla fascia di 10 ml rispetto al piede esterno dell'argine o al ciglio di sponda del corso d'acqua più vicino, costituendo questa una fascia di territorio esclusivamente deputata al passaggio dei mezzi meccanici finalizzati alla manutenzione idraulica.

L'area oggetto - pur trovandosi abbastanza vicino al corso del Fiume Bisenzio (distinto con il **codice FI2478** all'Allegato n°4 del Quadro Conoscitivo del PIT, 2006) - si trova abbondantemente all'esterno della citata fascia di rispetto.

3.4 - Piano Regolatore Generale del Comune di Campi Bisenzio (Piano Strutturale approvato con Atto Consiliare N°122 del 27.09.2004, Regolamento Urbanistico approvato con DCC n°90 del 20.07.2005)

In Appendice II vengono riportati gli stralci delle cartografie tematiche ritenute più significative e facenti parte degli studi geologico-tecnici facenti parte del Quadro Conoscitivo del Piano Strutturale, nelle sue versioni succedutesi nel tempo: di seguito si riporta una descrizione dei tematismi maggiormente attinenti all'area adesso in esame.

- **Carta Geologica** (Tav.1) - Da tale carta si rileva che il comparto di interesse si trova all'interno di un'area geologicamente costituita da **Depositi Alluvionali Recenti e Attuali**, costituiti da sedimenti a granulometria variabile; in superficie prevalgono i termini a granulometria più fine (argille limose e limi).
- **Carta idrogeologica** (Tav.2) - In tale tavola si nota che le isofreatiche indicano il livello di falda tra i 36 e i 37 mt sl, quindi praticamente coincidente con il piano di campagna attuale.

Le Tavole tematiche inerenti gli aspetti idraulici verranno discusse nei paragrafi successivi.

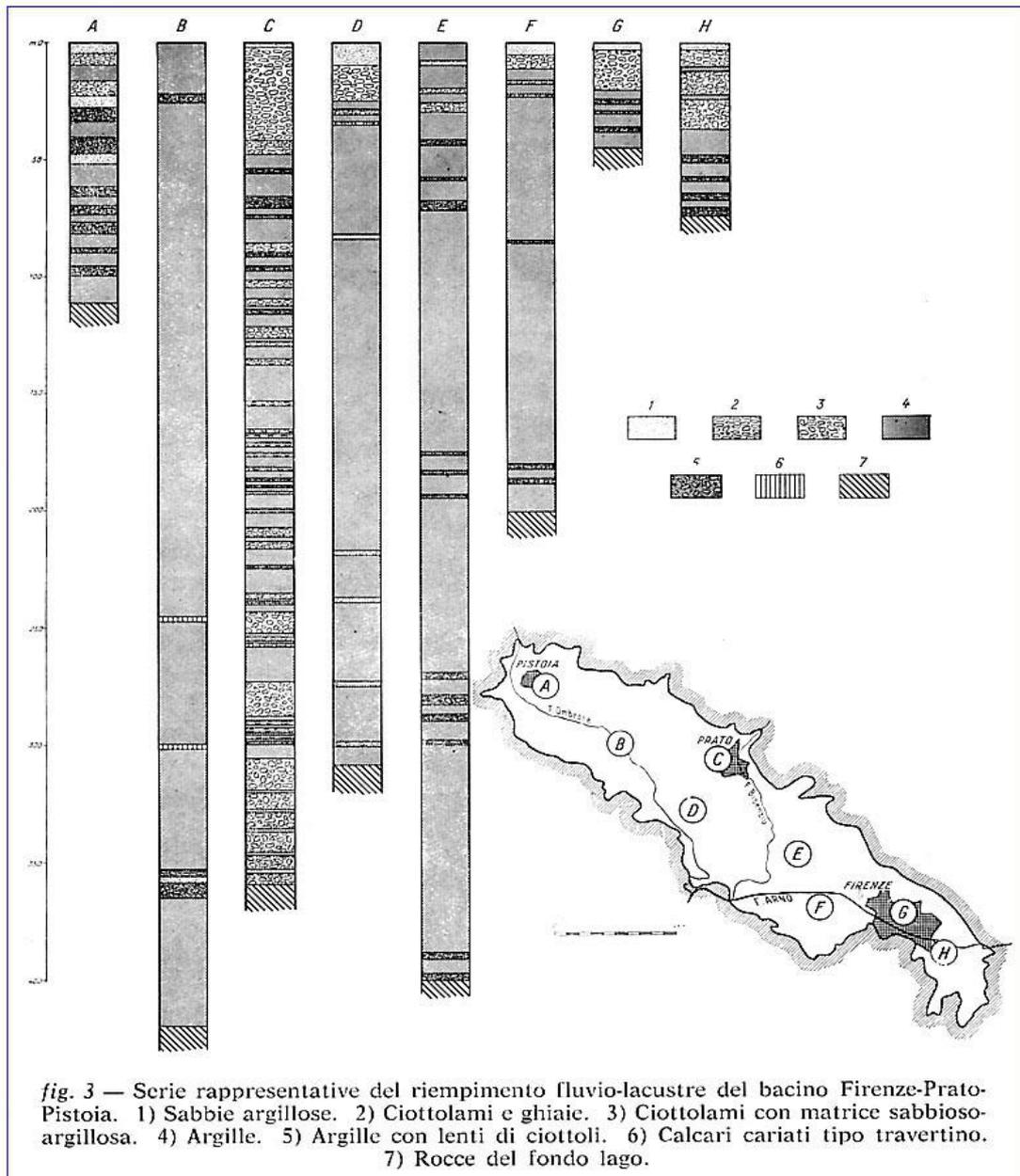
4 - ANALISI ED APPROFONDIMENTI

4.1 - Inquadramento geologico

L'area in esame è ricompresa nell'ampio bacino sedimentario del Medio Valdarno: tale unità paleogeografica ha forma allungata con asse maggiore orientato NW-SE ed è costituita da uno spessore variabile di depositi fluvio-lacustri, sedimentatisi entro una fossa tettonica, la cui formazione è connessa con le fasi distensive post-parossistiche dell'orogenesi appenninica miocenica, a partire dal Pliocene superiore.

Tale fase tettonica provocò nella Toscana meridionale la frammentazione della crosta terrestre lungo una rete di faglie: i blocchi sprofondati ("graben") divennero così dei bacini lacustri, fluvio-lacustri o marini, mentre le zone sollevate ("horst") costituirono delle dorsali che separavano le varie fosse di alimentazione.

Ancora oggi queste vicende tettoniche determinano lo schema della variabilità litologica e morfologica dei rilievi. In particolare, il bacino di Firenze-Prato-Pistoia presenta la sua profondità massima nella zona fra Campi Bisenzio e Calenzano (500-550 m), minori profondità si sono riscontrate tra Prato e Pistoia (400-450 m); le profondità minime sono invece presenti nella zona di Firenze (50 m nel centro cittadino), come si nota nell'illustrazione seguente.



L'emissario di questo antico lago era probabilmente ubicato alla stretta della Gonfolina: i principali immissari erano costituiti da una paleo-Ema nella conca di Firenze, dall'Ombrone all'estremo opposto del

bacino e dal Bisenzio nella sua parte centrale.

Il fondo del bacino si mostrò di forma asimmetrica, incernierato in corrispondenza del margine meridionale, a causa della faglia normale che lo delimitava verso NE.

Ulteriori faglie, trasversali rispetto al suo asse maggiore e localizzate lungo l'asse Castello-Scandicci, interessarono il substrato pre-lacustre causando il sollevamento di circa 150-200 mt. della conca di Firenze rispetto al resto del bacino, che così si estinse precocemente.

In questa piana così prosciugata si instaurò un reticolo idrografico, il cui corso principale sfociava nel lago residuo in corrispondenza delle Cascine formando una pseudo-conoide che si estese verso Osmannoro e Campi Bisenzio. Ciò causò un raccorciamento del lago, che veniva così ad essere delimitato dall'allineamento Castello-Scandicci: nel bacino residuo di Prato-Pistoia, invece, la deposizione lacustre continuò senza soluzione di continuità, sino al suo totale colmamento.

Nella successiva fase evolutiva si instaurò un reticolo facente capo all'Arno che, con successivi cicli d'erosione e deposizione, rimaneggiò l'originaria superficie depositandovi una spessa coltre di sedimenti sciolti. L'ultima fase evolutiva vide infine l'instaurarsi di estese zone palustri, specialmente ai margini della pianura neoformata ed in prossimità dei corsi d'acqua principali, alcune delle quali perdurarono sino in epoca storica.

4.2 - Sedimentologia del substrato

Da quanto sopra detto, e come osservabile dalla carta geologica allegata in Fig.5, l'area in esame è costituita dai «**Depositi alluvionali terrazzati**» olocenici, costituite da sedimenti a granulometria variabile da argille e limi a sabbie e ghiaie; in superficie prevalgono sedimenti fini (da argille limose a limi sabbiosi).

Di tale fase alluvionale, che affiora in superficie e della quale fa parte lo spessore di terreno che sarà interessato dalle variazioni tensionali indotte dall'opera in progetto.

Al di sotto inizia una prolungata fase deposizionale iniziale (più antica) prevalentemente lacustre, caratterizzata da prevalenti depositi fini (limi ed argille con frequenti intercalazioni di sabbie, ghiaie in matrice sabbiosa, torba) e occupa gran parte della storia deposizionale dell'area (Pliocene sup. - Pleistocene medio).

4.3 - Geomorfologia

Sulla base del rilievo strumentale eseguito e allegato al progetto, l'area in esame si trova ad una quota media di circa 37,11 mt. s.l.m.: essa risulta in parte incolta e in parte coltivata (cerealicoli) e si trova tra le ultime propaggini dell'abitato di Campi Bisenzio e l'asse stradale della Via Barberinese.

La zona si presenta completamente pianeggiante, quindi priva di forme del terreno significative: quelle poche che si potevano ritrovare sono state completamente alterate dall'attività agricola prima, e dall'avanzata

copertura edilizia poi.

4.4 - Permeabilità e caratteristiche idrogeologiche

L'area in esame è costituita da sedimenti alluvionali e fluvio-lacustri recenti sciolti, caratterizzati da permeabilità primaria per porosità variabile in dipendenza della granulometria e del grado di addensamento della massa sedimentaria.

In particolare i limi lacustri e fluvio-lacustri sono caratterizzati da valori di permeabilità modesti, ulteriormente ridotti verso l'alto dall'intensa pedogenesi a pseudogley dei livelli più superficiali. Sulla base di dati in nostro possesso, risulta che il coefficiente di conducibilità idraulica **K** di questi terreni risulta modesto, dell'ordine di **10^{-7} cm/sec**. Localmente questi terreni sono intercalati con livelli di sedimenti più grossolani che hanno un'abbondante matrice profondamente pedogenizzata e ricca in concrezioni calcaree, che li rende non adatti ad essere sede di acquiferi produttivi.

In quest'area la presenza o meno di una falda acquifera assume un significato molto particolare, legato esclusivamente alla presenza locale di lenti di materiale grossolano più permeabile, entro cui si possono concentrare riserve idriche: tale circostanza esclude un moto idraulico continuo ed orientato della massa d'acqua contenuta nel terreno.

Tali livelli risultano più abbondanti andando in profondità: le eventuali risorse idriche reperite si configurano quindi come acquiferi confinati in materiali alluvionali a granulometria medio-grossolana, la cui produttività dipende essenzialmente dalle fonti di alimentazione dell'acquifero stesso.

Sulla base dei dati riportati all'interno dell'è indagini geologico-tecniche di supporto agli strumenti di pianificazione comunale, l'acquifero superficiale è costituito da livelli limosi e sabbioso-argillosi; localmente sono sfruttati orizzonti di sedimenti più grossolani, ma sempre con spessori e continuità laterale molto modesta.

Per quanto riguarda le caratteristiche dell'acquifero superficiale, esso risulta avere permeabilità da basse a molto basse: infatti le capacità di sfruttamento dell'acquifero sono molto modeste, con forti abbassamenti dei livelli dell'acqua nei pozzi anche per piccoli attingimenti, con seguente lentissima risalita e recupero del livello statico originale.

Dai dati a nostra disposizione le permeabilità (K) dello strato superficiale, riferito ai primi cinque metri di terreno, sono in genere comprese tra ordini di grandezza di 10^{-4} e 10^{-5} cm/s che caratterizzano quindi un acquitardo piuttosto che un acquifero vero e proprio.

Gli acquiferi profondi di tipo confinato presenti in questo areale, costituiti da orizzonti sabbioso-limosi e sabbioso-ghiaiosi, mostrano migliori caratteristiche idrogeologiche.

Quando tali livelli, spesso discontinui e/o interdigitantesi tra loro, presentano buoni spessori e continuità laterali, possiedono anche una buona capacità di sfruttamento, utilizzata anche da pozzi dell'acquedotto pubblico e da numerose aziende.

Le geometrie della falda freatica sono strettamente connesse alla

morfologia superficiale e l'alimentazione prevalente è dalla superficie e subordinatamente dai corsi d'acqua principali (Bisenzio, T. Marina e Marinella).

Il sistema delle acque basse non sembra invece interferire in maniera significativa con la superficie della falda freatica.

4.5 - Caratterizzazione del substrato

Per ipotizzare la situazione stratigrafica del substrato dell'area interessata, sono state appositamente eseguite in sito n°4 prove penetrometriche statiche CPT spinte sino alla profondità di 10 metri dal piano di campagna attuale. E' stato possibile effettuare tali indagini unicamente nella porzione settentrionale del comparto (quella più vicino a Via Castronella): la parte restante è infatti occupata da una fittissima vegetazione arbustiva infestante, tale da renderla al momento non accessibile ai mezzi meccanici.

L'ubicazione di tali prove è riportata in Fig.6, mentre i diagrammi penetrometrici sono allegati in Appendice III. Tali prove hanno messo in evidenza una stratigrafia caratterizzata dalla costante presenza di sedimenti alluvionali fini a comportamento coesivo (limi argillosi, argille limose, limi argillosio-sabbiosi). Questi hanno mostrato valori di consistenza da medi e mediocri, assai variabili sia in senso laterale che verticale, dimostrazione della giacitura lenticolare dei vari livelli sedimentari attraversati.

Le prove penetrometriche si sono estese sino a 10 metri di profondità: entro la verticale di terreno indagata non è mai stato incontrato un livello macroclastico fortemente addensato

4.5.2 - Caratterizzazione fisico-meccanica di massima

Sulla base dei dati acquisiti con le prove penetrometriche, è stato possibile attribuire ai vari livelli riconosciuti lungo ogni singola verticale d'indagine i seguenti parametri fisico-meccanici medi indicativi.

CPT1					
Profondità (da ... a..., cm)	γ (KN/m³)	c_u (KN/m²)	M (*) (KN/m²)	E (**) (KN/m²)	ν
000 - 120	18,73	110,12	9.747	6.962	0,34
120 - 200	18,04	58,83	5.236	3.739	0,45
200 - 440	18,63	102,96	9.237	6.598	0,40
440 - 1000	19,02	136,31	12.326	8.843	0,37

CPT2					
Profondità (da ... a..., cm)	γ (KN/m³)	c_u (KN/m²)	M (*) (KN/m²)	E (**) (KN/m²)	ν
000 - 080	18,63	111,7	9.836	7.028	0,35
080 - 240	18,04	60,80	5.452	3.892	0,43
240 - 460	18,53	95,12	8.521	6.085	0,37
460 - 700	18,73	112,77	10.198	7.294	0,38
700 - 960	18,14	64,72	6.178	4.412	0,38
960 - 1000	18,63	91,21	8.580	6.374	0,45

CPT3					
Profondità (da ... a..., cm)	γ (KN/m³)	c_u (KN/m²)	M (*) (KN/m²)	E (**) (KN/m²)	ν
000 - 220	18,04	63,74	5.668	4.045	0,39
220 - 360	18,53	94,14	8.433	6.024	0,39
360 - 680	18,73	118,66	10.728	7.661	0,33
680 - 780	18,33	75,51	7.070	5.050	0,45
780 - 920	18,04	60,81	5.834	4.167	0,39
920 - 1000	18,63	111,79	10.414	7.539	0,30

CPT4					
Profondità (da ... a..., cm)	γ (KN/m³)	c_u (KN/m²)	M (*) (KN/m²)	E (**) (KN/m²)	ν
000 - 100	18,92	131,41	11.503	8.213	0,29
100 - 200	18,04	56,87	5.079	3.628	0,45
200 - 1000	18,73	115,71	10.453	7.458	0,36

(*) - Modulo edometrico

(**) - Modulo di Young

4.6 - Sismicità dell'area

Il territorio italiano si estende su più placche tettoniche, il cui movimento reciproco genera periodicamente dei terremoti: per tale motivo il nostro Paese è ad alto rischio sismico. L'analisi integrata di una quantità enorme di informazioni sulla distribuzione spazio-temporale delle deformazioni nell'area mediterranea suggerisce che attorno al Pleistocene medio si sono create le condizioni geodinamiche che hanno determinato l'accelerazione della placca adriatica approssimativamente verso N/NNO.

Questa cinematica, ancora in atto, ha avuto notevoli conseguenze per la regione italiana, perché Adria ha trascinato nel suo spostamento la parte esterna della catena appenninica. La divergenza obliqua tra questo corpo orogenico più mobile e la parte interna della stessa catena, meno mobile, ha provocato deformazioni estensionali e transtensionali sinistre nella parte assiale dell'Appennino, con la formazione di faglie normali e fosse, che sono associate con la sismicità più intensa.

4.6.1 - Sintesi del quadro tettonico

La storia sismica conosciuta di una zona permette di identificare solo una piccola parte delle faglie che si sono sviluppate durante la sua storia evolutiva, in tempi geologici: quindi, questa informazione parziale può essere largamente insufficiente per valutare in modo realistico la potenzialità sismogenetica della zona in oggetto. Per cercare di mitigare gli effetti di questa difficoltà nella stima della pericolosità sismica in Toscana, è necessario sfruttare nel modo più efficace tutte le informazioni attualmente disponibili, al fine di riconoscere la reale potenzialità delle strutture sismogeniche nella regione in oggetto. In particolare, è necessario effettuare un'attenta valutazione del quadro tettonico attuale.

Considerando i blocchi crostali attualmente implicati nel quadro tettonico, la loro presunta cinematica e la distribuzione dei terremoti principali, è possibile riconoscere cinque principali zone sismiche della Toscana: (Lunigiana-Garfagnana, Mugello, Appennino Forlivese, Alta Valtiberina e Chianti-Montagnola Senese).

Si nota inoltre una buona correlazione generale tra l'ubicazione delle strutture attive e gli epicentri dei principali terremoti, ed in particolare in Mugello dove vi è la maggior concentrazione di terremoti di forte intensità in accordo con la maggior concentrazione di faglie attive. D'altro canto, alcune zone quali il Valdarno superiore presentano numerose faglie attive, ma non rappresentano record storici per quanto riguardano forti terremoti. E' tuttavia necessario tenere sempre presente che gli eventi sismici sono sempre correlati all'attività tettonica e neotettonica delle faglie, più o meno profonde: conoscendo l'ubicazione delle faglie principali e del loro grado di attività, è possibile ipotizzare le aree che potrebbero essere interessate da una certa attività sismica.

A livello provinciale, sulla base dei dati ottenuti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - che include i principali terremoti italiani dal 416 a.C. Al 1997 - 46 eventi di intensità compresa tra 4 e 9 della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (M.C.S.) hanno un epicentro ubicato all'interno della Provincia di Firenze.

Di questi, molti sono i terremoti nell'area del Mugello, un'abbondante densità di terremoti strumentali viene registrata nel Comune di Firenzuola e nei Comuni adiacenti, mentre una fascia di media intensità si localizza tra i Comuni di Montespertoli, San Casciano e Certaldo (zona sismica Chianti-Montagnola Senese). In sintesi, **per un periodo di ritorno di 475 anni, si attendono eventi di intensità VIII MCS nella parte nord-orientale e fino a intensità VI MCS nella parte centrale e meridionale della Provincia.**

4.6.2 - Rischio sismico nell'area di Campi Bisenzio

L'area di Campi Bisenzio appartiene al distretto sismico di Firenze ed è caratterizzato da rare scosse anche di notevole intensità, seguite da sporadiche scosse isolate locali, di moderata intensità.

La misurazione e la classificazione dei sismi viene effettuata in Italia seguendo una scala delle intensità detta di Mercalli - Sieberg che è divisa in dodici gradi valutabili dagli effetti prodotti dal fenomeno, effetti che fra l'altro dipendono notevolmente dalle caratteristiche geologiche della zona in cui si verificano.

Una misurazione strumentale dell'intensità viene effettuata tramite il sismometro a torsione standard a periodo corto (Wood-Anderson) con cui viene misurata la "magnitudo" cioè il logaritmo in base 10 dell'ampiezza massima dell'oscillazione espressa in micron e riportata ad un epicentro posto alla distanza di 100 Km.

Anche in questo caso la misura è condizionata alla situazione geologica locale. Inoltre, anche se il numero dei terremoti catalogati in Italia è ragguardevole, mancano dati relativi alla loro accelerazione. Tale accelerazione, come dimostrano ricerche svolte negli Stati Uniti ed a cui ci si riferisce in mancanza di meglio per stabilire norme di edificabilità in zone sismiche, non è estrapolabile da una zona ad un'altra e spesso, anche a parità di condizioni, da sisma a sisma.

In base ai dati reperibili sui terremoti verificatisi nella zona in studio a partire dal 1500 fino ad oggi e di intensità superiore al V grado, è stata elaborata la figura allegata, nella quale sono evidenziate le zone con uguale probabilità di evento di sismi di grado superiore al V.

