

COMMITTENTE: **PACE COSTRUZIONI S.R.L.**

**STUDIO GEOLOGICO IDRAULICO E SISMICO DI FATTIBILITA’
AI SENSI DEL D.P.G.R.T. 53/R – 2011 A SUPPORTO DEL PIANO ATTUTIVO
PA-3 POSTO IN LOCALITA’ PALAGINA - VIA LEONARDO DA VINCI**

COMUNE DI PIEVE A NIEVOLE

DOTT. GEOL. GIANNI ROMBENCHI

ORDINE GEOLOGI DELLA TOSCANA
n° 1076



The image shows a handwritten signature in black ink that reads "Gianni Rombenchi". Overlaid on the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the text "ORDINE GEOLOGI DELLA TOSCANA" around the perimeter, "sez. A" at the bottom, and "DOTT. GEOL. GIANNI ROMBENCHI N° 1076" in the center.

MONTECATINI TERME, 24.11.2015

1 - PREMESSA

Su commissione della Società Pace Costruzioni s.r.l. è stato svolto l'attuale studio geologico, idraulico e sismico di fattibilità a supporto del Piano Attuativo PA-3, posto in località Palagina - Via Leonardo da Vinci, nel Comune di Pieve a Nievole, così come rappresentato nella TAVOLA 1.

In base agli elaborati progettuali ed in riferimento alle previsioni urbanistiche definite nel R.U. Comunale e nelle relative Norme Tecniche di Attuazione, l'intero comparto (che occupa una superficie complessiva di 9.990 mq e sarà attuato mediante lottizzazione convenzionata) prevede una suddivisione per cui l'estrema porzione settentrionale verrà destinata a parcheggi pubblici, mentre la parte restante individua la sistemazione di undici lotti edificabili ad uso residenziale (di tipo monobifamiliare a due piani fuori terra con mansarda/soffitta), viabilità di accesso e penetrazione, parcheggi privati, nonché relative sistemazioni a verde e di arredo urbano.

Lo studio svolto in questa sede è stato finalizzato alla valutazione della compatibilità degli interventi in rapporto ai vincoli territoriali esistenti ed alla fattibilità urbanistica del Piano Attuativo, in funzione dell'assetto geologico-stratigrafico generale, idrogeologico, sismico, idraulico e territoriale nel suo complesso, con particolare riferimento alle vigenti disposizioni legislative in materia di pianificazione territoriale e prevenzione sismica (D.P.G.R.T. 25/10/2011 n. 53/R, D.P.C.M. 06/05/2005, Strumento Urbanistico Comunale, L.R. 5/1995, L.R. 01/2005, L.R. 65/2014, Delib. C.R.T. n. 12/2000 sul rischio idraulico, D.P.C.M. 05/11/1999 dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno – Stralcio Rischio Idraulico, D.P.C.M. 06/05/2005 Piano di Bacino del Fiume Arno – Stralcio Assetto Idrogeologico P.A.I., D.M. 14.01.2008 “Norme Tecniche per le costruzioni”).

In questa sede sono state eseguite specifiche analisi di compatibilità e fattibilità geologica, idraulica e sismica, facendo riferimento a dati bibliografici e precedenti prospezioni ed indagini effettuate in aree limitrofe, in modo da definire a livello generale tipologia e consistenza del sottosuolo.

Le considerazioni tecniche di supporto alla progettazione esecutiva degli interventi diretti e delle singole strutture dovranno essere affrontate successivamente (in sede di progettazione esecutiva delle opere), sulla base di indagini geognostiche e di caratterizzazione stratigrafico-geotecnica e sismica di dettaglio, che valuteranno l'entità dei carichi ammissibili e dei cedimenti del sottosuolo in funzione della tipologia e volumetria degli edifici e delle opere di fondazione (ai sensi del D.M. 11/03/88, Circ. LL. PP. Del 24.09.1988 n. 30483, Ord. P.C.M. 3274/03, D.M. 14.09.2005, D.M. 14.01.2008 “Norme Tecniche per le costruzioni”).

2 - INQUADRAMENTO MORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'area in esame si trova nella porzione pianeggiante e parzialmente urbanizzata del territorio Comunale di Pieve a Nievole, ad una quota sul livello del mare compresa fra 18 e 19 m circa (TAVOLA 1). La morfologia della zona d'intervento è caratterizzata da deboli pendenze del terreno mediamente verso sud (sempre inferiori all'1%), che determinano una generale condizione di stabilità dell'area nei riguardi dei fenomeni gravitativi o erosivi del suolo (diffusi o concentrati), osservazione confermata anche dall'assenza di indizi geomorfologici di instabilità potenziale od in atto, che possano interessare le porzioni di territorio oggetto di studio.