Non sono stati presi in considerazione dati sismici antecedenti al 1500 in quanto ovviamente meno attendibili degli altri, più recenti. Nell'area in esame non siano stati individuati epicentri; inoltre essa rappresenta la zona in cui si possono verificare sismi di intensità media (VI M.S.) ed è quella, comunque, in cui tali eventi sono i più bassi di tutta l'area fiorentina. L'evento sismico più recente di tale intensità (VI M.S.) si è verificato il 20 aprile 1898.

4.6.3 - Classificazione sismica

La macrozonazione sismica del territorio italiano è stata aggiornata e revisionata nell'ambito del **Ord. P.C.M. n°3274 del 20.03.2003** ("*Criteri generali per la riclassificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*") e successivamente della **Ord. P.C.M. n°3519 del 28.04.2006**. Tale norma proponeva l'adozione di una normativa coerente con il codice europeo in materia antisismica (EC8), favorendo un'impostazione prestazionale con un'esplicita dichiarazione degli obiettivi della progettazione ed una giustificazione delle metodologie utilizzate. In particolare, con tale Delibera Regionale veniva istituita una nuova zona 3S, nella quale non viene diminuito il livello di protezione precedente e le costruzioni devono essere progettate e realizzate con le azioni sismiche della zona 2.

Con **Deliberazione GRT n°431 del 19.06.2006** la Regione Toscana - prima tra tutte le regioni italiane - approvava la riclassificazione del territorio, applicando i criteri nazionali prescritti nell'Ordinanza

3519/2006. Con l'entrata in vigore delle NTC 2008 la stima della pericolosità sismica - intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido - viene definita con un approccio "sito-dipendente". In sintesi, non si progetta più stimando l'azione sismica a partire dalla "zona sismica", ma calcolandola "ad hoc" per il sito in esame. In ottemperanza sia a tale nuovo approccio che alle NTC 2008, con **Deliberazione GRT n°878 del 08.10.2012** la Regione Toscana ha approvato la nuova classificazione sismica del territorio regionale, volta a:

- alla verifica dell'interazione della mappa di pericolosità sismica con i dati amministrativi di comuni classificati a bassa sismicità,
- al superamento della zona 3S

Tale aggiornamento di classificazione è stato eseguito seguendo le seguenti tra fasi di approfondimento:

1. selezione dei comuni in zona 3 e 3S contenenti aree con accelerazione **$a > 0,15g$**
2. per ogni comune, calcolo della percentuale di area con $a > 0,15g$ rispetto all'intero territorio comunale
3. per ogni comune, calcolo della percentuale di popolazione ed abitazioni all'interno delle aree con $a > 0,15g$.

In particolare, per quei comuni che hanno mostrato una percentuale di popolazione ed abitazioni all'interno di aree con $a > 0,15g$ superiore al 30%, si è ritenuto necessario l'innalzamento della zona sismica da 3S a 2. Tali Comuni sono 5 in tutta la regione, conseguentemente **tutti gli altri comuni che erano stati inseriti in zona 3S vengono riconfermati in zona 3**. Il Comune di Firenze - in particolare - ricade tra i 105 Comuni che vengono trasferiti dalla Zona 3S alla **Zona 3**, caratterizzata dai seguenti parametri.

Decreti fino al 1984	Grado di sismicità	9
Classificazione 2003	Accelerazione orizz. di ancoraggio spettro di risposta elastico	0.25
Classificazione Toscana 2012	Fascia di accelerazione massima ($T_r = 475$ anni)	0.125 - 0.150

4.6.4 - Pericolosità sismica

La pericolosità sismica ("seismic hazard") viene descritta dalla probabilità che - in un determinato periodo di tempo - vi possa verificare un evento sismico di entità pari almeno ad un valore prefissato: tale periodo di tempo viene definito come "**periodo di riferimento V_R** " e la probabilità denominata "**Probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}** ". Tale stima viene effettuata considerando che lo scuotimento limite venga superato nel 10% dei casi in 50 anni. In buona sostanza, si tratta di individuare quel terremoto che mediamente si verifica ogni 475 anni. La pericolosità sismica viene definita convenzionalmente riferendosi a un suolo rigido con superficie topografica orizzontale in condizioni di campo libero: le caratteristiche del moto sismico atteso per una fissata P_{VR} si ritengono individuate una volta note

l'accelerazione massima (**PGA - Peak Ground Acceleration = ag**) ed il corrispondente spettro di risposta in accelerazione. La definizione della pericolosità di un sito viene separata in due fasi distinte:

- **Fase 1: definizione della pericolosità sismica di base**, grazie allo studio delle sorgenti di propagazione profonda.
- **Fase 2: definizione della pericolosità sismica locale**, che definisce l'azione sismica tramite lo studio degli effetti della struttura geologica superficiale: gli ultimi metri di propagazione possono infatti influenzare la severità del terremoto in modo determinante, e costituiscono i cosiddetti "effetti di sito".

Studi di pericolosità sismica di base sono stati condotti a livello nazionale dall'I.N.G.V, in particolare dal Gruppo di Lavoro per la redazione della Mappa di Pericolosità Sismica in ottemperanza ai disposti dell'Ordinanza P.C.M. N°3274 del 20.03.2003 ("zonazione sismica"). In particolare, è stata sviluppata una nuova zonazione sismogenetica - denominata **ZS9** - a partire da un sostanziale ripensamento della precedente zonazione ZS4 alla luce delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni. Il risultato è stato una *mappa interattiva di pericolosità sismica*, che consente di visualizzare mappe del territorio nazionale in cui la pericolosità sismica è espressa su una griglia regolare con passo di 0.05°. Da tali elaborazioni discende la suddivisione del territorio nazionale in zone sismogenetiche, omogenee al loro interno dal punto di vista del comportamento geodinamico e del meccanismo di rottura. Tale cartografia fornisce una stima della "profondità efficace", cioè l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti; nonché un meccanismo di fagliazione prevalente utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione modulate sulla base dei coefficienti proposti da BOMMER et alii (2003).

Ogni zona sismogenetica è caratterizzata da una propria **Mw - Magnitudo Momento** - grandezza assoluta che esprime la quantità effettivamente liberata dal terremoto in profondità. Nel nostro caso - in particolare - ci troviamo all'interno della **zona sismogenetica n.916 (Versilia - Chianti)**, caratterizzata dalla seguente Mw:

$Mw_{\text{zona 916}} = 6,14$

4.6.5 - Problematiche indotte dal sisma

Nell'area in esame si possono considerare presenti terreni soggetti ad amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta a differenza di risposta sismica tra substrato e copertura, a causa di fenomeni di amplificazione stratigrafica.

Per quanto riguarda la liquefazione dei terreni in caso di sisma si esclude l'insorgenza di tale fenomeno a causa della presenza di depositi fini limoso-argillosi prevalenti all'interno delle profondità di interesse.

4.6.6 - Indagini sismiche a disposizione

E' a disposizione di questo ufficio un'indagine sismica di superficie tipo MASW, effettuata nel corso di una consulenza professionale in Via Parini. Tale indagine ha consentito di mettere in luce i seguenti aspetti del comportamento sismico del substrato.

- Entro i 30 metri di indagine non è stato intercettato il bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s), pe cui non sono stati rilevati contrasti di impedenza sismica
- Il terreno indagato ha mostrato un graduale incremento della velocità delle onde sismiche con le velocità: solo a 14,50 mt di profondità è stato registrato un marcato incremento della V_s , che è passata da 110 m/s a 221 m/s

In sede di predisposizione dei singoli progetti edilizi, tali caratteristiche di massima dovranno essere verificate con indagini sismiche eseguite direttamente in sito.

4.7 - Aspetti idraulici

La valutazione della pericolosità idraulica e quindi del rischio idraulico sul territorio campigiano riveste una importanza eccezionale per questo territorio comunale, data la morfologia completamente pianeggiante e la presenza di un fitto reticolo di fiumi, torrenti, fossi e canali che hanno storicamente allagato la piana. L'obiettivo di una convivenza possibile con il rischio idraulico riveste evidentemente per Campi una importanza strategica, ben diversa da quella ipotizzabile per un territorio comunale marginalmente interessato dalla problematica idraulica.

Per tale motivo gli interventi di modifica della situazione idraulica della piana campigiana iniziarono già in epoca etrusca e furono successivamente ripresi dai romani che incrementarono l'estensione della rete di canalizzazioni di bonifica secondo gli schemi della centuriazione.

Nel Medioevo il controllo idraulico del territorio era compito dei monaci benedettini, che utilizzarono le acque anche per la propulsione delle ruote dei mulini. Sono di quest'epoca le prime registrazioni di due esondazioni, una del 1301 e un'altra del 1333, che descrivono danni a tutta l'area compresa fra Firenze, Signa ed il contado pratese.

Altre alluvioni, che interessarono vaste porzioni di territorio furono registrate nel 1547, 1557 e 1579. Il primo evento, particolarmente esteso, ebbe origine da una rottura d'argine del Bisenzio a sud di Prato, con allagamento della pianura e confluenza delle acque nell'Ombrone.

La crescente importanza del Bisenzio nella vita economica della piana portò alla ricerca di efficaci progetti di regimazione delle acque. Nel 1652 venne attuato il progetto di taglio del Bisenzio in quattro punti e che portò il fiume all'attuale configurazione.

Malgrado l'intervento, dopo soli 4 anni si ha notizia di una rottura d'argine in località Confini, che provocò danni ingenti e smentì l'efficacia delle opere da poco realizzate.

Nel periodo del declino della dinastia dei Medici venne attuata una serie di interventi sui fiumi e torrenti della piana, che comunque non

furono sufficienti a contenere le acque del Bisenzio il 3 Dicembre 1740, quando si ebbe una piena eccezionale.

Anche sotto i Lorena continuarono a verificarsi eventi di inondazione, tanto che si sono ritrovate, per gli anni tra il '700 e l'800, precise regole per ripartire i danni da piena fra mezzadri e proprietari terrieri. Nel 1851 si verificò un'alluvione del Bisenzio e dei suoi affluenti che impedì alla maggior parte della popolazione di uscire di casa creando non pochi problemi di approvvigionamento.

Ancora, il 13 Ottobre 1872 il Bisenzio uscì dagli argini in tre punti diversi, invadendo tutto il paese ed isolando Campi da Firenze per qualche giorno. Le inondazioni colpivano con i danni maggiori la parte meridionale del territorio, nella zona di San Piero a Ponti, dove il fiume tracimava in corrispondenza del ponte ed invadeva la via Pistoiese.

Nell'Aprile del 1899 il Bisenzio invase per l'ennesima volta Campi e San Piero a Ponti, entrando nel capoluogo da una finestra aperta nelle mura a fianco del fiume. Nel Dicembre 1904, un'alluvione contemporanea di Ombrone e Bisenzio, costrinse l'Amministrazione Comunale alla distribuzione gratuita delle vettovaglie, mentre nel 1910 il Bisenzio interessa la fascia meridionale del territorio, allagando San Piero a Ponti. Altre esondazioni più recenti sono state classificate dal GNDCI nell'ambito del progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane).

La Scheda 800020 del GNDCI, per l'evento del 04/11/1966, tristemente famoso in Toscana, testimonia che l'alluvione iniziò per Campi con la rottura d'argine nella zona di San Mauro e rigurgito verso monte a causa dell'Arno che non riceveva.

4.7.1 - La "Carta delle Aree Inondate dal 1912 al 1999" allegata al Piano Strutturale (Tav.3 in Appendice II)

In tale elaborato cartografico sono state inserite le verifiche relative alle aree con difficoltà di allontanamento delle acque superficiali, dovuta a ristagno, e le aree con difficoltà di smaltimento per insufficienza della fognatura.

I due fenomeni sono stati distinti in cartografia poiché la prima notazione deriva dalla raccolta di dati storici, mentre la seconda informazione viene desunta da verifiche idrauliche.

Il tempo di criticità delle fognature è stato posto a 20 anni, tempo di ritorno per fenomeni di alluvionamento ritenuti in genere accettabili per tali opere idrauliche minori, nelle quali anche una insufficienza dimensionale localizzata non ingenera normalmente gravissimi disagi alla popolazione. Come si nota dalla cartografia allegata in stralcio, il comparto in esame non è inserito in nessuna perimetrazione: esso si trova solo vicino ad alcune strade caratterizzate da difficoltà di smaltimento per insufficienza della fognatura.

4.7.2 - Interventi e tempistiche per la mitigazione del rischio idraulico (da Piano Strutturale)

In tale cartografia il territorio comunale viene suddiviso in varie classi in funzione del tempo necessario alla messa in sicurezza idraulica

di una sua certa porzione. Dalla sua osservazione, si nota che il comparto in esame rientra - già al tempo della redazione della cartografia - nelle **"aree attualmente in sicurezza idraulica"** (vedi Tav.4).

4.7.3 - Analisi idrologico-idraulica (da Piano Strutturale)

Per quanto riguarda il Bisenzio, le piene con tempo di ritorno di 10 e 20 anni producono esondazioni limitatamente al settore dei Renai in comune di Signa. Altre esondazioni possibili sono prodotte dalle acque basse per impossibilità di scarico verso i recettori principali.

Per tempi di ritorno di 50 anni le esondazioni si producono sulla parte di valle del Bisenzio, in destra idraulica verso Signa. Solo per tempi di ritorno di 100 e 200 anni le inondazioni interessano il territorio di Campi Bisenzio propagandosi verso S.Piero a Ponti ed il capoluogo. La piana destra del Bisenzio risulta fortemente inondata, così come la sponda sinistra tra l'Arno ed il Reale.

Tali fenomeni sono prevalentemente dovuti al rigurgito provocato dalla mancata ricezione dell'Arno; appaiono infatti praticamente sovrapponibili tra loro i perimetri delle esondazioni centennali dell'Arno e del Bisenzio per il tratto interessato dal rigurgito.

4.7.4 - Aggiornamento degli Strumenti Urbanistici Comunali

Nel 2011, nell'ambito dell'aggiornamento degli strumenti urbanistici, è stato prodotto uno studio idrologico-idraulico del Comune di Campi Bisenzio, a cura dell'Ing. Davide Settesoldi. All'interno di questo sono reperibili le seguenti cartografie tematiche, che ben illustrano il livello di rischio idraulico del comparto in esame.

- **Carta dei Livelli per $Tr = 200$ anni** - Nel comparto in esame sono presenti n.5 livelli idrici, variabili tra 37,41 e 37,70 mt slm, andando da sud verso nord (vedi Fig.7)
- **Carta dei battenti idraulici per $Tr = 200$ anni** - Rapportando i livelli idrici di cui sopra con le quote del piano di campagna attuale, si è ottenuta una disposizione dei battenti duecentennali come in Fig.8. Da questa si nota immediatamente come i battenti maggiori (da 0,3 a 0,6 mt) siano localizzati nella porzione centro-meridionale del comparto ed interessino una superficie di circa **11.000 mq.**

4.7.5 - Aggiornamenti battenti idraulici da P.G.R.A

I tecnici comunali ci hanno fornito il battente idraulico della cella di riferimento, ricavabile dai recenti studi idraulici a supporto del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell'Autorità di Bacino.

Il livello per eventi duecentennali è di 37,44 mt slm che - in considerazione della quota media del piano di campagna - corrisponde ad un battente idraulico di $h = 0,33$ mt.

Mettendo in relazione tale battente con le relative aree occupate, si ricava - per eventi duecentennali - una volumetria totale di acqua di esondazione all'interno del comparto di circa 3.700 mc, concentrata nella

fascia centro-meridionale del comparto stesso.

In considerazione delle previsioni del Piano Attuativo in esame (rialzamento generalizzato del piano di campagna sino a 38,00 mt slm), tale quantitativo corrisponde anche alla volumetria che dovrà essere compensata per non incrementare il rischio idraulico delle aree finitime.

5 - VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DELL'AREA

Il territorio viene caratterizzato in funzione dello stato della pericolosità, con l'indicazione degli eventuali condizionamenti alla trasformabilità: tale grado di pericolosità viene ottenuto grazie alla sovrapposizione delle carte tematiche riportate e sopra descritte. Attraverso l'analisi eseguita è stato possibile caratterizzare aree omogenee dal punto di vista della pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano.

Allegate allo Strumento Urbanistico vigente comunale sono presenti le seguenti cartografie di pericolosità.

- ✓ **Piano Strutturale 2000: Carta della pericolosità geologica e idrogeologica (Tav.4):** l'edificio in oggetto ricade per intero in **pericolosità medio-bassa (classe 3a)**, comprendente "Aree caratterizzate dalla presenza di depositi alluvionali a granulometria eterogenea, potenzialmente suscettibili di densificazione, che sono sede di una falda superficiale potenzialmente inquinabile".

Per tali zone Il Regolamento Urbanistico prevede (art.86 comma 11) in sede di progettazione edilizia un'estesa campagna geognostica per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche del terreno.

- ✓ **Aggiornamento Strumenti Urbanistici 2011: Carta della pericolosità idraulica in aggiornamento al PAI (Tav.5):** tale carta dipende strettamente dalla distribuzione dei battenti idraulici all'interno del comparto. In considerazione di ciò si ritrovano le seguenti classi di pericolosità:

- **classe PI1 - pericolosità moderata** (aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $200 < TR \leq 500$ anni), in corrispondenza dello spigolo nord-occidentale del comparto, dove non sono stati registrati battenti
- **classe PI2 - pericolosità media** (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), corrispondente alla maggior parte del comparto in esame
- **classe PI3 - pericolosità elevata** (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) corrispondente ad una limitata porzione di comparto ove sono stati registrati i battenti idraulici maggiori.

Per tali aree il Regolamento urbanistico così recita (art.86 comma 10): "In tutto il territorio comunale ricadente nelle fasce di rispetto fluviali, negli ambiti B, nelle aree sensibili del PTCP e nelle zone con PI3 PI4 del PAI è vietato rialzare il piano di campagna, le cui quote sono definite nella cartografia numerica del Regolamento Urbanistico. **Sono ammesse deroghe per gli interventi finalizzati alla regimazione idraulica, previo parere dell'Ente competente, o per gli interventi**

a fini edificatori, e/o per la realizzazione di aree pubbliche qualora siano contestualmente realizzate le relative casse di compensazione idraulica se necessarie”.

In questa sede, in ottemperanza a quanto richiesto dal "Regolamento di attuazione dell'art.62 della L.R. 1/2005 in materia di indagini geologiche" (D.P.G.R. n°53/R - 2011), e per meglio evidenziare le criticità caratterizzanti l'area in oggetto, viene prodotta una cartografia di dettaglio dove è stato attribuito il grado di pericolosità ai singoli fattori di rischio. Tale elaborazione ricalca nel maggior dettaglio quella riportata nelle cartografie di Piano Strutturale ed è esplicitata nella carta della pericolosità riportata in Fig.9.

- **Pericolosità geomorfologica media** - In considerazione delle caratteristiche rilevate e dei dati acquisiti dagli studi effettuati, l'intero comparto ricade in un'area di pianura in cui sono presenti litologie afferibili a depositi alluvionali recenti dalle scadenti o modeste caratteristiche geotecniche, 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 (**classe G.2**)
- **Pericolosità idraulica elevata** - Il comparto ricade all'interno di aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra 30<TR< 200 anni (**classe I.3**).
- **Pericolosità sismica locale elevata** - Il comparto in esame ricade all'interno di un'area con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi, nonché terreni soggetti ad amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta a differenza di risposta sismica tra substrato e copertura, a causa di fenomeni di amplificazione stratigrafica (**classe S.3**).

6 - FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI PROPOSTI

Come accennato al capitolo 2 - così come previsto dalla **D.P.G.R. n°53/R del 25.10.2011** - il presente Piano Attuativo avrà come obiettivo la demolizione dei fabbricati esistenti e la realizzazione di nuovi edifici adibiti alla civile abitazione.

Sovrapponendo le suddivisioni delle carte della pericolosità con le previsioni del presente Piano, è possibile dare un giudizio sulla fattibilità dell'intervento previsto, secondo quanto specificato dal già citato "Regolamento di attuazione dell'art.62 della L.R. 1/2005 in materia di indagini geologiche".

In considerazione delle previsioni del Piano Attuativo, viene attribuita all'intero comparto una fattibilità di **classe F3: fattibilità condizionata** (vedi Fig.10), che è relativa ad aree ed interventi per le quali è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei singoli progetti edilizi.

Pertanto, per tale classe vengono individuati i seguenti criteri

generali di fattibilità.

6.1 - Fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici

In fase di predisposizione dei singoli progetti edilizi le condizioni di attuazione sono indicate al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

In particolare, sarà necessario prevedere un'opportuna campagna di indagini geognostiche (in sito e di laboratorio) adeguata alle nuove volumetrie in progetto e finalizzata alla ricostruzione di un modello geologico-geotecnico di dettaglio che comprenda per intero il volume di terreno che sarà coinvolto dalle variazioni tensionali dei singoli interventi.

In tal modo sarà possibile eseguire un corretto studio geologico-geotecnico dell'interazione tra terreno e struttura di fondazione, ai sensi delle normative attualmente vigenti in materia (D.M. 14.01.2008 e D.P.G.R n°36/R del 09.07.2009).

Inoltre, tale studio dovrà valutare anche la situazione idrogeologica locale e l'eventuale predisposizione di misure di mitigazione e/o compensazione in fase di cantiere per evitare l'alterazione della qualità della risorsa idrica eventualmente presente.

6.2 - Fattibilità in relazione agli aspetti idraulici

Il Piano Regolatore del Comune di Campi Bisenzio, sia nella sua parte di indirizzo (Piano Strutturale) che nella sua parte operativa (Regolamento Urbanistico) contiene una stringente normativa finalizzata al contenimento del rischio idraulico.

Il Regolamento Urbanistico - in particolare - prevede che l'attuazione dei comparti di espansione, sia residenziale che produttiva, siano subordinati alla contestuale realizzazione di opere idrauliche per la messa in sicurezza dell'area o per la compensazione dei volumi tolti al libero deflusso delle acque.

Ogni comparto di espansione è dotato di una specifica scheda di fattibilità, al cui interno vengono elencate le modalità per la messa in sicurezza e la compensazione dei volumi sottratti all'esondazione.

Le aree "BC" - come quella in esame - sono zone inedificate destinate all'edificazione ad uso prevalentemente residenziale all'interno dei perimetri di cui all'art. 117 (art.118 RUC): queste non sono dotate di scheda di fattibilità, per cui non è immediata la scelta delle prescrizioni in materia di rischio idraulico.

Pertanto, di seguito, indicheremo le prescrizioni da seguire per poter rendere l'intervento compatibile con il rischio idraulico gravante sull'area.

- **Sicurezza idraulica da eventi con $Tr = 200$ anni** - Il RUC prevede - per le nuove previsioni edificatorie - il rispetto di un franco di sicurezza di +0,50 mt rispetto al massimo battente duecentennale. Quindi, in considerazione del battente di riferimento acquisito

(37,44 mt slm), si ottiene la sicurezza idraulica alla quota di 37,94 mt slm. Le previsioni di progetto prevedono il rialzamento dell'intero comparto alla quota di 38,00 mt slm, portandolo quindi ad una quota di sicurezza idraulica con franco di sicurezza di poco superiore al minimo imposto dalla norma comunale. In merito non è quindi necessario aggiungere ulteriori prescrizioni compensative.

- **Compensazione dei volumi di esondazione per $Tr = 200$ anni** - Come riportato al par.4.7.4, il battente di riferimento ha portato ad una stima dei volumi di esondazione da compensare in circa 3.700 mc. In considerazione delle caratteristiche del progetto presentato, non risulta praticabile l'ipotesi di compensare tali volumi all'interno del comparto in esame.

A seguito di colloqui ed accordi con i tecnici del Comune di Campi Bisenzio e del Genio Civile di Prato, la compensazione dei volumni verrà quindi effettuata a livello di cella idraulica nel suo complesso, individuando un'area da adibire a vasca di compensazione tra quelle già perimetrate nella Tav.C29 di RUC.

Tale cartografia (vedi Tav.7) individua infatti alcune aree all'interno del territorio comunale da adibire a vasche di compensazione per coprire le volumetrie previste dalle trasformazioni dotate di scheda di fattibilità all'interno del RUC.

Tali quantità non erano però comprensive dei volumi da compensare derivanti da eventuali interventi all'interno delle are BC (come quelli adesso in esame): tuttavia, al momento, la potenzialità di compensazione indicata nella Tav.C29 risulta ampiamente sottosfruttata.

Pertanto, in considerazione di ciò ed anche nella prospettiva della revisione del RUC (quindi anche della cartografia tematica sul rischio idraulico) che si attiverà a partire dal 2017, i tecnici del Comune hanno acconsentito a poter inserire la volumetria da compensare all'interno di quelle previste dalla Tav.C29.

L'agibilità dei futuri edifici sarà condizionata all'avvenuta individuazione dell'area ed alla realizzazione della vasca di compensazione al suo interno.

- **Autocontenimento** - La gestione dei volumi idrici derivanti dall'impermeabilizzazione dei suoli che sarà indotta dal progetto verrà attuata come segue.

Lo smaltimento di tali acque - in modo da non gravare sulla rete fognaria - potrà essere effettuato agendo sui diametri dei collettori di smaltimento e inserendo appositi pozzetti con funzione di polmoni di ritardo del flusso

Le scelte progettuali dovranno essere conseguenti ad uno specifico studio inerente le problematiche idrauliche specifiche dell'area, in particolare da un punto di vista del reticolo minore e del sistema fognario, assumendo i necessari accorgimenti e tenendo conto dell'incremento di impermeabilizzazione.

Inoltre, i futuri spazi pubblici e privati destinati a piazzali, parcheggi e viabilità pedonale o meccanizzata, dovranno essere realizzati con modalità costruttive che consentano l'infiltrazione o la ritenzione anche temporanea delle acque.

L'agibilità dei futuri edifici sarà legata al completamento delle opere di autocontenimento.

6.3 - Fattibilità in relazione agli aspetti sismici

Essendo l'area in esame caratterizzata da pericolosità sismica locale elevata (S3), in sede di predisposizione dei singoli progetti edilizi dovrà essere prescritta una campagna di indagini geofisica e geotecnica che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra alluvioni e l'eventuale bedrock sismico.

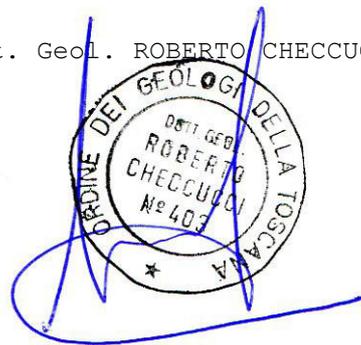
Nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti.

6.4 - Conclusioni

In considerazione di quanto esposto nei precedenti paragrafi e della valutazione del grado di fattibilità delle singole previsioni contenute nel Piano, **gli interventi previsti dal presente Piano Unitario Attuativo sono realizzabili a condizione di ottemperare le prescrizioni tecniche riportate nei par. 6.1, 6.2 e 6.3.**

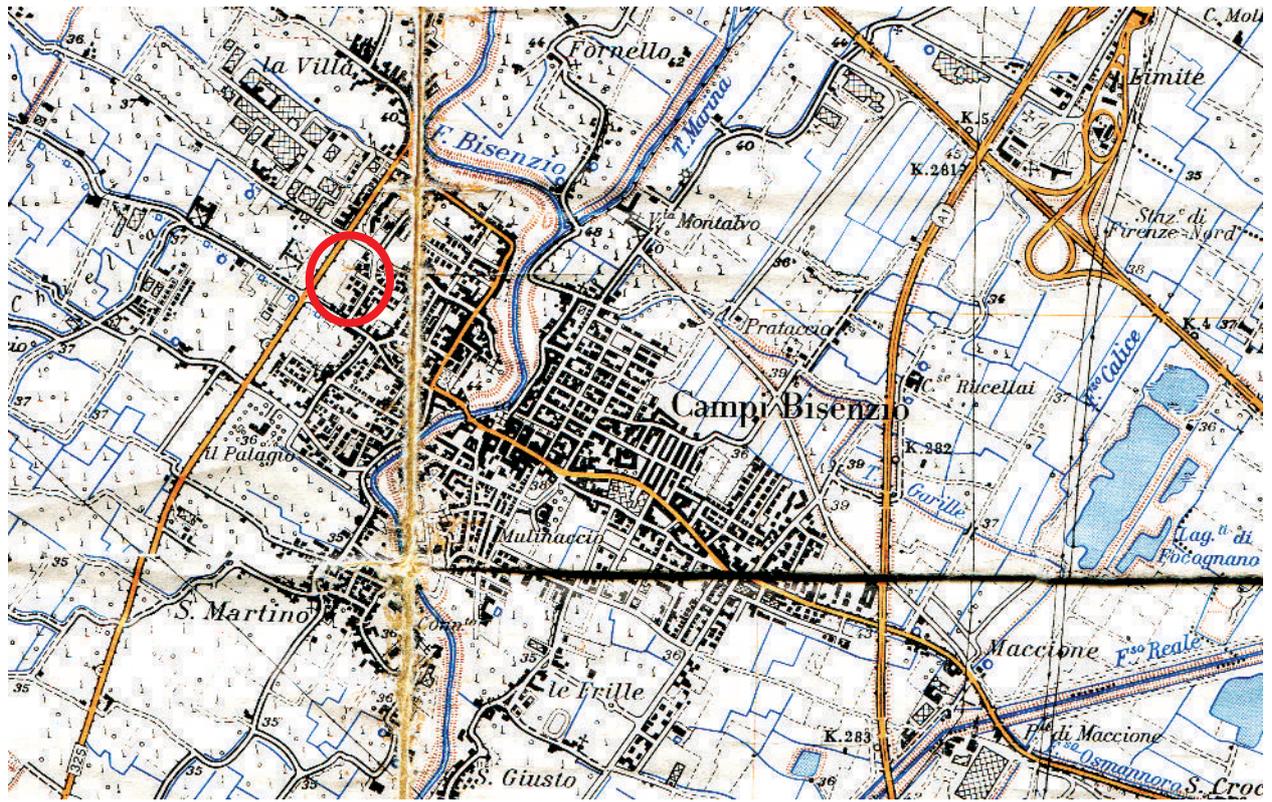
Firenze, 15 luglio 2016

Dott. Geol. ROBERTO CHECCUCCI

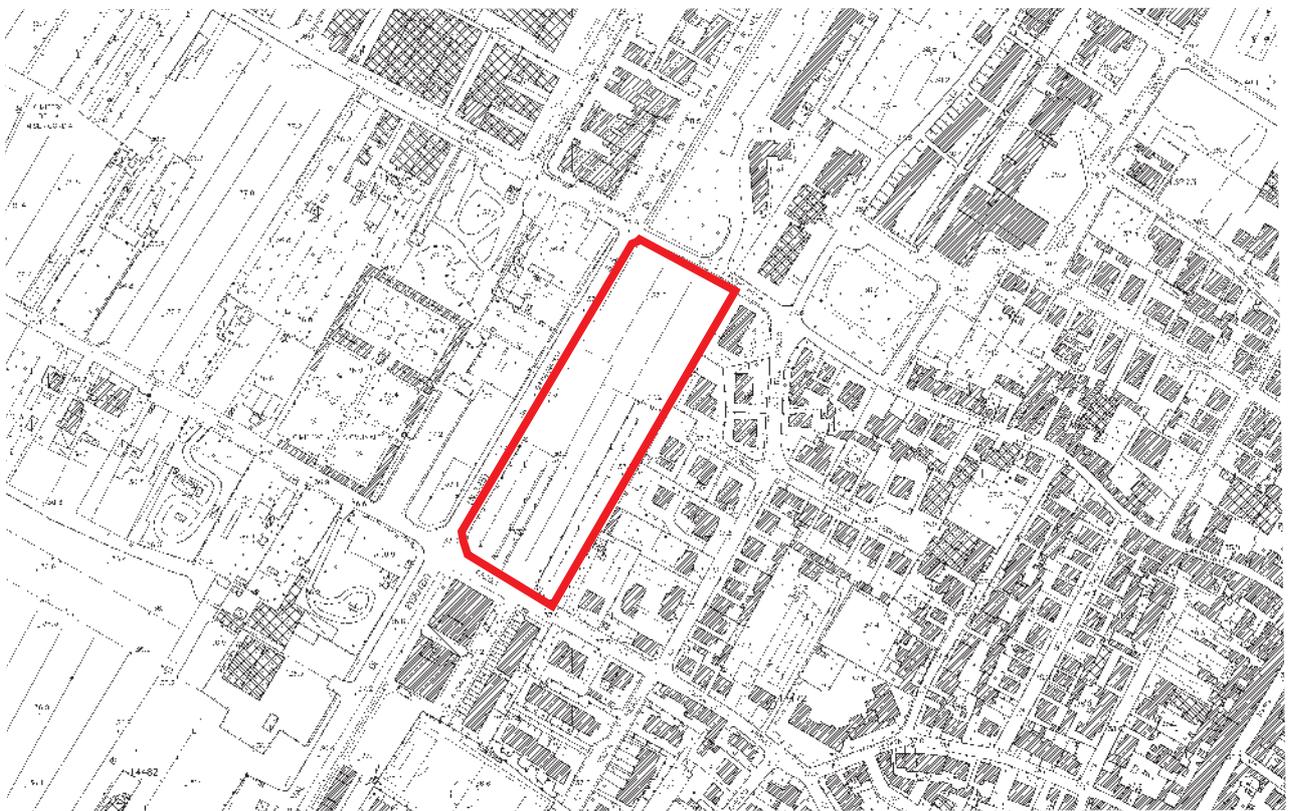


APPENDICE I

ELABORATI GRAFICI RICHIAMATI NEL TESTO



Stralcio Carta d'Italia I.G.M. - scala 1:25.000



Stralcio C.T.R. Toscana - scala 1:5.000

Fig.1 - Ubicazione dell'area in esame

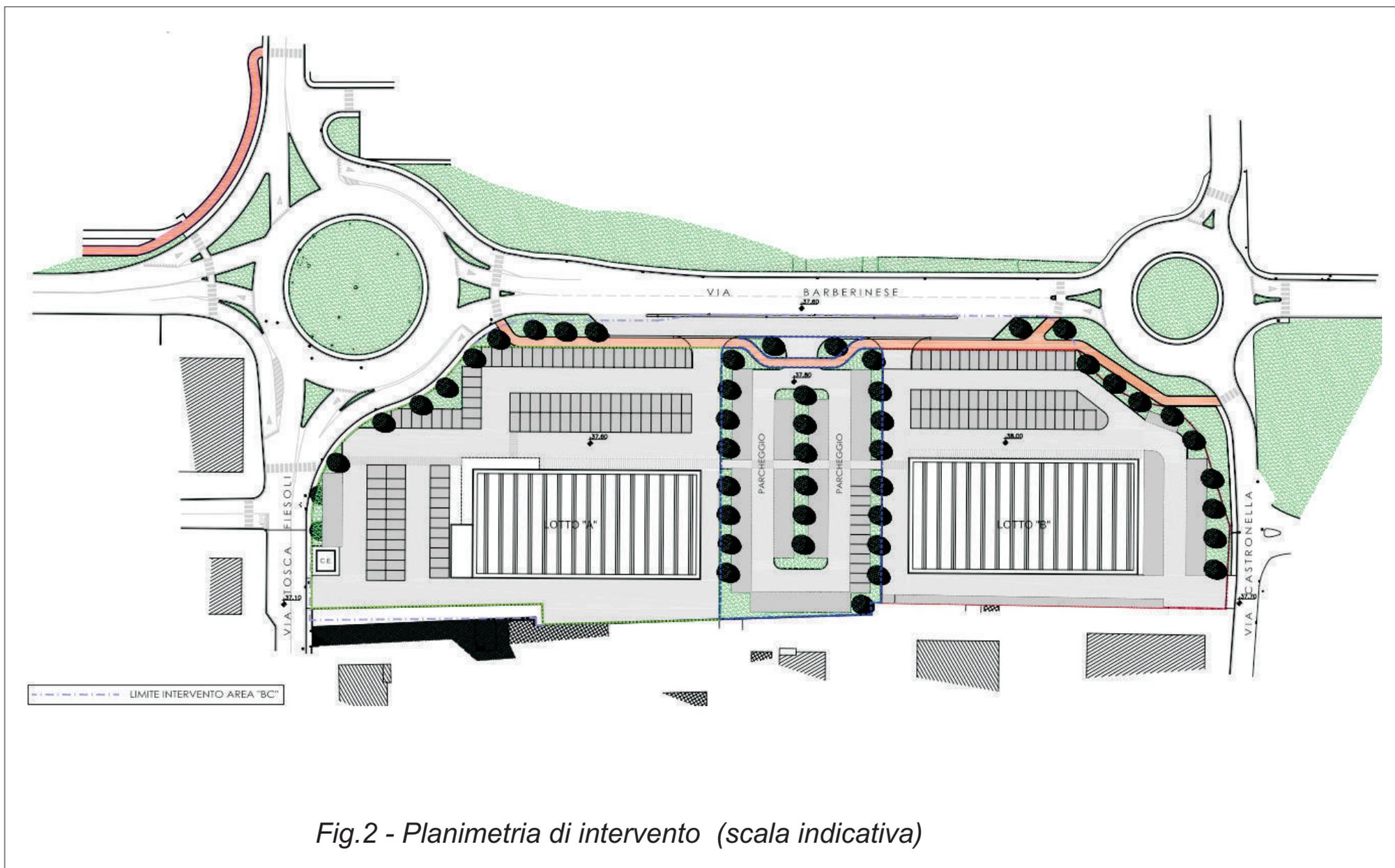


Fig.2 - Planimetria di intervento (scala indicativa)



Autorita' di Bacino Fiume Arno

Piano di bacino del fiume Arno
(legge 18 maggio 1989, n. 183)

Stralcio: "Rischio Idraulico"

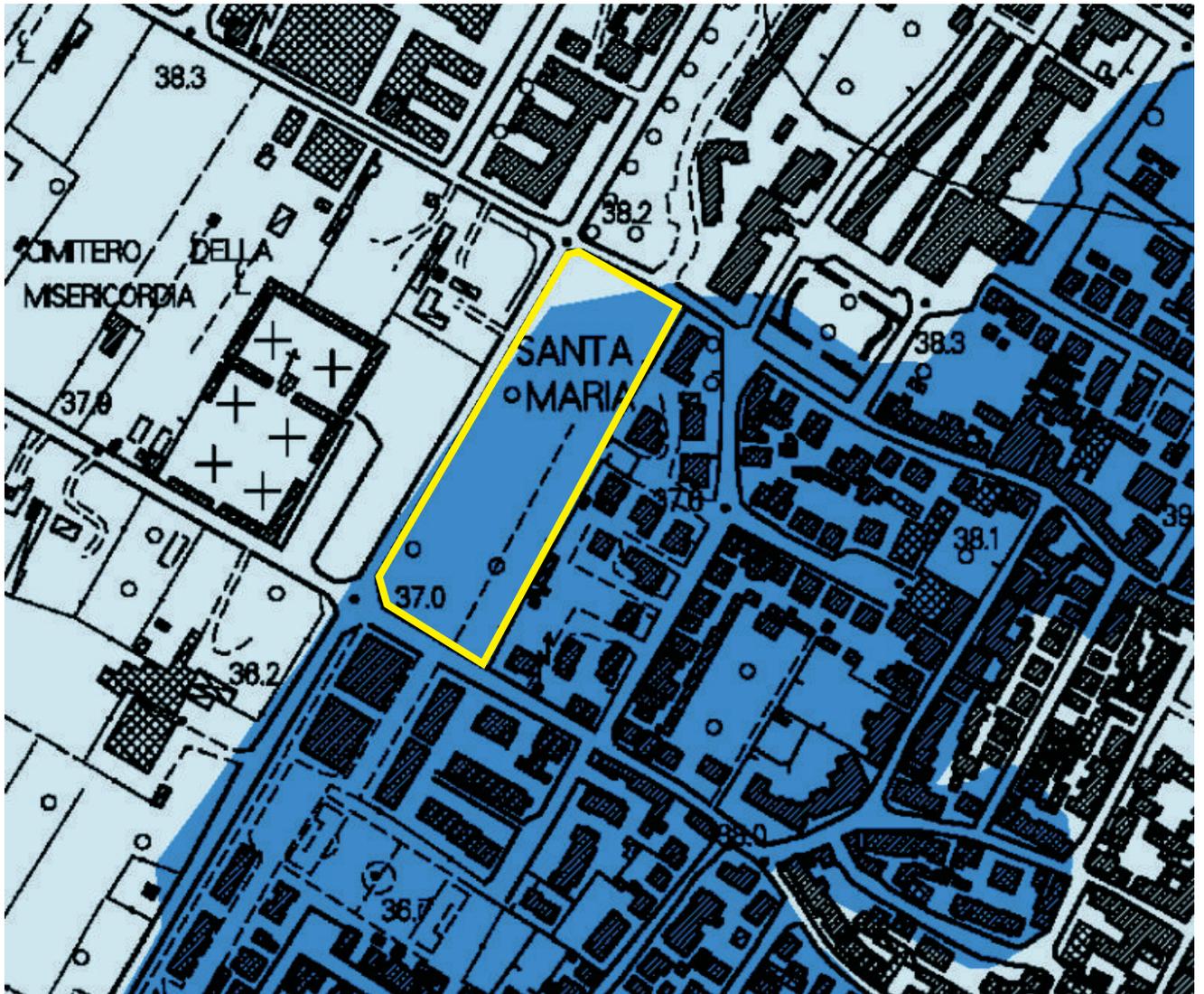
Carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966 - 1999)

-  Aree interessate da inondazioni ricorrenti.
-  Aree interessate da inondazioni eccezionali.
-  Aree interessate da inondazioni durante gli eventi alluvionali degli anni 1991 - 1992 - 1993.

La presente cartografia alla scala 1:25.000 interessa gli stralci n:

8 9 10 11 14 15 16 18 19 20 21 23 24 25 26 27 28 29
30 31 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 46 47 48 49 50 51
52 53 54 55 56 57 58 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 71
72 73 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90
91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 108 109
110 111 112 113 114 115 119 120 121 122 123 124 127 128 129 132 133 136
137 138 139 140 141 142 145 146 147 148 149 152 153 154 155 158 159 160
162 163 166 167 170 171

Figura 3 (scala indicativa)



Reticolo_principale

Blue Line

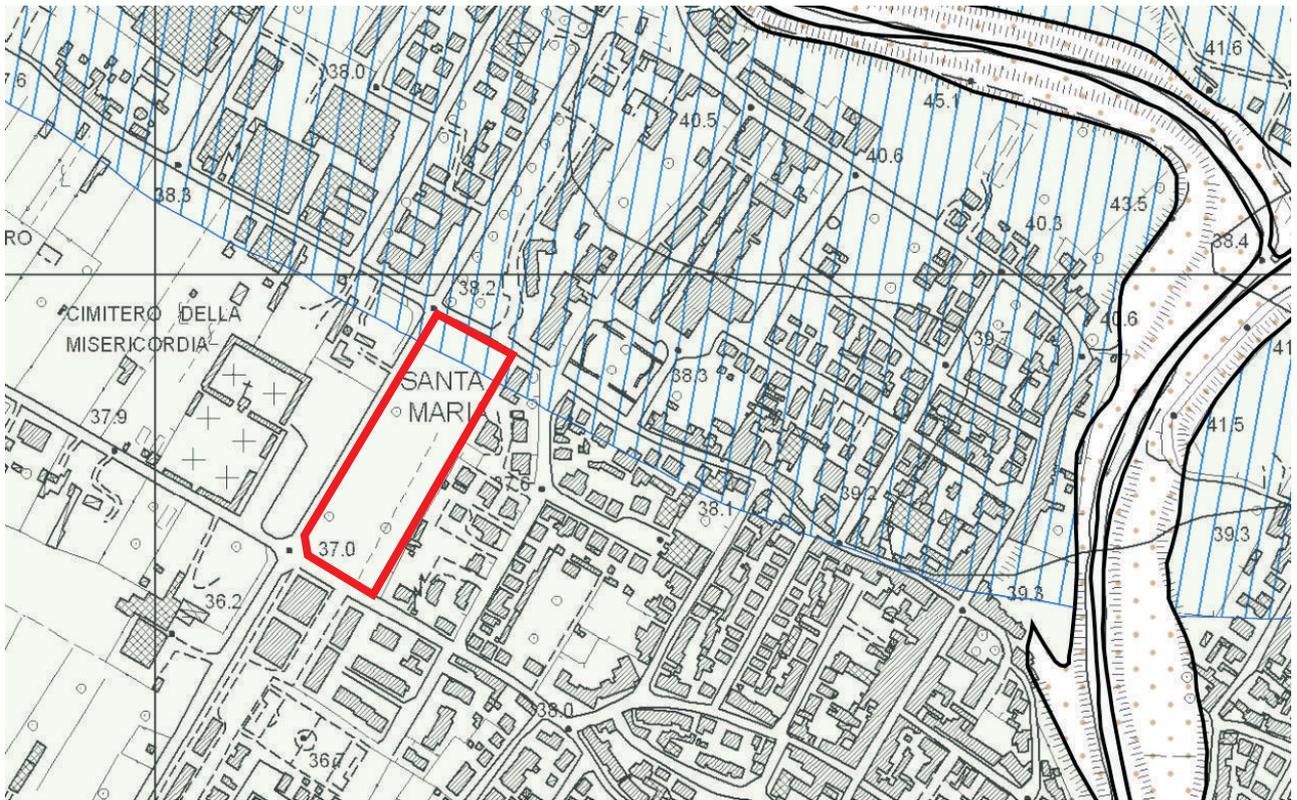
pericolosità_alluvioni_fluviali

P1 - pericolosità bassa

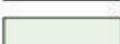
P2 - pericolosità media

P3 - pericolosità elevata

Fig.4 - Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, adottato (scala indicativa)



DEPOSITI OLOCENICI

	h1	Depositi antropici Discariche per inerti e rifiuti solidi
	h5	Depositi antropici Terreni di riporto, bonifica per colmata
	b	Depositi alluvionali attuali
	bna1,2...n	Depositi alluvionali terrazzati
	bna1,2...n (LA)	Depositi alluvionali terrazzati

SISTEMA DI FI-PO-PT

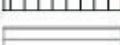
	FPT2	SUBSISTEMA DELLE CONOIDI DI CHIUSURA Pliocene sup. - Pleistocene inf.
		Area non rilevabile
		Contatto stratigrafico
		Contatto stratigrafico inconforme
		Contatto con area non rilevabile
		Cava inattiva
		Traccia di alveo fluviale abbandonato
		Conoide alluvionale e da debris flow
		Lago di cava o di miniera
		Cassa di espansione delle piene

Fig.5 - Carta geologica (Progetto C.A.R.G. Toscana - scala indicativa)



COMUNE DI CAMPI BISENZIO
PROVINCIA DI FIRENZE



PROGETTO:

AGGIORNAMENTO DEGLI STRUMENTI URBANISTICI
DEL COMUNE DI CAMPI BISENZIO

OGGETTO:

CARTA DEI LIVELLI TR=200 ANNI
IN AGGIORNAMENTO AL P.A.I.
DELL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO
(Decreto 106/2007 e Decreto 09/2010)

IL TECNICO INCARICATO:



CONSORZIO DI BONIFICA AREA FIORENTINA
Servizio Tecnico
Via Cavour, 81
50129 - FIRENZE

I CONSULENTI:



Via Bonifacio Lupi, 1
50129 - Firenze
Dott. Ing. David Settesoldi
Dott. Ing. Michele Catella

TAVOLA:

06

SCALA:

1: 10000

NOME FILE:

Tavola_06.pdf

ELABORAZIONE:

GIUGNO 2011

REV:

00

DESCRIZIONE MODIFICHE:



Legenda

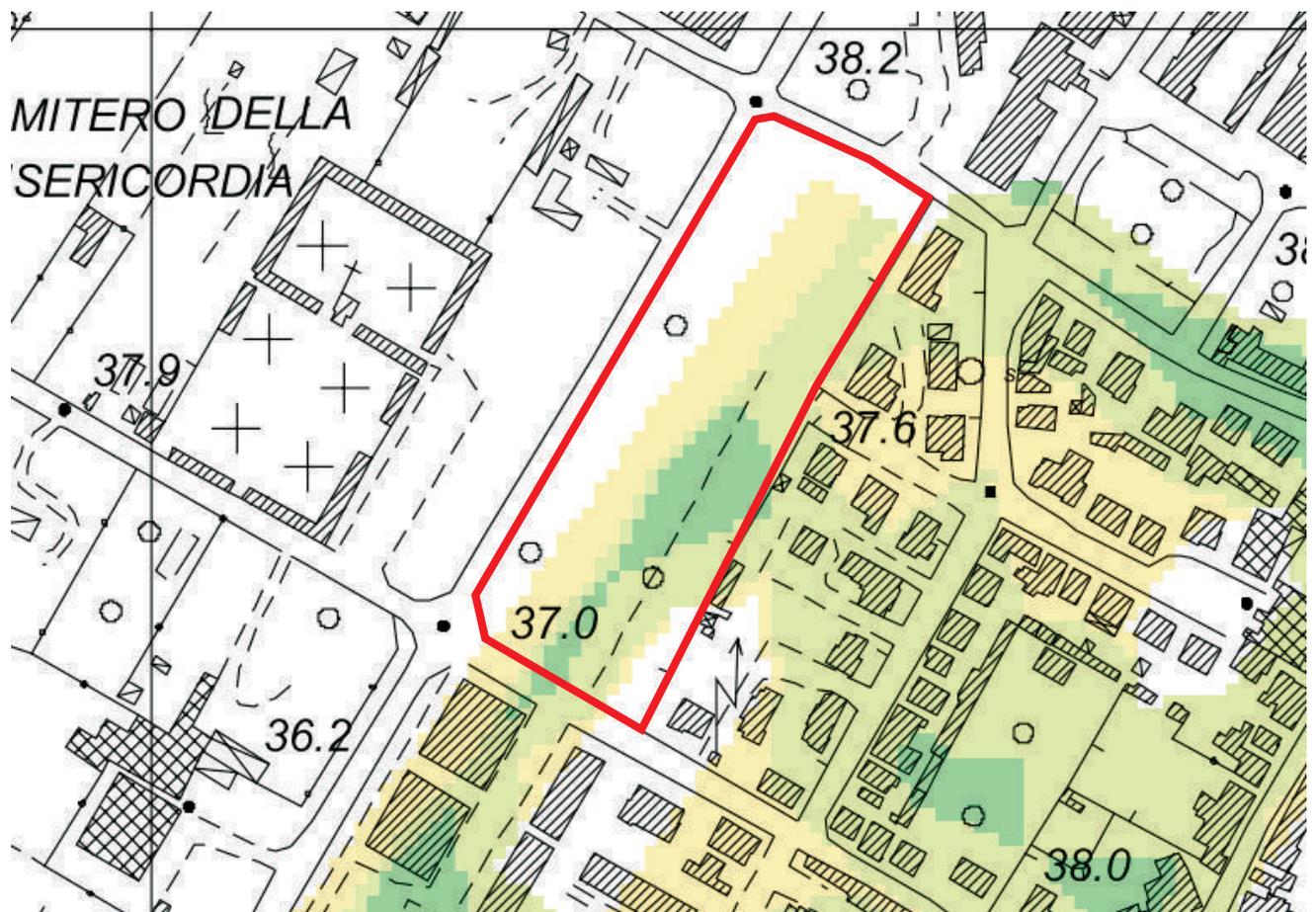
Limite Comune

Quote livello per TR 200 anni (m slm)

Quota livello

Aree esondate per TR 200 anni

Figura 7
(scala indicativa)



COMUNE DI CAMPI BIENZIO
PROVINCIA DI FIRENZE



PROGETTO:

AGGIORNAMENTO DEGLI STRUMENTI URBANISTICI
DEL COMUNE DI CAMPI BIENZIO

OGGETTO:

CARTA DEI BATTENTI IDRAULICI TR=200 ANNI
IN AGGIORNAMENTO AL P.A.I.
DELL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO
(Decreto 106/2007 e Decreto 09/2010)

IL TECNICO INCARICATO:

CONSORZIO DI BONIFICA
AREA FIORENTINA
CONSORZIO DI BONIFICA AREA FIORENTINA
Servizio Tecnico
Via Cavour, 81
50129 - FIRENZE

I CONSULENTI:

PHYSIS
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE
Via Bonifacio Lupi, 1
50129 - Firenze
Dott. Ing. David Settesoldi
Dott. Ing. Michele Catala

TAVOLA:

03

SCALA:

1: 10000

NOME FILE:

Tavola_03.pdf

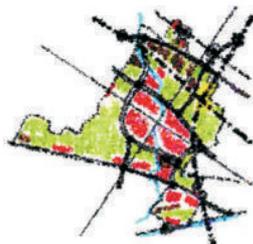
ELABORAZIONE:

GIUGNO 2011

REV.:

00

DESCRIZIONE MODIFICHE:



Legenda

Limiti Comunali

Battenti di esondazione (m)

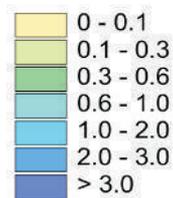


Figura 8
(scala indicativa)

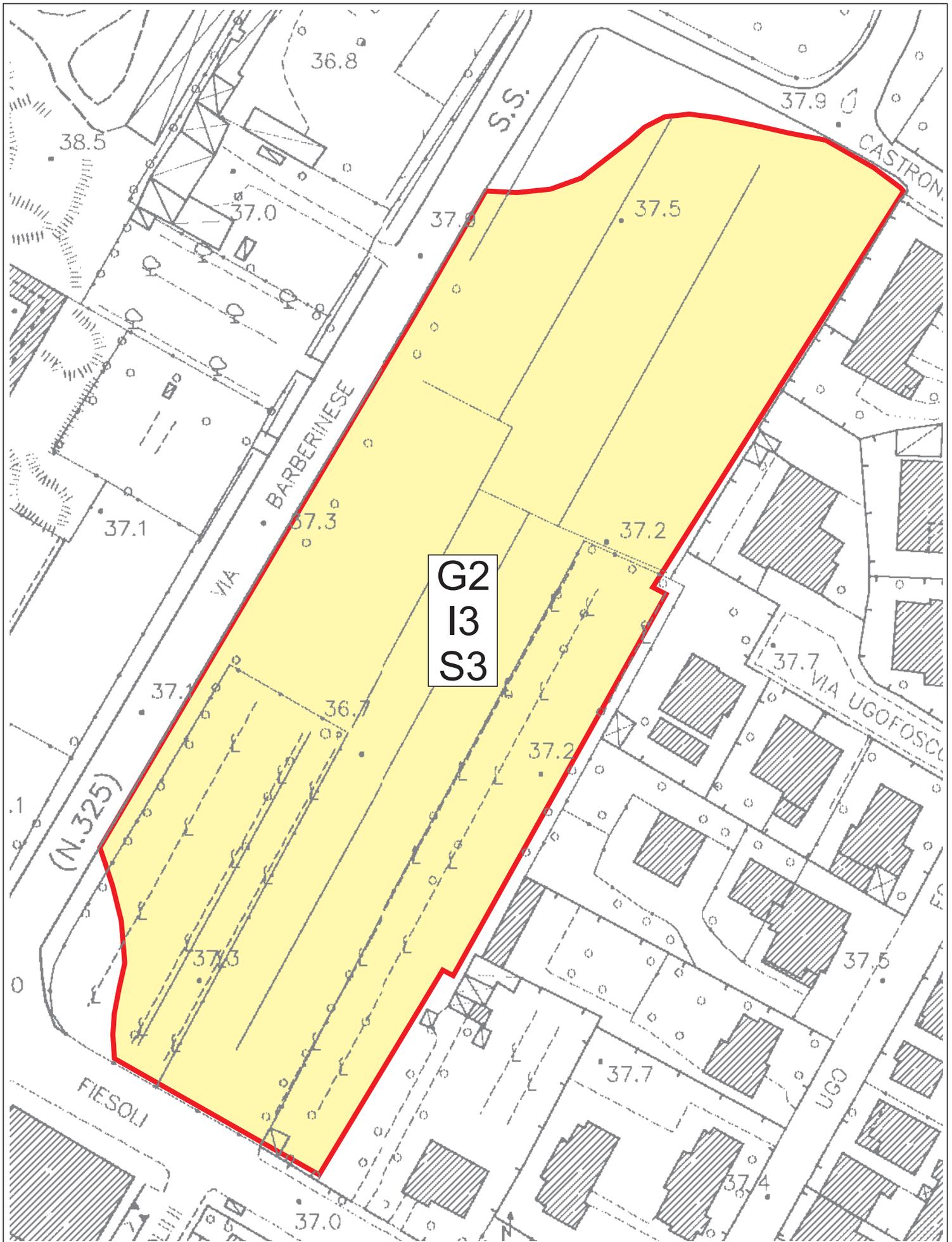


Fig.10 - Carta delle pericolosità previste dal DPGR 53R/2011 (scala 1:1.000)

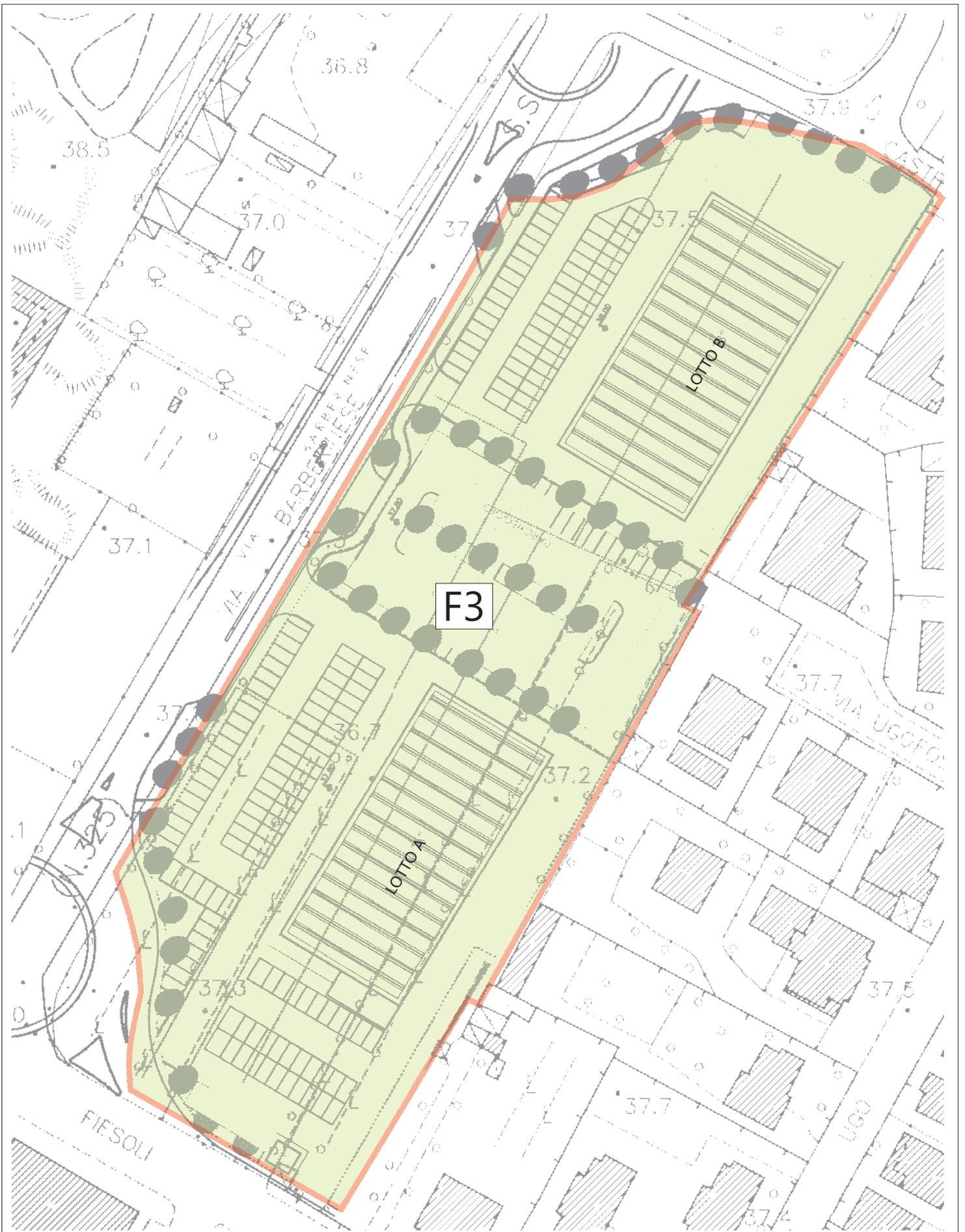
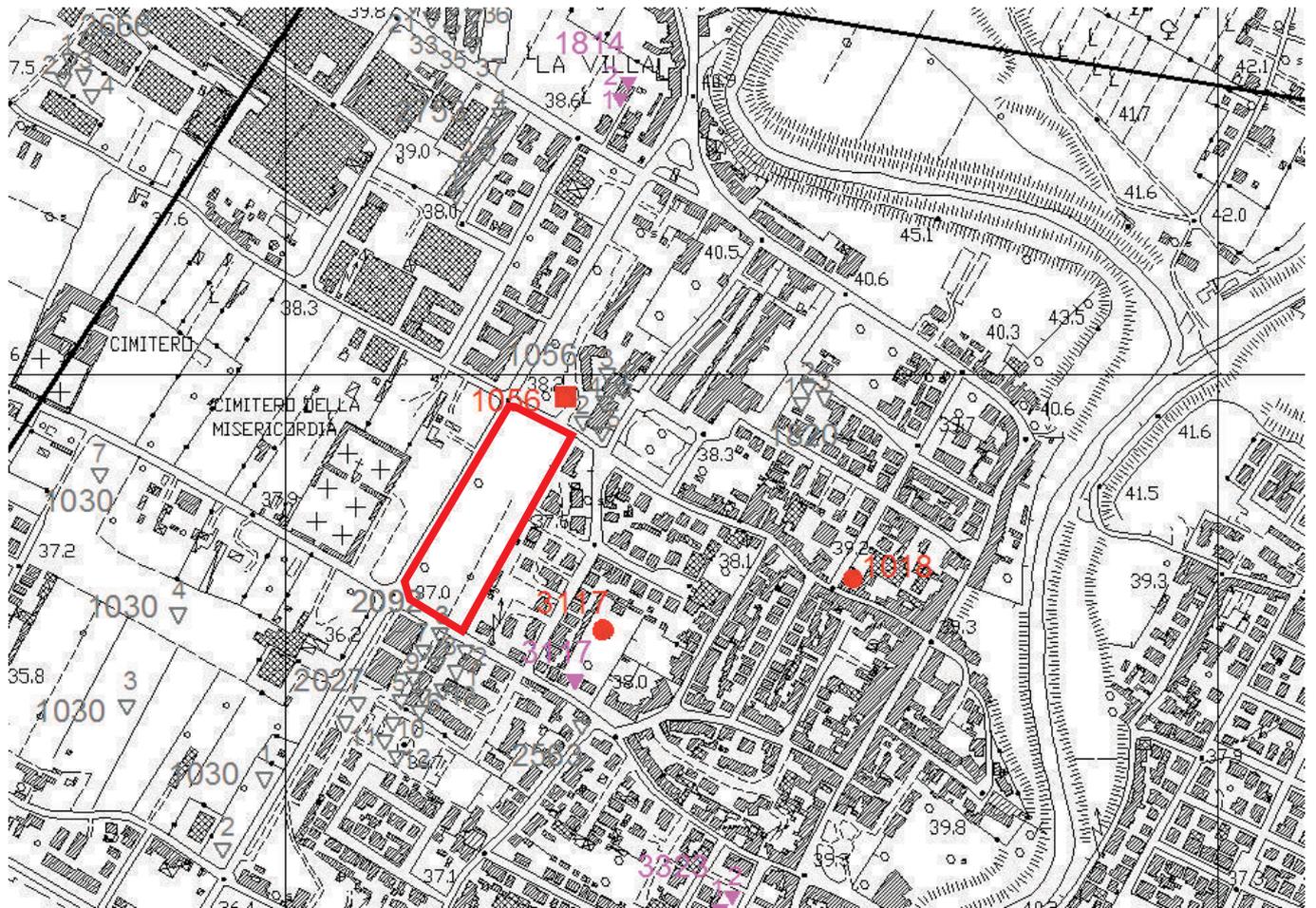


Fig.10 - Carta della fattibilità (scala 1:1.000)

APPENDICE II

STRALCI CARTOGRAFIE TEMATICHE DI PRG



Comune di Campi Bisenzio
 Provincia di Firenze

P. R. G. 2000 PIANO STRUTTURALE

Ufficio P.R.G. - Progettista Arch. Pietro Pasquale Felice

Tema
Indagini geologico-tecniche e idrauliche

A cura di Geol. Roberto Neroni	Collaboratori Geol. Enrico Neroni Geol. Tosca Simonti Dott. Gabriele Cortini	Tiratura firme
Elaborazione 10-1	Titolo Carta geologica, litotecnica, dei sondaggi e dei dati di base	Scala 1:10.000

Legenda

a DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI E ATTUALI:
 depositi fluviali costituiti da sedimenti a granulometria variabile da argille e limi a sabbie e ghiaie. In superficie prevalgono sedimenti fini da argille limose a limi sabbiosi. (Olocene)

1057 ● sondaggio geognostico

2083 ■ saggio geognostico

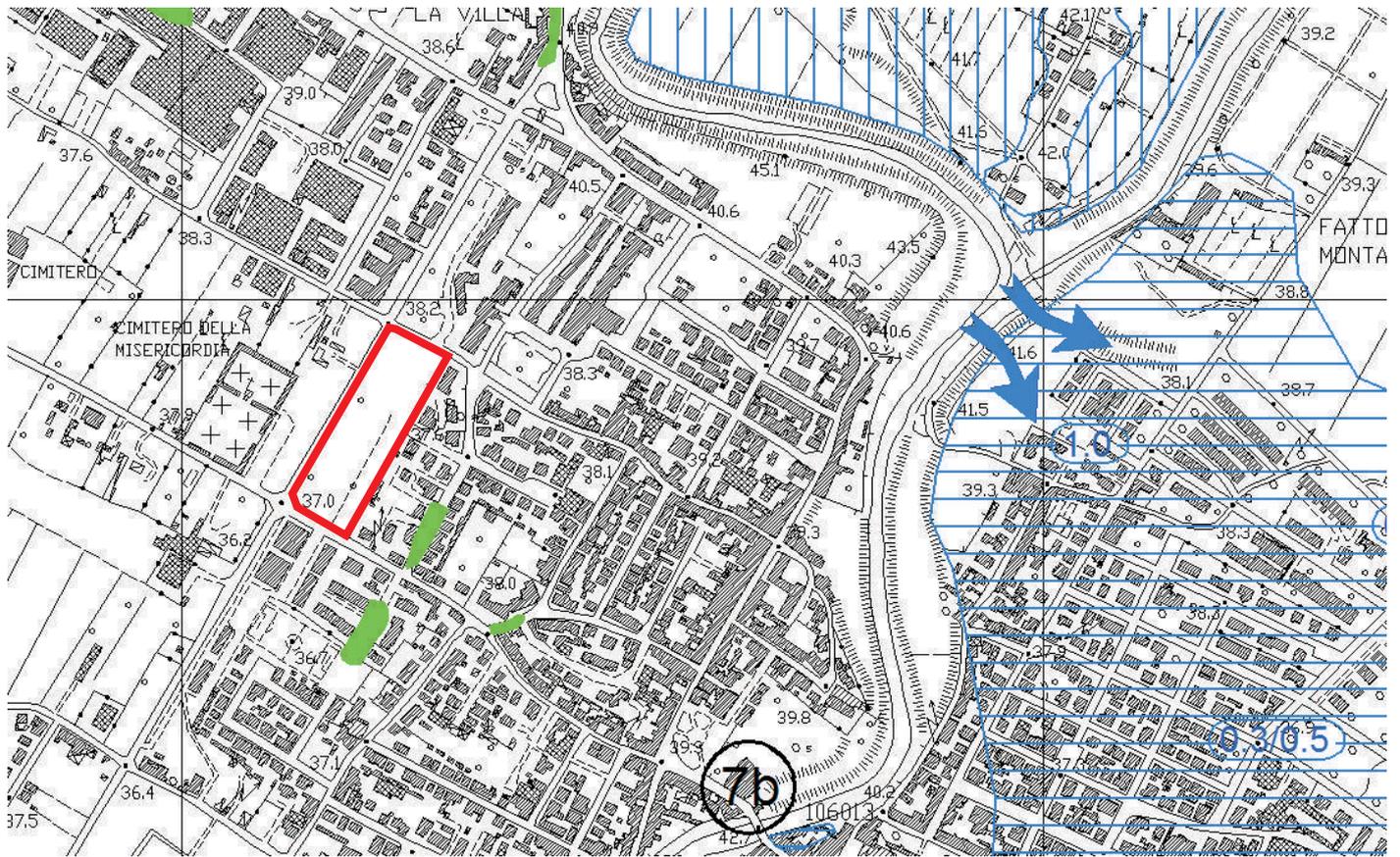
1044 ▽ penetrometria statica

1064 ♀ penetrometria dinamica

A18 ■ stratigrafia di pozzo uso acquedottistico

B — B' traccia di sezione

Tavola 1 (scala indicativa)



Comune di Campi Bisenzio
 Provincia di Firenze

P. R. G. 2000 PIANO STRUTTURALE
 Ufficio P.R.G. - Progettista Arch. Pietro Pasquale Felice

Tema
Indagini geologico-tecniche e idrauliche

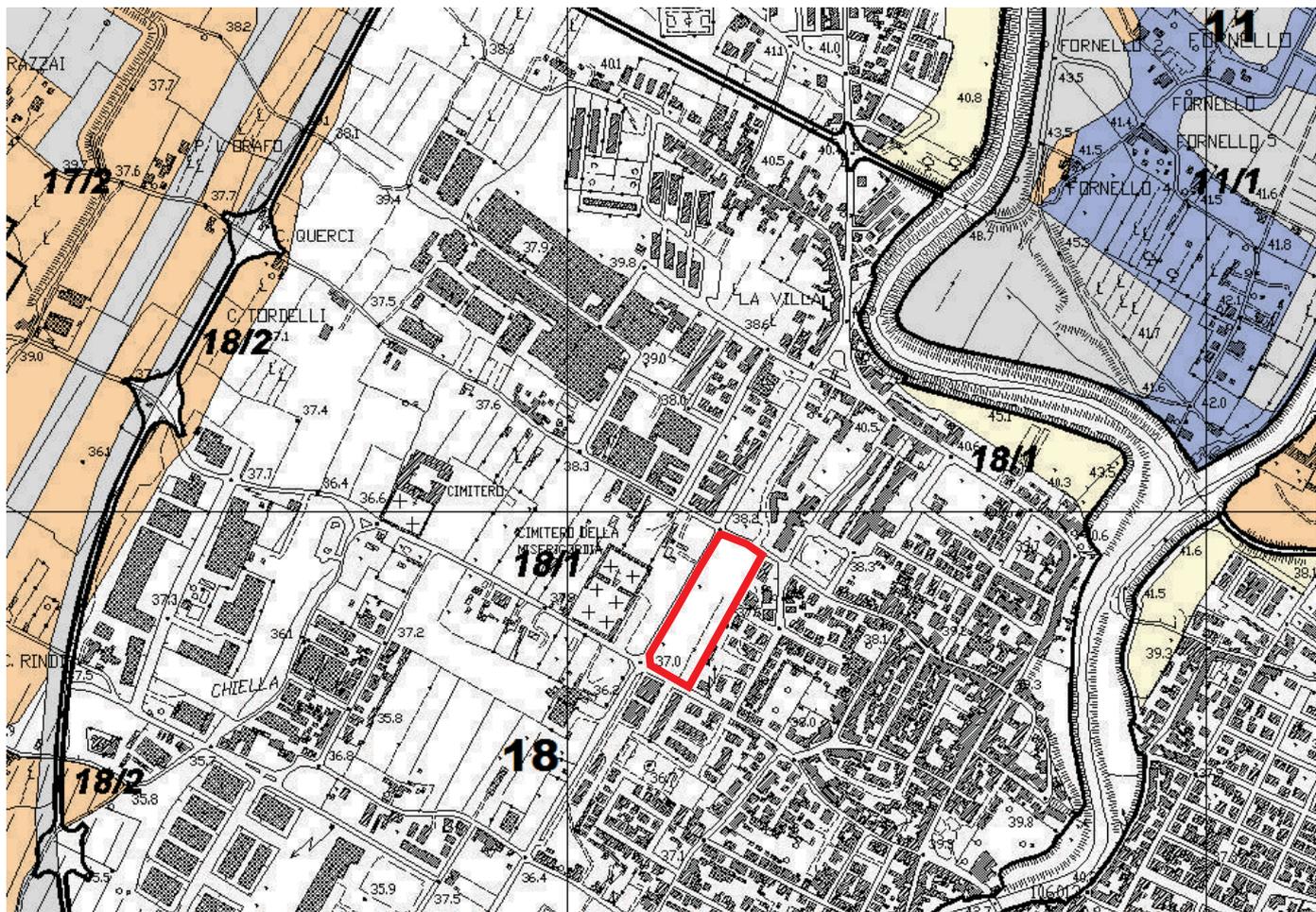
A cura di Geol. Roberto Neroni	Collaboratori Geol. Enrico Neroni Ing. Andrea Sorbi	Tiratura finita
Elaborato N. 10-7	Titolo Carta delle aree inondate ed a difficoltà di drenaggio dal '91 al '99	Scala 1:10.000

Legenda

- aree inondate nel '91
- aree inondate nel '92
- aree inondate nel '93
- altezza dell'acqua in metri dal piano campagna
- punti di tracimazione
- punti di occlusione
- aree con difficoltà di allontanamento delle acque superficiali, ristagni, ecc. (da dati storici)
- aree con difficoltà di smaltimento per insufficienza della fognatura (da verifiche idrauliche)

- 1 area interessata da fenomeni di allagamento durante il 1992 e, in maniera minore, nel 1991 per rottura degli argini del torrente Marimella, in territorio di Calenzano, e insufficiente rete di scolo
- 2 area interessata da fenomeni di allagamento durante l'autunno 1993 per tracimazione dell'argine sinistro del torrente Marina, dovuto all'occlusione della luce del ponte di via A. Einstein
- 3 area interessata da fenomeni di allagamento, durante l'autunno 1991, per tracimazione della Gora de' Lupi e insufficiente rete di scolo
- 4 area interessata da fenomeni di allagamento, durante il 1991 e 1992, per insufficiente rete di scolo e tracimazione del fosso Vioce
- 5 area interessata da fenomeni di allagamento, durante l'autunno 1992, per insufficiente rete di scolo e tracimazione del fosso Vingone
- 6 area interessata da fenomeni di allagamento, negli anni 1991 e 1992, per insufficiente rete di scolo verso il fosso di Piano in territorio di Bigna
- 7 area interessata da fenomeni di allagamento, nel novembre 1991, per rottura dell'argine sinistro del torrente Bisenzio in via di Fornello e, per la parte orientale dell'area, conseguente difficoltà di drenaggio
- 7b area interessata da fenomeni di allagamento, nel novembre 1991, per inondazione di fetta delle acque del torrente Bisenzio attraverso le aperture presenti lungo il fiume
- 8 area interessata da fenomeni di allagamento, nell'autunno 1992, per tracimazione dell'argine destro del canale Marimella e del fosso di Gavino (o Gavina)
- 9 area interessata da fenomeni di allagamento, durante il 1992, per tracimazione dell'argine destro del torrente Marimella, dovuta all'occlusione della luce del ponte della ferrovia

Tavola 3 (scala indicativa)

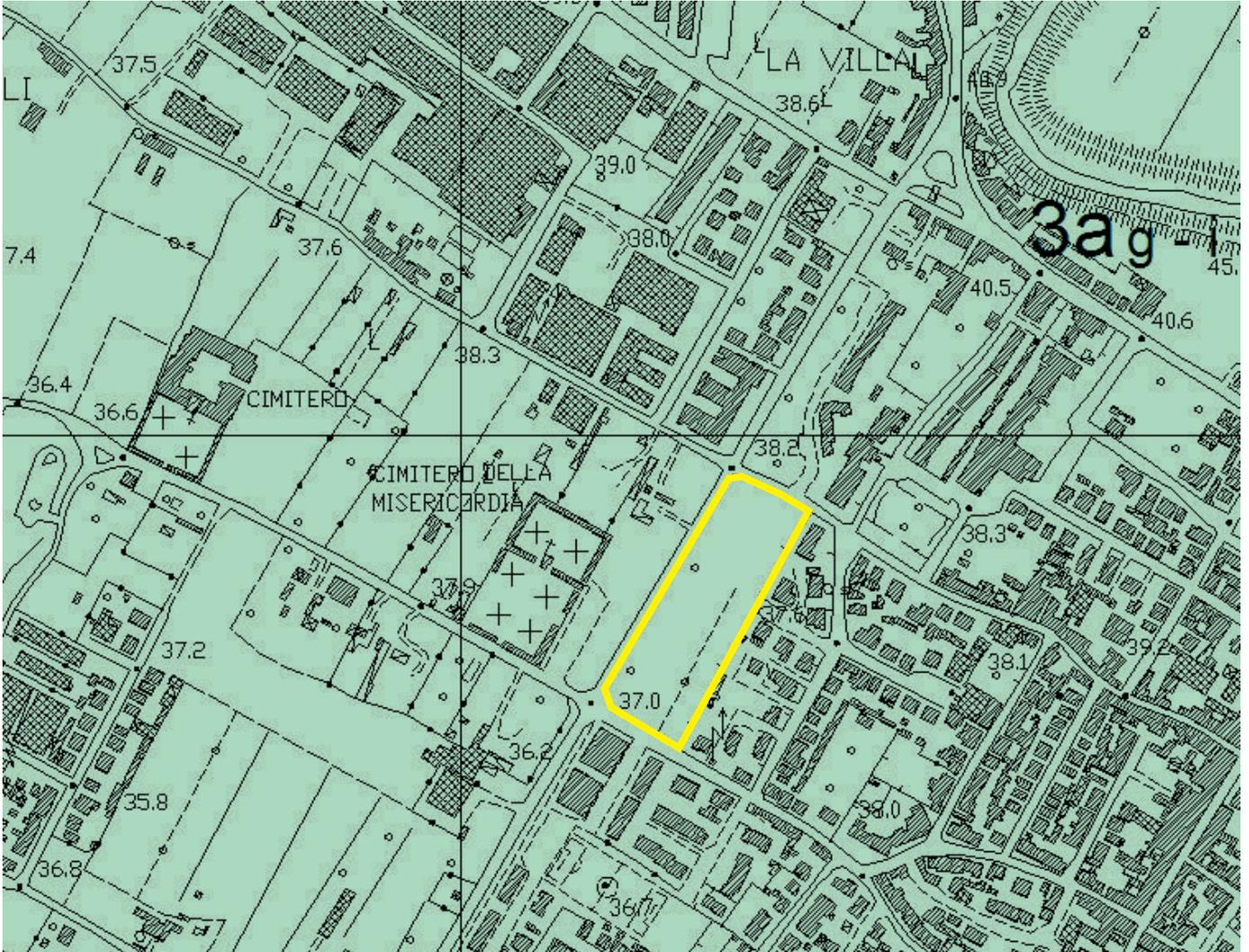


 <p>Comune di Campi Bisenzio Provincia di Firenze P. R. G. 2000 PIANO STRUTTURALE Ufficio P.R.G. - Progettista Arch. Pietro Pasquale Felice</p>		
		
<p>Indagini geologico-tecniche e idrauliche</p>		
<p>Autore Geol. Roberto Neroni</p>	<p>Collaboratori Geol. Ezio Neroni Ing. Andrea Scotti</p>	<p>Scale</p>
<p>Numero 10-19 Rev. 02/2003</p>	<p>Titolo Interventi e tempistiche per la mitigazione del rischio idraulico</p>	<p>Scala 1:10.000</p>

Legenda

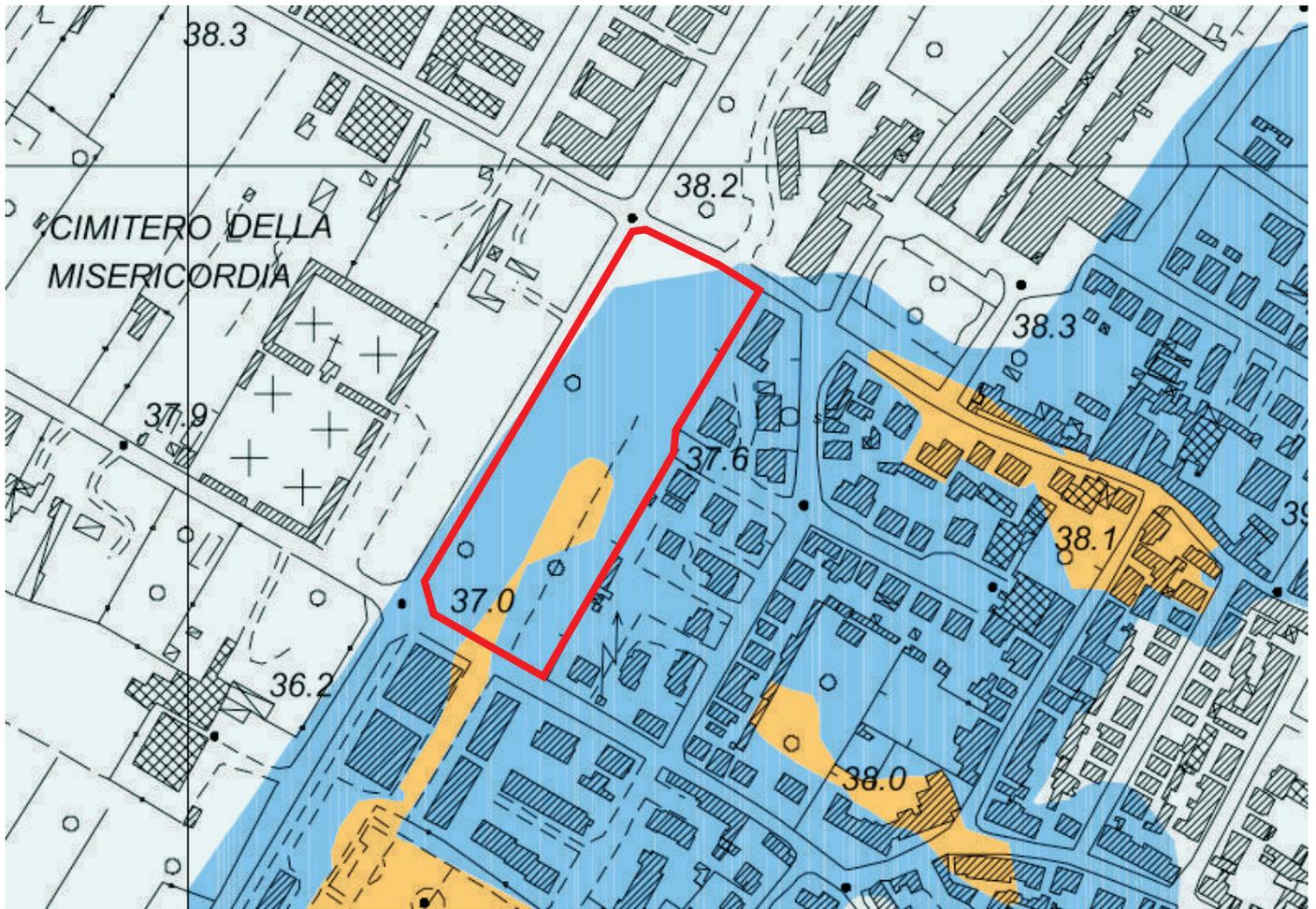
	aree attualmente in sicurezza idraulica
	aree attualmente in sicurezza idraulica ricadenti in aree sensibili (art. 3 PTCP)
	aree previste in sicurezza idraulica in medio termine
	aree previste in sicurezza idraulica in lungo termine
	aree previste in sicurezza idraulica in lunghissimo termine
	aree non disponibili a fini edilizi <small>N.B. non sono state evidenziato le fasce di rispetto di 10 m dei corsi d'acqua</small>
18	identificativo aree di analisi
18/2	identificativo sottozone delle aree di analisi

Tavola 4 (scala indicativa)



 <p>Comune di Campi Bisenzio Provincia di Firenze</p>		
<p>P. R. G. 2000 PIANO STRUTTURALE</p> <p>Ufficio P.R.G. - Progettista Arch. Pietro Pasquale Felice</p>		
		
<p>Tema</p> <p>Indagini geologico-tecniche e idrauliche</p>		
A cura di	Collaboratori	Tiratura firme
Geol. Roberto Neroni	Geol. Enrico Neroni	
Elaborazione	Titolo	Scala
10-13	Carta della pericolosità geologica e idrogeologica	1:10.000

Legenda	
2	Pericolosità bassa
3a	Pericolosità medio - bassa
3b	Pericolosità medio - alta
4	Pericolosità alta
<small>g - di natura geologica i - di natura idrogeologica</small>	
<p>Tavola 5 <i>(scala indicativa)</i></p>	



COMUNE DI CAMPI BISENZIO
PROVINCIA DI FIRENZE



PROGETTO:

AGGIORNAMENTO DEGLI STRUMENTI URBANISTICI
DEL COMUNE DI CAMPI BISENZIO

OGGETTO:

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA
IN AGGIORNAMENTO AL P.A.I.
DELL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO
(Decreto 106/2007 e Decreto 09/2010)

IL TECNICO INCARICATO:



CONSORZIO DI BONIFICA AREA FIORENTINA
Servizio Tecnico
Via Cavour, 81
50129 - FIRENZE

I CONSULENTI:



Via Bonifacio Lupi, 1
50129 - Firenze
Dott. Ing. David Settesoldi
Dott. Ing. Michela Caleffi

TAVOLA:

07

SCALA:

1:10000

NOME FILE:

Tavola_07.pdf

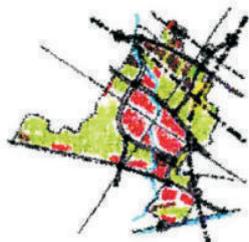
ELABORAZIONE:

GIUGNO 2011

REV:

00

DESCRIZIONE MODIFICHE:



Legenda

 Limite Comune

Pericolosità idraulica

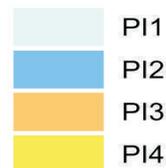
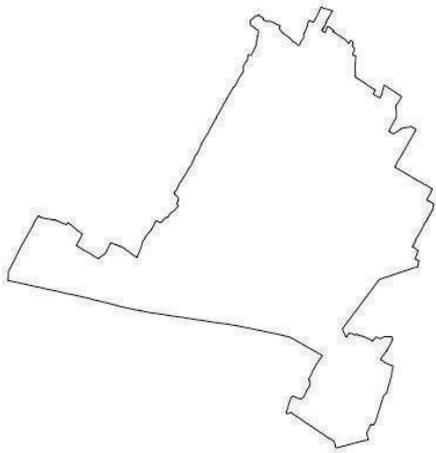


Tavola 6
(scala indicativa)



**COMPARTO
IN ESAME**

 <p>Comune di Campi Bisenzio Provincia di Firenze</p>	
<p>P.R.G. 2004 - Regolamento Urbanistico</p>	
<p>Ufficio di P.R.G.-Progettista: Arch. Pietro Pasquale FELICE</p>	
	
<p>Tema: C - Indagine di compatibilità e fattibilità geologico-idraulica</p> <p>Richiesta integrazioni dell'U.R.T.T. di Firenze (Prot. 195 64/124/47/05 del 22 febbraio 2005)</p>	<p>Data: Aprile 2005</p>
<p>Tav. n°: C/29</p>	<p>Titolo: Carta dei battenti idraulici e dei volumi compensativi</p> <p>Scala: 1:10.000</p>
<p>A cura di: Geol. Roberto NERONI</p>	<p>Collaboratori: Geol. Enrico Neroni Ing. Andrea Sorbi Dott. Anna Sicuro</p>

Legenda

-  Celle del modello idraulico relative alle inondazioni del Fiume Arno e dei suoi affluenti sino al rigurgito
- 37.71** Quote assolute in metri sim relative alle inondazioni duecentennali del Fiume Arno e dei suoi affluenti sino al rigurgito
- 36.42** Quote assolute in metri sim relative alle inondazioni centennali del Fiume Arno e dei suoi affluenti sino al rigurgito
-  Celle del modello idraulico relative alle inondazioni del Torrente Bisenzio e dei suoi principali affluenti
- 41.99** Quote assolute in metri sim relative alle inondazioni duecentennali del Torrente Bisenzio e dei suoi principali affluenti
- 41.77** Quote assolute in metri sim relative alle inondazioni centennali del Torrente Bisenzio e dei suoi principali affluenti
-  Superfici soggette a trasformazione morfologica con schede di fattibilità specifiche
-  Perimetri aree di completamento
-  Perimetri parcheggi di progetto
-  Viabilità di progetto
-  Casse di compensazione

n.b.: Le celle idrauliche del T. Ombrone, presenti nella parte occidentale del territorio comunale, non sono riportate poiché i battenti idraulici risultano sempre inferiori a quelli dell'Arno e del Bisenzio. I corsi d'acqua della rete acque basse (p.e. il Torrente Vingone-Lupo) non sono stati specificatamente studiati dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno e quindi le loro inondazioni non risultano computate.

Tavola 7 (scala indicativa)

APPENDICE III

INDAGINI GEOGNOSTICHE

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Castronella - Campi Bisenzio (FI)
 - note : Piezometro

- data : 30/06/2016
 - 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	----	----	--	1,73	----	5,20	41,0	81,0	41,0	2,67	15,0
0,40	25,0	51,0	25,0	1,00	25,0	5,40	38,0	78,0	38,0	2,27	17,0
0,60	37,0	52,0	37,0	2,13	17,0	5,60	37,0	71,0	37,0	2,20	17,0
0,80	30,0	62,0	30,0	2,27	13,0	5,80	37,0	70,0	37,0	2,27	16,0
1,00	27,0	61,0	27,0	2,13	13,0	6,00	35,0	69,0	35,0	2,13	16,0
1,20	23,0	55,0	23,0	2,20	10,0	6,20	32,0	64,0	32,0	2,27	14,0
1,40	16,0	49,0	16,0	1,73	9,0	6,40	37,0	71,0	37,0	2,87	13,0
1,60	15,0	41,0	15,0	1,60	9,0	6,60	39,0	82,0	39,0	3,07	13,0
1,80	14,0	38,0	14,0	1,40	10,0	6,80	39,0	85,0	39,0	2,73	14,0
2,00	16,0	37,0	16,0	1,47	11,0	7,00	37,0	78,0	37,0	2,73	14,0
2,20	21,0	43,0	21,0	1,87	11,0	7,20	34,0	75,0	34,0	2,40	14,0
2,40	22,0	50,0	22,0	2,07	11,0	7,40	30,0	66,0	30,0	2,33	13,0
2,60	22,0	53,0	22,0	2,07	11,0	7,60	35,0	70,0	35,0	2,33	15,0
2,80	25,0	56,0	25,0	2,20	11,0	7,80	36,0	71,0	36,0	1,87	19,0
3,00	27,0	60,0	27,0	2,13	13,0	8,00	36,0	64,0	36,0	2,27	16,0
3,20	27,0	59,0	27,0	1,93	14,0	8,20	31,0	65,0	31,0	2,13	15,0
3,40	30,0	59,0	30,0	2,00	15,0	8,40	38,0	70,0	38,0	2,20	17,0
3,60	29,0	59,0	29,0	1,87	16,0	8,60	38,0	71,0	38,0	2,27	17,0
3,80	28,0	56,0	28,0	1,87	15,0	8,80	38,0	72,0	38,0	2,33	16,0
4,00	30,0	58,0	30,0	1,93	16,0	9,00	40,0	75,0	40,0	2,53	16,0
4,20	32,0	61,0	32,0	2,13	15,0	9,20	34,0	72,0	34,0	2,13	16,0
4,40	30,0	62,0	30,0	2,33	13,0	9,40	31,0	63,0	31,0	2,40	13,0
4,60	36,0	71,0	36,0	2,40	15,0	9,60	30,0	66,0	30,0	2,20	14,0
4,80	41,0	77,0	41,0	3,33	12,0	9,80	34,0	67,0	34,0	2,33	15,0
5,00	36,0	86,0	36,0	2,67	13,0	10,00	40,0	75,0	40,0	-----	----

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Castronella - Campi Bisenzio (FI)
 - note :

- data : 30/06/2016
 - 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	----	----	--	1,00	----	5,20	29,0	56,0	29,0	1,80	16,0
0,40	29,0	44,0	29,0	1,07	27,0	5,40	36,0	63,0	36,0	2,07	17,0
0,60	31,0	47,0	31,0	1,67	19,0	5,60	33,0	64,0	33,0	2,13	15,0
0,80	26,0	51,0	26,0	1,80	14,0	5,80	33,0	65,0	33,0	1,87	18,0
1,00	18,0	45,0	18,0	1,13	16,0	6,00	28,0	56,0	28,0	1,93	14,0
1,20	17,0	34,0	17,0	1,60	11,0	6,20	30,0	59,0	30,0	2,27	13,0
1,40	15,0	39,0	15,0	1,27	12,0	6,40	31,0	65,0	31,0	2,07	15,0
1,60	14,0	33,0	14,0	1,13	12,0	6,60	32,0	63,0	32,0	2,20	15,0
1,80	14,0	31,0	14,0	1,20	12,0	6,80	26,0	59,0	26,0	1,60	16,0
2,00	14,0	32,0	14,0	1,07	13,0	7,00	26,0	50,0	26,0	2,00	13,0
2,20	16,0	32,0	16,0	1,33	12,0	7,20	22,0	52,0	22,0	1,47	15,0
2,40	19,0	39,0	19,0	1,60	12,0	7,40	22,0	44,0	22,0	1,33	16,0
2,60	20,0	44,0	20,0	1,80	11,0	7,60	21,0	41,0	21,0	1,60	13,0
2,80	25,0	52,0	25,0	1,80	14,0	7,80	19,0	43,0	19,0	1,00	19,0
3,00	28,0	55,0	28,0	1,93	14,0	8,00	21,0	36,0	21,0	1,00	21,0
3,20	27,0	56,0	27,0	1,87	14,0	8,20	19,0	34,0	19,0	0,87	22,0
3,40	26,0	54,0	26,0	1,73	15,0	8,40	17,0	30,0	17,0	0,80	21,0
3,60	26,0	52,0	26,0	1,60	16,0	8,60	14,0	26,0	14,0	0,87	16,0
3,80	27,0	51,0	27,0	1,60	17,0	8,80	15,0	28,0	15,0	1,13	13,0
4,00	25,0	49,0	25,0	1,60	16,0	9,00	16,0	33,0	16,0	1,07	15,0
4,20	26,0	50,0	26,0	1,53	17,0	9,20	12,0	28,0	12,0	1,00	12,0
4,40	22,0	45,0	22,0	1,53	14,0	9,40	13,0	28,0	13,0	1,20	11,0
4,60	21,0	44,0	21,0	1,20	17,0	9,60	23,0	41,0	23,0	1,60	14,0
4,80	27,0	45,0	27,0	1,73	16,0	9,80	25,0	49,0	25,0	1,73	14,0
5,00	26,0	52,0	26,0	1,80	14,0	10,00	27,0	53,0	27,0	-----	----

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Castronella - Campi Bisenzio (FI)
 - note :

- data : 30/06/2016
 - 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	----	----	--	0,73	----	5,20	29,0	65,0	29,0	1,73	17,0
0,40	16,0	27,0	16,0	0,87	18,0	5,40	33,0	59,0	33,0	1,87	18,0
0,60	17,0	30,0	17,0	1,07	16,0	5,60	31,0	59,0	31,0	2,00	16,0
0,80	19,0	35,0	19,0	1,00	19,0	5,80	33,0	63,0	33,0	1,80	18,0
1,00	18,0	33,0	18,0	1,47	12,0	6,00	35,0	62,0	35,0	2,27	15,0
1,20	16,0	38,0	16,0	1,40	11,0	6,20	33,0	67,0	33,0	1,87	18,0
1,40	15,0	36,0	15,0	1,27	12,0	6,40	35,0	63,0	35,0	2,33	15,0
1,60	14,0	33,0	14,0	0,80	17,0	6,60	35,0	70,0	35,0	2,07	17,0
1,80	13,0	25,0	13,0	1,07	12,0	6,80	31,0	62,0	31,0	1,80	17,0
2,00	18,0	34,0	18,0	1,47	12,0	7,00	25,0	52,0	25,0	2,07	12,0
2,20	19,0	41,0	19,0	1,47	13,0	7,20	22,0	53,0	22,0	2,20	10,0
2,40	22,0	44,0	22,0	1,67	13,0	7,40	19,0	52,0	19,0	1,80	11,0
2,60	25,0	50,0	25,0	1,60	16,0	7,60	17,0	44,0	17,0	1,33	13,0
2,80	26,0	50,0	26,0	1,80	14,0	7,80	20,0	40,0	20,0	1,40	14,0
3,00	25,0	52,0	25,0	1,73	14,0	8,00	18,0	39,0	18,0	1,40	13,0
3,20	26,0	52,0	26,0	1,67	16,0	8,20	15,0	36,0	15,0	1,13	13,0
3,40	24,0	49,0	24,0	1,67	14,0	8,40	21,0	38,0	21,0	1,20	17,0
3,60	24,0	49,0	24,0	1,60	15,0	8,60	15,0	33,0	15,0	0,73	20,0
3,80	27,0	51,0	27,0	1,80	15,0	8,80	17,0	28,0	17,0	1,07	16,0
4,00	28,0	55,0	28,0	2,00	14,0	9,00	17,0	33,0	17,0	1,20	14,0
4,20	25,0	55,0	25,0	1,80	14,0	9,20	16,0	34,0	16,0	1,47	11,0
4,40	29,0	56,0	29,0	1,93	15,0	9,40	26,0	48,0	26,0	1,60	16,0
4,60	29,0	58,0	29,0	1,93	15,0	9,60	32,0	56,0	32,0	1,27	25,0
4,80	29,0	58,0	29,0	2,20	13,0	9,80	33,0	52,0	33,0	1,47	22,0
5,00	38,0	71,0	38,0	2,40	16,0	10,00	32,0	54,0	32,0	----	----

- 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 LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Castronella - Campi Bisenzio (FI)
 - note :

- data : 30/06/2016
 - 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	----	----	--	1,40	----	5,20	33,0	65,0	33,0	2,07	16,0
0,40	38,0	59,0	38,0	1,87	20,0	5,40	33,0	64,0	33,0	1,87	18,0
0,60	39,0	67,0	39,0	2,80	14,0	5,60	33,0	61,0	33,0	1,87	18,0
0,80	33,0	75,0	33,0	2,87	12,0	5,80	32,0	60,0	32,0	1,87	17,0
1,00	24,0	67,0	24,0	2,13	11,0	6,00	32,0	60,0	32,0	2,00	16,0
1,20	16,0	48,0	16,0	1,67	10,0	6,20	34,0	64,0	34,0	1,93	18,0
1,40	14,0	39,0	14,0	1,67	8,0	6,40	36,0	65,0	36,0	1,93	19,0
1,60	13,0	38,0	13,0	0,93	14,0	6,60	33,0	62,0	33,0	1,80	18,0
1,80	14,0	28,0	14,0	1,27	11,0	6,80	32,0	59,0	32,0	1,80	18,0
2,00	17,0	36,0	17,0	1,33	13,0	7,00	28,0	55,0	28,0	1,47	19,0
2,20	24,0	44,0	24,0	1,73	14,0	7,20	28,0	50,0	28,0	1,80	16,0
2,40	25,0	51,0	25,0	1,87	13,0	7,40	26,0	53,0	26,0	1,53	17,0
2,60	24,0	52,0	24,0	2,00	12,0	7,60	25,0	48,0	25,0	1,73	14,0
2,80	25,0	55,0	25,0	1,67	15,0	7,80	32,0	58,0	32,0	2,13	15,0
3,00	28,0	53,0	28,0	1,67	17,0	8,00	26,0	58,0	26,0	1,73	15,0
3,20	28,0	53,0	28,0	1,60	17,0	8,20	36,0	62,0	36,0	2,07	17,0
3,40	30,0	54,0	30,0	1,87	16,0	8,40	36,0	67,0	36,0	2,20	16,0
3,60	32,0	60,0	32,0	2,20	15,0	8,60	33,0	66,0	33,0	2,07	16,0
3,80	30,0	63,0	30,0	2,07	15,0	8,80	34,0	65,0	34,0	2,13	16,0
4,00	31,0	62,0	31,0	2,20	14,0	9,00	35,0	67,0	35,0	2,07	17,0
4,20	29,0	62,0	29,0	2,07	14,0	9,20	29,0	60,0	29,0	2,07	14,0
4,40	32,0	63,0	32,0	2,00	16,0	9,40	27,0	58,0	27,0	1,87	14,0
4,60	35,0	65,0	35,0	2,40	15,0	9,60	28,0	56,0	28,0	1,93	14,0
4,80	34,0	70,0	34,0	2,33	15,0	9,80	28,0	57,0	28,0	2,00	14,0
5,00	32,0	67,0	32,0	2,13	15,0	10,00	29,0	59,0	29,0	-----	----

- 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)

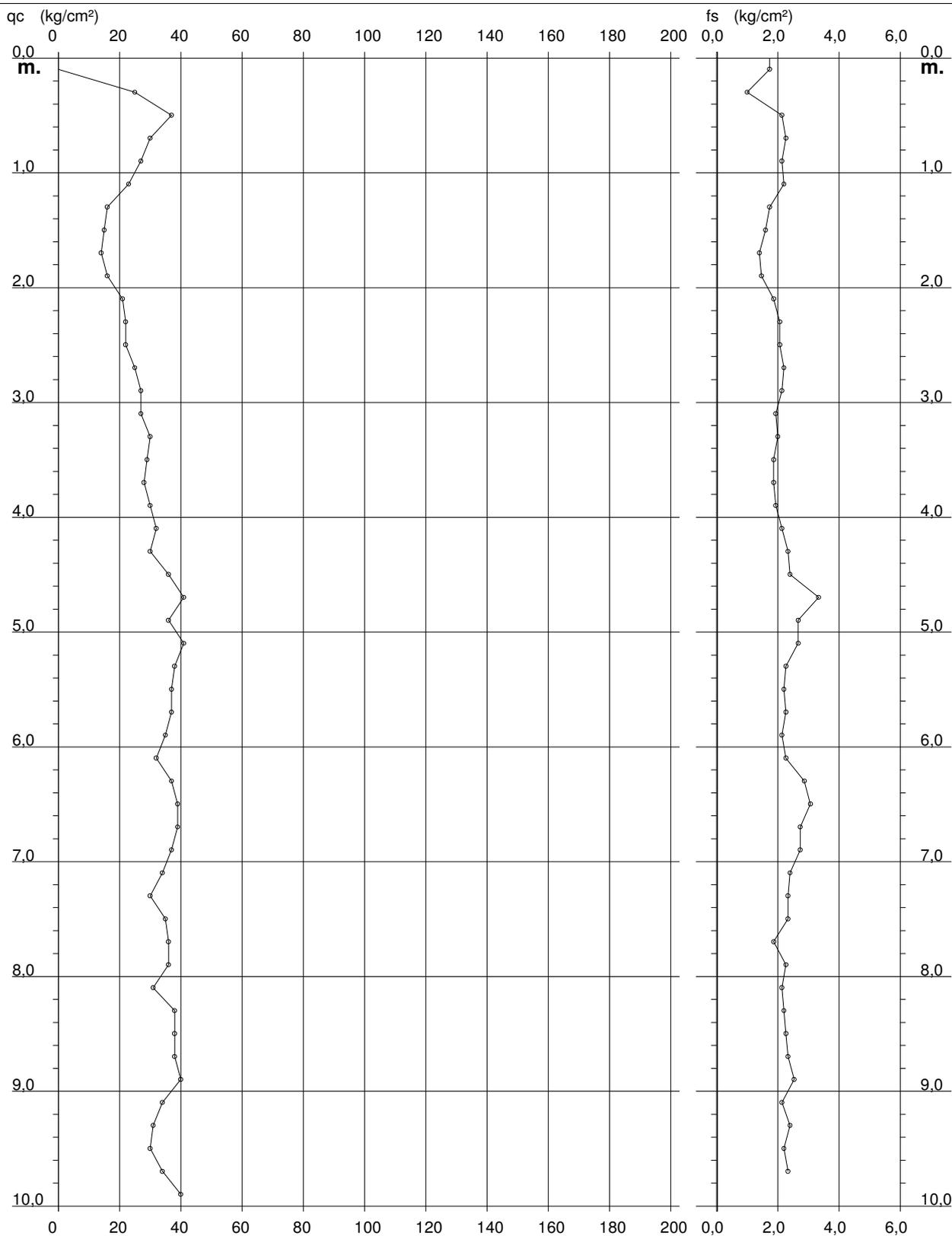
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Castronella - Campi Bisenzio (FI)
 - note : Piezometro

- data : 30/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



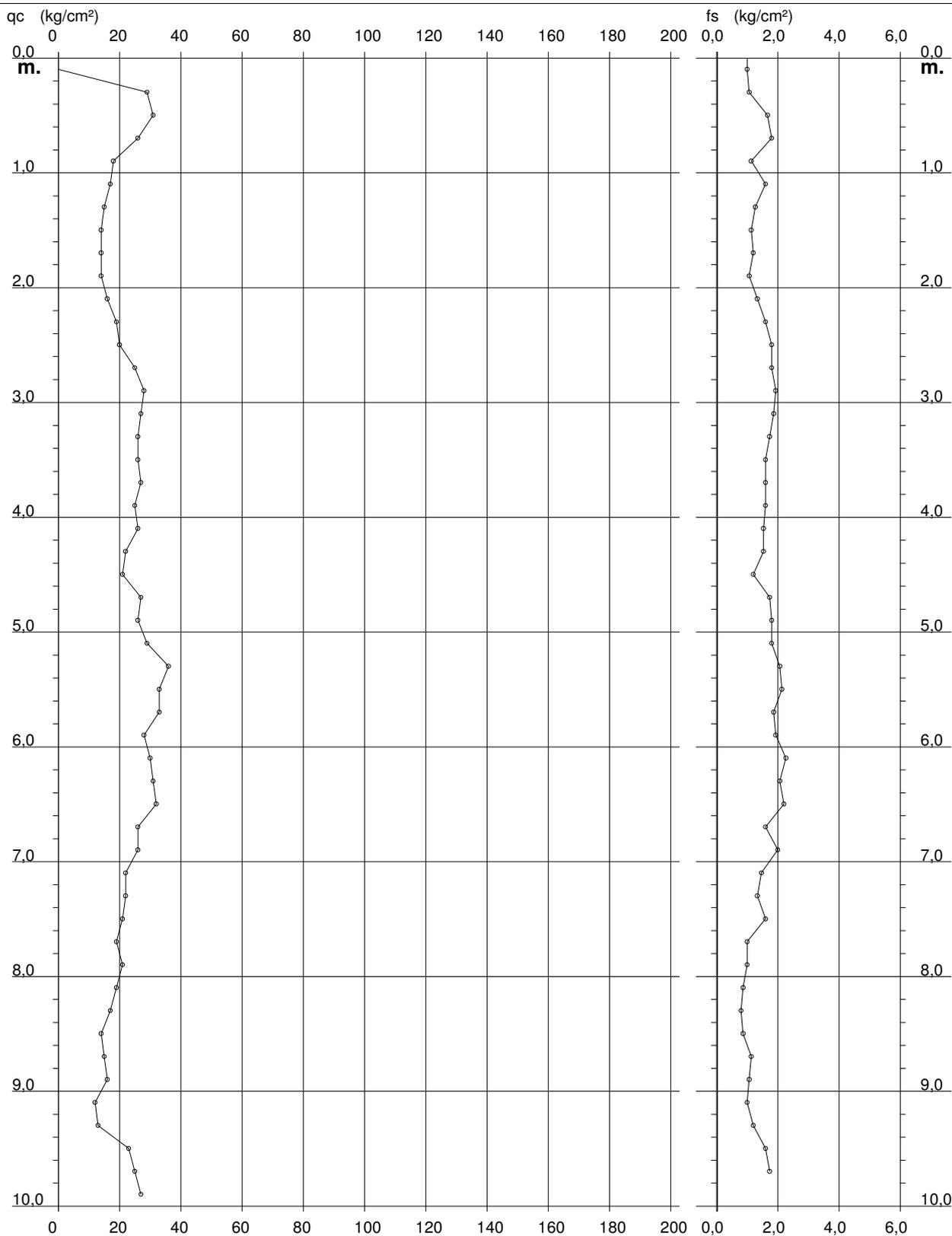
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 2

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Castronella - Campi Bisenzio (FI)

- data : 30/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



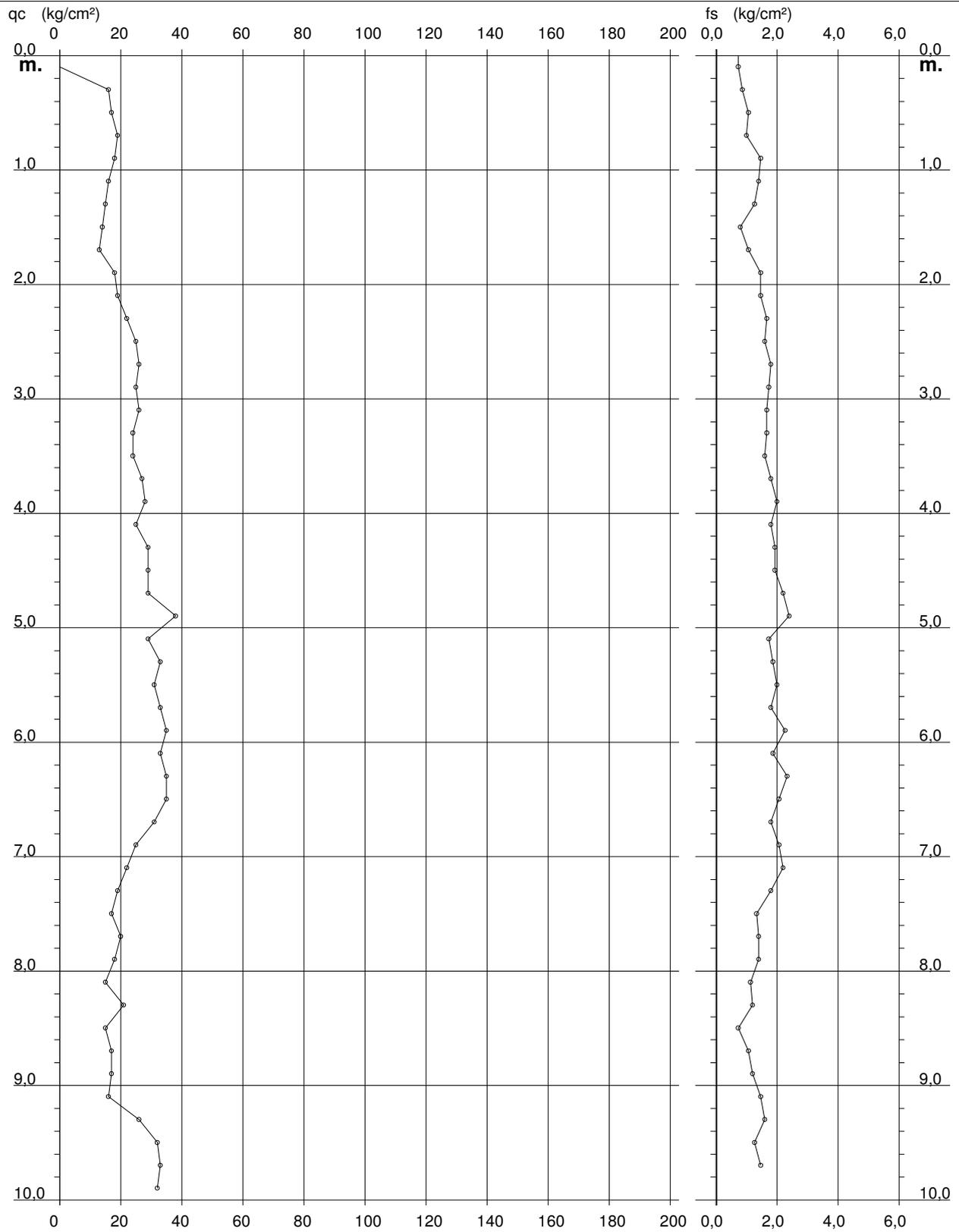
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Castronella - Campi Bisenzio (FI)

- data : 30/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



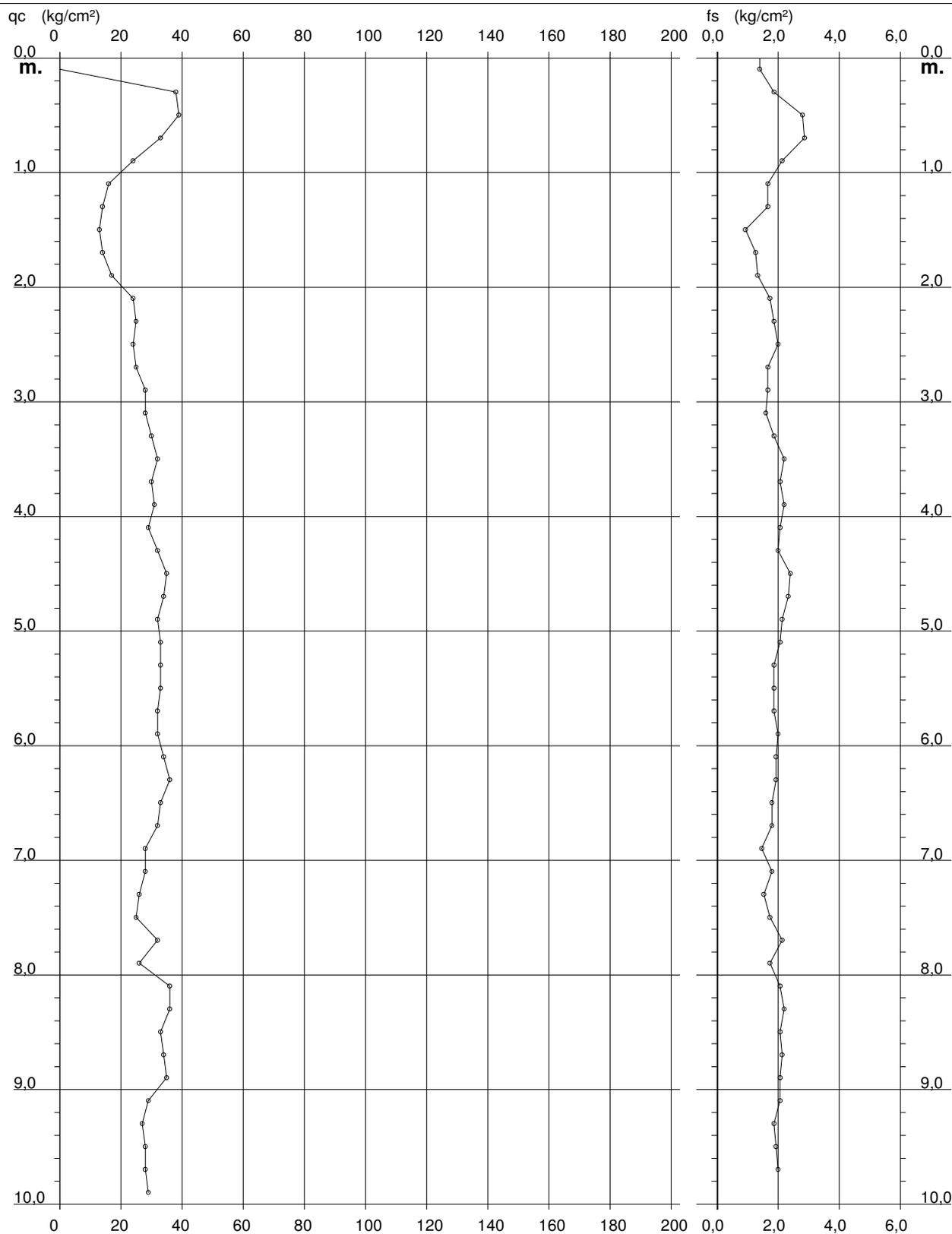
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Castronella - Campi Bisenzio (FI)

- data : 30/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



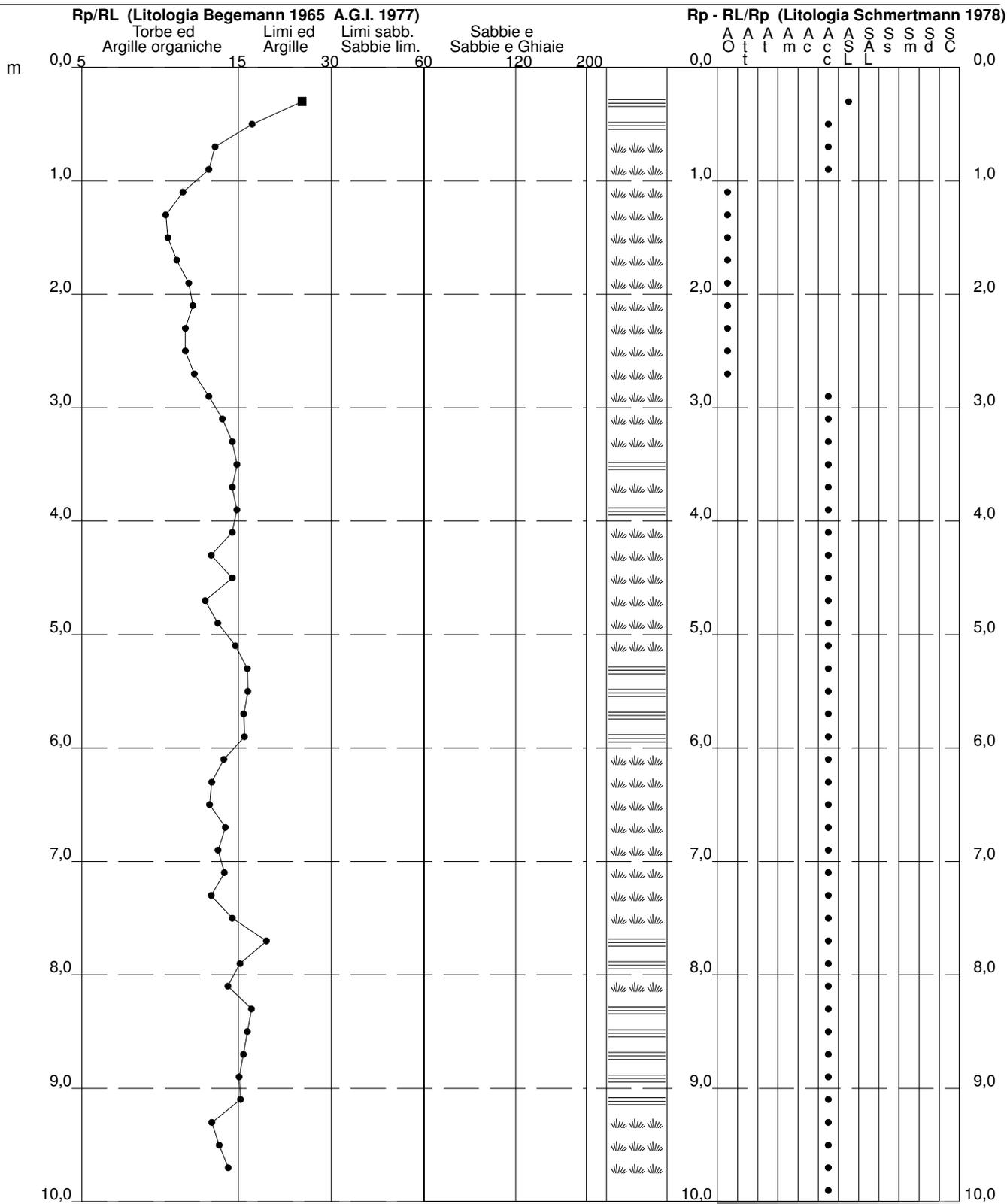
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Castronella - Campi Bisenzio (FI)
 - note : Piezometro

- data : 30/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



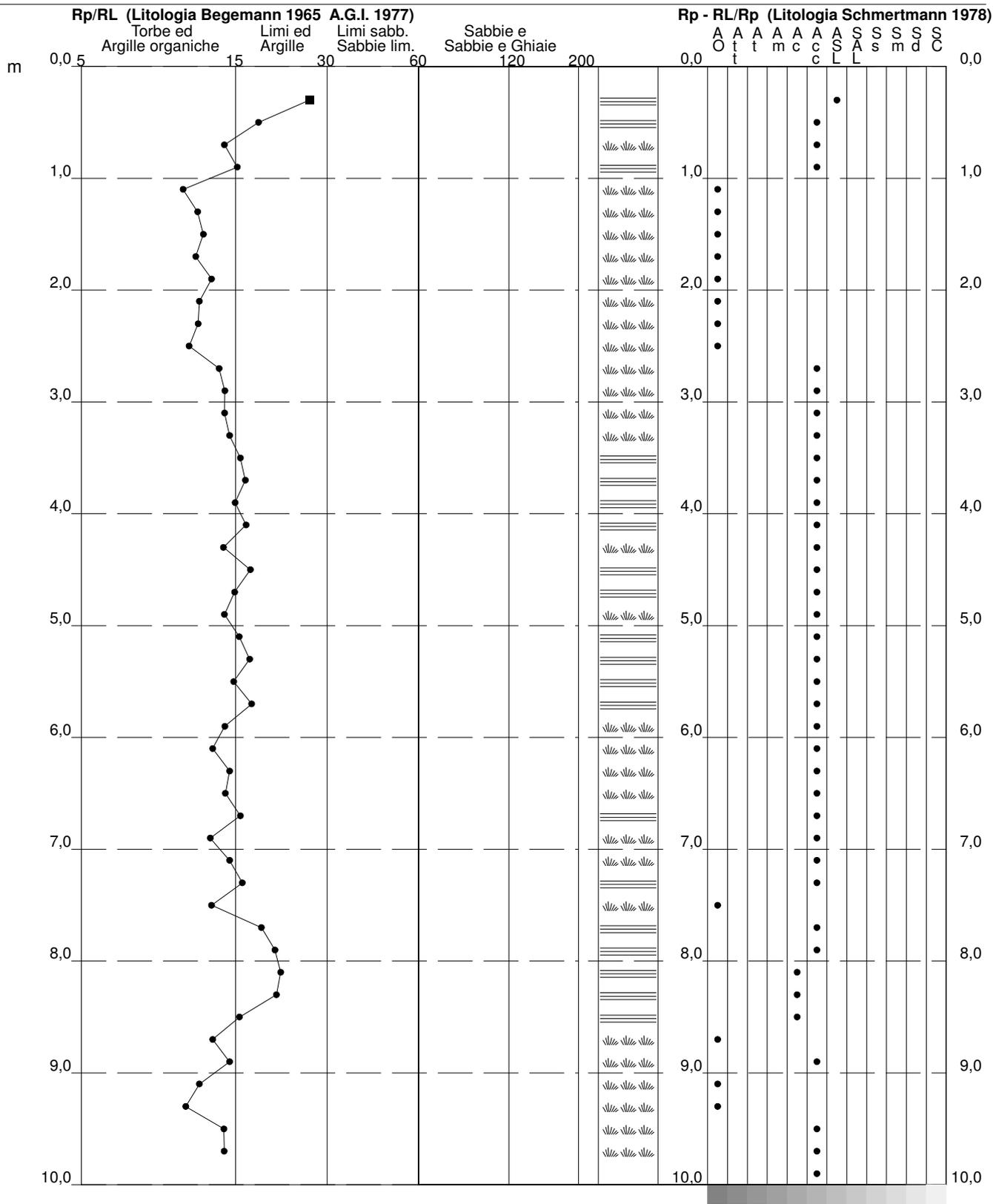
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Castronella - Campi Bisenzio (FI)
 - note :

- data : 30/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



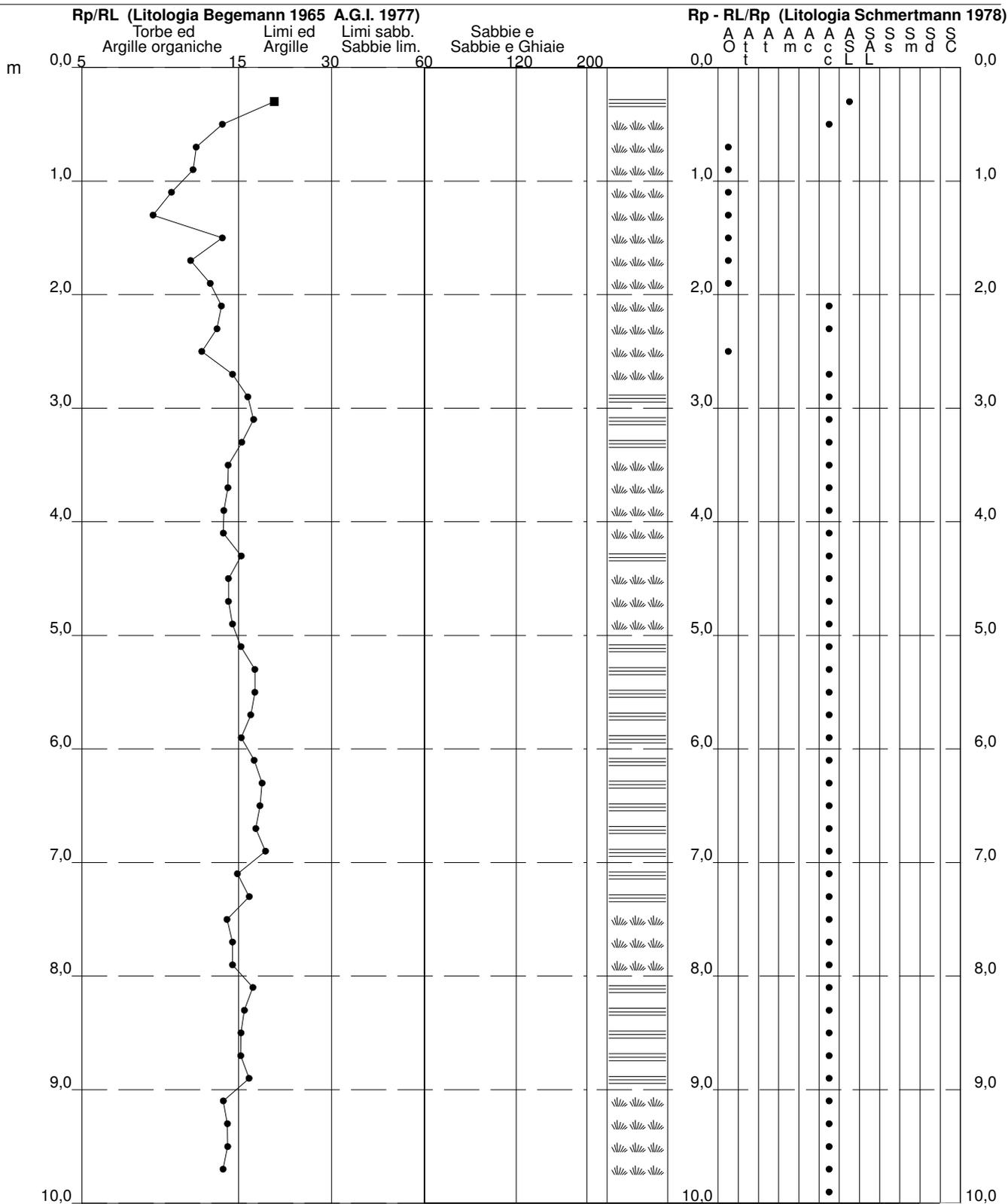
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Castronella - Campi Bisenzio (FI)
 - note :

- data : 30/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Castronella - Campi Bisenzio (FI)
 - note : Piezometro

- data : 30/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	25	25	4:/:	1,85	0,07	0,91	99,9	155	232	75	88	40	42	43	45	42	28	0,216	42	63	75	
0,60	37	17	4:/:	1,85	0,11	1,23	99,9	210	315	111	91	41	42	44	45	42	30	0,228	62	93	111	
0,80	30	13	4:/:	1,85	0,15	1,00	68,4	170	255	90	77	39	41	42	44	40	29	0,181	50	75	90	
1,00	27	13	4:/:	1,85	0,19	0,95	48,4	161	242	81	68	38	39	41	43	39	28	0,154	45	68	81	
1,20	23	10	4:/:	1,85	0,22	0,87	34,5	148	221	69	58	36	38	40	43	37	28	0,126	38	58	69	
1,40	16	9	2:///	1,85	0,26	0,70	21,6	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,60	15	9	2:///	1,85	0,30	0,67	17,3	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,80	14	10	2:///	1,85	0,33	0,64	14,1	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,00	16	11	2:///	1,85	0,37	0,70	13,8	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,20	21	11	4:/:	1,85	0,41	0,82	15,2	140	210	83	40	34	36	39	41	33	27	0,080	35	53	63	
2,40	22	11	4:/:	1,85	0,44	0,85	14,1	144	216	66	40	34	36	39	41	33	28	0,079	37	55	66	
2,60	22	11	4:/:	1,85	0,48	0,85	12,7	144	216	66	38	33	36	38	41	33	28	0,075	37	55	66	
2,80	25	11	4:/:	1,85	0,52	0,91	12,7	155	232	75	40	34	36	39	41	33	28	0,081	42	63	75	
3,00	27	13	4:/:	1,85	0,55	0,95	12,2	161	242	81	41	34	36	39	41	33	28	0,083	45	68	81	
3,20	27	14	4:/:	1,85	0,59	0,95	11,3	161	242	81	40	34	36	39	41	33	28	0,079	45	68	81	
3,40	30	15	4:/:	1,85	0,63	1,00	11,2	170	255	90	42	34	36	39	41	33	29	0,084	50	75	90	
3,60	29	16	4:/:	1,85	0,67	0,98	10,2	167	251	87	39	34	36	38	41	32	29	0,078	48	73	87	
3,80	28	15	4:/:	1,85	0,70	0,97	9,3	168	252	84	37	33	36	38	41	32	28	0,073	47	70	84	
4,00	30	16	4:/:	1,85	0,74	1,00	9,1	176	264	90	38	33	36	38	41	32	29	0,075	50	75	90	
4,20	32	15	4:/:	1,85	0,78	1,07	9,3	185	278	96	39	33	36	38	41	32	29	0,077	53	80	96	
4,40	30	13	4:/:	1,85	0,81	1,00	8,1	195	292	90	36	33	36	38	41	31	29	0,070	50	75	90	
4,60	36	15	4:/:	1,85	0,85	1,20	9,6	206	308	108	41	34	36	39	41	32	30	0,082	60	90	108	
4,80	41	12	4:/:	1,85	0,89	1,37	10,8	232	349	123	44	34	37	39	42	33	30	0,090	68	103	123	
5,00	36	13	4:/:	1,85	0,93	1,20	8,7	219	329	108	39	33	36	38	41	32	30	0,077	60	90	108	
5,20	41	15	4:/:	1,85	0,96	1,37	9,7	234	350	123	42	34	36	39	41	32	30	0,085	68	103	123	
5,40	38	17	4:/:	1,85	1,00	1,27	8,4	237	356	114	39	33	36	38	41	32	30	0,077	63	95	114	
5,60	37	17	4:/:	1,85	1,04	1,23	7,8	250	376	111	37	33	36	38	41	31	30	0,073	62	93	111	
5,80	37	16	4:/:	1,85	1,07	1,23	7,5	263	395	111	36	33	36	38	41	31	30	0,071	62	93	111	
6,00	35	16	4:/:	1,85	1,11	1,17	6,7	283	425	105	33	33	35	38	41	31	29	0,065	58	88	105	
6,20	32	14	4:/:	1,85	1,15	1,07	5,7	308	461	96	29	32	35	37	40	30	29	0,057	53	80	96	
6,40	37	13	4:/:	1,85	1,18	1,23	6,6	303	455	111	34	33	35	38	41	30	30	0,066	62	93	111	
6,60	39	13	4:/:	1,85	1,22	1,30	6,8	310	465	117	35	33	35	38	41	31	30	0,068	65	98	117	
6,80	39	14	4:/:	1,85	1,26	1,30	6,5	324	485	117	34	33	35	38	41	30	30	0,066	65	98	117	
7,00	37	14	4:/:	1,85	1,30	1,23	5,9	344	517	111	32	32	35	38	41	30	30	0,061	62	93	111	
7,20	34	14	4:/:	1,85	1,33	1,13	5,1	366	549	102	28	32	35	37	40	29	29	0,053	57	85	102	
7,40	30	13	4:/:	1,85	1,37	1,00	4,2	382	574	90	23	31	34	37	40	28	29	0,044	50	75	90	
7,60	35	15	4:/:	1,85	1,41	1,17	5,0	388	583	105	28	32	35	37	40	29	29	0,053	58	88	105	
7,80	36	19	4:/:	1,85	1,44	1,20	5,0	398	598	108	28	32	35	37	40	29	30	0,053	60	90	108	
8,00	36	16	4:/:	1,85	1,48	1,20	4,8	410	615	108	27	32	35	37	40	29	30	0,052	60	90	108	
8,20	31	15	4:/:	1,85	1,52	1,03	3,9	426	639	93	22	31	34	37	40	28	29	0,041	52	78	93	
8,40	38	17	4:/:	1,85	1,55	1,27	4,9	430	646	114	28	32	35	37	40	29	30	0,054	63	95	114	
8,60	38	17	4:/:	1,85	1,59	1,27	4,7	442	663	114	27	32	35	37	40	29	30	0,052	63	95	114	
8,80	38	16	4:/:	1,85	1,63	1,27	4,6	454	680	114	27	32	34	37	40	29	30	0,051	63	95	114	
9,00	40	16	4:/:	1,85	1,66	1,33	4,8	462	694	120	28	32	35	37	40	29	30	0,054	67	100	120	
9,20	34	16	4:/:	1,85	1,70	1,13	3,8	480	719	102	22	31	34	37	40	28	29	0,042	57	85	102	
9,40	31	13	4:/:	1,85	1,74	1,03	3,3	486	729	93	18	31	33	36	39	27	29	0,035	52	78	93	
9,60	30	14	4:/:	1,85	1,78	1,00	3,1	488	732	90	17	30	33	36	39	27	29	0,032	50	75	90	
9,80	34	15	4:/:	1,85	1,81	1,13	3,5	511	767	102	20	31	34	37	40	28	29	0,039	57	85	102	
10,00	40	--	3:::	1,85	1,85	--	--	--	--	--	25	32	34	37	40	28	30	0,049	67	100	120	

PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Roberto Checcucci
 - lavoro :
 - località : Via Castronella - Campi Bisenzio (FI)
 - note :

- data : 30/06/2016
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	16	18	2:////	1,85	0,07	0,70	99,9	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	17	16	2:////	1,85	0,11	0,72	65,4	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	19	19	2:////	1,85	0,15	0,78	49,8	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	18	12	2:////	1,85	0,19	0,75	36,1	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	16	11	2:////	1,85	0,22	0,70	26,2	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	15	12	2:////	1,85	0,26	0,67	20,5	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	14	17	2:////	1,85	0,30	0,64	16,3	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	13	12	2:////	1,85	0,33	0,60	13,2	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	18	12	2:////	1,85	0,37	0,75	15,2	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	19	13	2:////	1,85	0,41	0,78	14,1	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	22	13	4:/:	1,85	0,44	0,85	14,1	144	216	66	40	34	36	39	41	33	28	0,079	37	55	66	
2,60	25	16	4:/:	1,85	0,48	0,91	13,9	155	232	75	42	34	36	39	41	33	28	0,085	42	63	75	
2,80	26	14	4:/:	1,85	0,52	0,93	13,0	158	237	78	42	34	36	39	41	33	28	0,084	43	65	78	
3,00	25	14	4:/:	1,85	0,55	0,91	11,6	155	232	75	39	33	36	38	41	33	28	0,077	42	63	75	
3,20	26	16	4:/:	1,85	0,59	0,93	11,0	158	237	78	38	33	36	38	41	32	28	0,076	43	65	78	
3,40	24	14	4:/:	1,85	0,63	0,89	9,7	152	228	72	34	33	35	38	41	32	28	0,067	40	60	72	
3,60	24	15	4:/:	1,85	0,67	0,89	9,0	158	237	72	33	33	35	38	41	31	28	0,064	40	60	72	
3,80	27	15	4:/:	1,85	0,70	0,95	9,1	167	250	81	36	33	36	38	41	32	28	0,070	45	68	81	
4,00	28	14	4:/:	1,85	0,74	0,97	8,8	175	263	84	36	33	36	38	41	32	28	0,070	47	70	84	
4,20	25	14	4:/:	1,85	0,78	0,91	7,6	189	284	75	31	32	35	38	40	31	28	0,059	42	63	75	
4,40	29	15	4:/:	1,85	0,81	0,98	7,9	196	294	87	34	33	35	38	41	31	29	0,067	48	73	87	
4,60	29	15	4:/:	1,85	0,85	0,98	7,5	208	312	87	33	33	35	38	41	31	29	0,065	48	73	87	
4,80	29	13	4:/:	1,85	0,89	0,98	7,1	221	332	87	32	33	35	38	41	31	29	0,063	48	73	87	
5,00	38	16	4:/:	1,85	0,93	1,27	9,3	221	331	114	41	34	36	39	41	32	30	0,081	63	95	114	
5,20	29	17	4:/:	1,85	0,96	0,98	6,5	249	373	87	30	32	35	38	40	30	29	0,059	48	73	87	
5,40	33	18	4:/:	1,85	1,00	1,10	7,1	250	374	99	34	33	35	38	41	31	29	0,066	55	83	99	
5,60	31	16	4:/:	1,85	1,04	1,03	6,3	271	406	93	31	32	35	38	40	30	29	0,060	52	78	93	
5,80	33	18	4:/:	1,85	1,07	1,10	6,5	277	415	99	32	33	35	38	41	30	29	0,062	55	83	99	
6,00	35	15	4:/:	1,85	1,11	1,17	6,7	283	425	105	33	33	35	38	41	31	29	0,065	58	88	105	
6,20	33	18	4:/:	1,85	1,15	1,10	6,0	304	456	99	31	32	35	38	40	30	29	0,059	55	83	99	
6,40	35	15	4:/:	1,85	1,18	1,17	6,2	311	466	105	32	32	35	38	41	30	29	0,062	58	88	105	
6,60	35	17	4:/:	1,85	1,22	1,17	5,9	324	486	105	31	32	35	38	40	30	29	0,060	58	88	105	
6,80	31	17	4:/:	1,85	1,26	1,03	4,9	348	522	93	26	32	34	37	40	29	29	0,050	52	78	93	
7,00	25	12	4:/:	1,85	1,30	0,91	4,0	361	542	75	18	31	33	36	39	28	28	0,034	42	63	75	
7,20	22	10	4:/:	1,85	1,33	0,85	3,6	376	564	66	13	30	33	36	39	27	28	0,025	37	55	66	
7,40	19	11	2:////	1,85	1,37	0,78	3,1	377	566	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,60	17	13	2:////	1,85	1,41	0,72	2,7	371	557	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,80	20	14	4:/:	1,85	1,44	0,80	3,0	394	592	60	8	29	32	35	39	26	27	0,017	33	50	60	
8,00	18	13	2:////	1,85	1,48	0,75	2,7	388	582	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,20	15	13	2:////	1,85	1,52	0,67	2,2	364	546	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,40	21	17	4:/:	1,85	1,55	0,82	2,8	417	625	63	8	29	32	35	39	26	27	0,017	35	53	63	
8,60	15	20	2:////	1,85	1,59	0,67	2,1	369	554	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,80	17	16	2:////	1,85	1,63	0,72	2,3	394	590	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,00	17	14	2:////	1,85	1,66	0,72	2,2	396	595	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,20	16	11	2:////	1,85	1,70	0,70	2,1	388	581	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,40	26	16	4:/:	1,85	1,74	0,93	2,9	468	702	78	12	30	33	36	39	26	28	0,024	43	65	78	
9,60	32	25	4:/:	1,85	1,78	1,07	3,3	498	746	96	19	31	34	36	40	27	29	0,036	53	80	96	
9,80	33	22	4:/:	1,85	1,81	1,10	3,4	509	763	99	19	31	34	36	40	27	29	0,037	55	83	99	
10,00	32	--	3:////	1,85	1,85	--	--	--	--	--	18	30	33	36	39	27	29	0,034	53	80	96	

Comune di Campi Bisenzio
Provincia di Firenze

Titolo:

Indagine geofisica di superficie mediante
Metodologia MASW
Località: Via Parini - Campi Bisenzio (FI)

Committente:

Dott. Geol. Roberto Checcucci

Oggetto:

RELAZIONE TECNICA

GEOGNOSTICA FIORENTINA s.r.l.

Data:
Novembre 2009

Introduzione

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante metodologia MASW in data 7 Ottobre 2009, per conto della committenza, all'interno di un'area posta in via Parini, nel Comune di Campi Bisenzio – **fig. 1**.



Fig.1: Area d'intervento – Via Parini – Campi Bisenzio (FI)

E' stata eseguita una campagna geofisica mediante acquisizione MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) 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 stata svolta sulla base del valore della Vs30 (il valore medio della Vs nei primi 30 m di profondità) definita dalla relazione:

$$Vs30 = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{Vs_i}}$$

in cui Vs_i e h_i sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell'i-esimo strato.

Di seguito vengono descritte le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, congiuntamente all'interpretazione scaturita dai dati elaborati.

GEOGNOSTICA FIORENTINA s.r.l.	Indagine geofisica di superficie mediante metodologia MASW Località: Via Parini – Campi Bisenzio (FI)
-------------------------------	--

Acquisizione dati

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo *DOLANG mod. JEA a 24 canali*, con risoluzione di acquisizione pari a 24 bit. Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati geofoni "DOLANG" verticali, del tipo elettromagnetico a bobina mobile, con frequenza propria di 4.5 Hz. E' stata adottata una distanza intergeofonica di 1 m, un tempo di acquisizione di 2 s, e punti di energizzazione mediante martello su piastra, a distanze di 2 e 5 m dal primo geofono.

Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software winMASW 4.1.1

Metodologia d'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.

La tecnica **MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave)** è una tecnica di prospezione sismica che, attraverso la registrazione della modalità di propagazione delle onde di superficie nel sottosuolo permette di risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio S, caratteristiche del mezzo e fondamentali per determinare il parametro Vs30.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo. Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J. 1999) o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo, utilizzato nel presente lavoro, le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente. Il metodo attivo consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi

GEOGNOSTICA FIORENTINA s.r.l.	Indagine geofisica di superficie mediante metodologia MASW Località: Via Parini – Campi Bisenzio (FI)
-------------------------------	--

30 m-50 m, in funzione della rigidità del suolo. La profondità massima di penetrazione, diversamente dalla sismica a rifrazione tradizionale, è determinata dalla relazione fra velocità di propagazione dell'onda e le sue frequenze, quindi non dipende dalla geometria dello stendimento, ma dalle caratteristiche della successione litostratigrafica del terreno investigato.

Questa tipologia di prospezione si realizza con uno stendimento sismico costituito da 12/24 o più geofoni allineati a distanza intergeofonica variabile tipicamente fra 0,5 e 2 ml che registrano le onde sismiche generate in corrispondenza di X punti di energizzazione dislocati tipicamente ad una distanza (offset) compreso fra 2 e 10 ml dal primo geofono all'esterno dello stendimento ed in allineamento con i geofoni. Un'acquisizione per la tecnica MASW prevede registrazioni per tempi di 1-2 sec con intervallo di campionamento di 250 μ s - 1ms.

L'obiettivo della registrazione è quindi l'individuazione nel treno di onde superficiali (Rayleigh o Love), che attraversando il mezzo subisce una dispersione le cui modalità sono direttamente correlate con la velocità di propagazione delle onde di taglio Sh.

Dal sismogramma, note le caratteristiche geometriche dell'acquisizione, si ottiene lo spettro delle velocità (diagramma velocità-frequenza) sul quale l'operatore individua la curva di dispersione.

Elaborazione

I dati acquisiti (**Fig. 2**) sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_s). Il dataset appare dominato dal modo fondamentale delle onde di Rayleigh. I risultati dell'elaborazione sono riportati in **Fig. 3**.

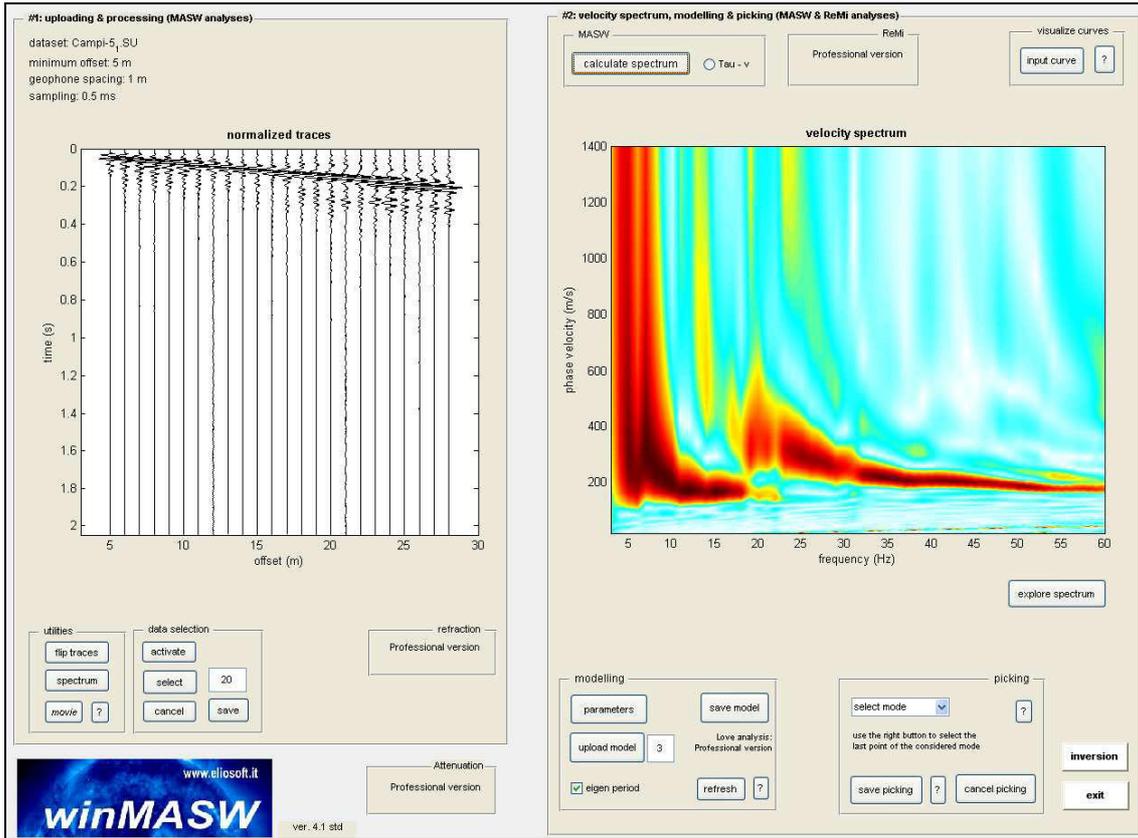


Figura 2: Dati di campagna (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra).

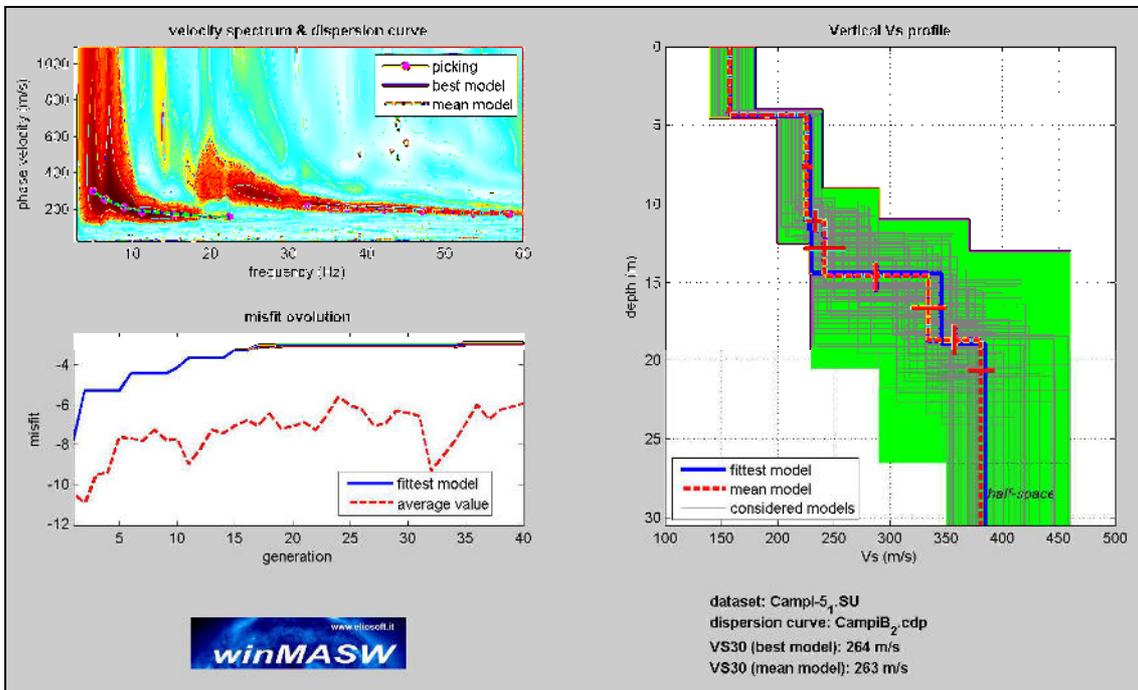


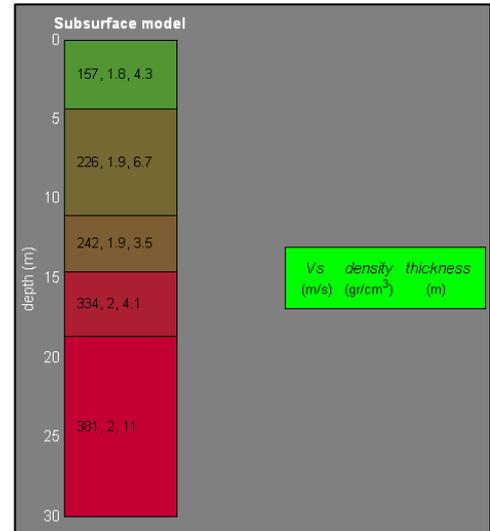
Figura 3: Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione "piccate" e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale Vs identificato (vedi anche Tabella 1). In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007).

GEOGNOSTICA FIORENTINA s.r.l.	Indagine geofisica di superficie mediante metodologia MASW Località: Via Parini – Campi Bisenzio (FI)
-------------------------------	--

Nella tabella e nella figura seguenti vengono riportati gli spessori, le relative velocità, il modulo di taglio e la densità, stimati.

Spessore (m)	Vs (m/s) e deviazioni standard	Modulo di taglio stimati (MPa)
4.3	157 ± 1	44
6.7	226 ± 4	96
3.5	242 ± 18	110
4.1	334 ± 15	221
semi-spazio	381 ± 12	287

Modello medio individuato (Vs30 del modello medio dal p.c.: 263 m/s)



Conclusioni

L’analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della Vs (e del modulo di taglio) e, di conseguenza, del parametro **Vs30**, risultato – per il modello medio – pari a **263 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Il Valore della Vs 30 porta a classificare il sito, secondo il DM 14 gennaio 2008, in **categoria C** (“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina”).

Firenze, li 06/11/2009

I Tecnici

Dott. Geol. Santi Accetta

Dott. Geol. Silvio Brenna