L'assetto morfologico del territorio appare decisamente legato ai processi alluvionali e deposizionali di una serie di corsi d'acqua (di cui il Torrente Nievole risulta il più importante), che proprio in corrispondenza della pianura hanno prodotto estesi ed articolati depositi, successivamente incisi o sepolti da sedimenti più recenti. L'evoluzione geomorfologica dell'intera zona, comunque, risente in maniera decisiva dei processi sedimentari che hanno portato al riempimento dell'antico bacino fluvio-lacustre presente nell'area della Valdinievole nel periodo Villafranchiano (Pliocene superiore - Quaternario), di cui l'attuale Padule di Fucecchio costituisce l'ultimo residuo.

Anche dal punto di vista geologico, infatti, risulta confermata la natura alluvionale dei depositi presenti nell'area esaminata, caratterizzati da frequenti litotipi argillosi, limosi e sabbiosi, la cui distribuzione areale nel sottosuolo risulta legata ai fenomeni di alluvionamento, erosione e dinamica di paleoalvei fluviali. In particolare, con riferimento alla cartografia riportata nella TAVOLA 2, risultano presenti esclusivamente "DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI ED ATTUALI" rappresentati da argille, limi e sabbie dell'Olocene, che hanno avuto origine dai processi alluvionali e deposizionali sedimentari dei principali corsi d'acqua della zona.

La natura di tali sedimenti è stata confermata, oltre che dal rilevamento sul posto, anche dai risultati di una serie di indagini geognostiche e geofisiche effettuate nelle immediate vicinanze per precedenti interventi edilizi, nell'ambito degli stessi contesti geologici e geomorfologici di pianura alluvionale.

Dal punto di vista idrogeologico, l'intervento sarà effettuato all'interno dell'area pianeggiante in destra idrografica del Torrente Nievole, dove le indagini eseguite rilevato la presenza di una falda freatica superficiale con profondità mediamente variabile fra 1,40 e 2,20 m dal piano di campagna, confermando l'esistenza di un acquifero alluvionale a modesta profondità, strettamente connesso con gli orizzonti più permeabili dei paleoalvei dello stesso Torrente Nievole e con il regime pluviometrico ed idraulico della rete drenante superficiale.

In tal senso, quindi, durante la progettazione esecutiva delle strutture e dei relativi scavi per la realizzazione delle opere di fondazione (benché di modesta profondità e prevedibilmente non interferenti con il livello piezometrico) dovrà essere accertata la soggiacenza della falda freatica ed eventualmente adottati gli opportuni sistemi per l'allontanamento delle acque dagli scavi, senza interferire negativamente con il regime idrogeologico della falda freatica stessa.

2.1. PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' GEOMORFOLOGICA

Le generali condizioni di stabilità geomorfologica nell'area nel suo complesso risultano sintetizzate nella Carta della Pericolosità Geomorfologica redatta a supporto della Variante n. 1 del P.S. Comunale (TAVOLA 3), in cui l'intero comparto territoriale viene classificato a **Pericolosità geomorfologica media (G2)**, in cui *“le situazioni geologico-tecniche sono apparentemente stabili e i problemi di stabilità sono legati essenzialmente a cedimenti per scarse caratteristiche dei terreni”*.

Tali condizioni di pericolosità geomorfologia, ai sensi del D.P.G.R 53/r del 2011 secondo cui è stato redatto l'attuale strumento urbanistico comunale, portano ad una classificazione della **fattibilità geomorfologica con normali vincoli (classe FG 2) per le aree di nuova edificazione**, in cui risulta necessario indicare la tipologia delle indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abitativo dell'attività edilizia (TAVOLA 4).

In tal senso, in sede di progettazione esecutiva degli interventi diretti e delle singole strutture, dovranno essere eseguite specifiche indagini geognostiche e di caratterizzazione stratigrafico - geotecnica di dettaglio, finalizzate a valutare l'entità dei carichi ammissibili e dei cedimenti del sottosuolo in funzione della tipologia e dimensione degli edifici e delle relative opere di fondazione (ai sensi del D.M. 14/01/08, Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 167 del 02/02/2009, D.M. 11/03/1988 e della Circolare Ministeriale Applicativa 30483 del 24/9/88), oltre che il rispetto delle disposizioni dettate dal D.P.G.R.T. 09/07/2009 n. 36/R, con particolare riferimento all'art. 6 (tipologia delle indagini geologiche, geofisiche e geotecniche da allegare al permesso a costruire o alla denuncia di inizio attività) ed all'art. 7 (classi di indagine geologiche, geofisiche e geotecniche).

Infine, a completamento delle condizioni di pericolosità e fattibilità dell'intervento, occorre rilevare che il Piano di Assetto Idrogeologico P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno (D.C.I. n. 185/04 e D.P.C.M. 6/5/2005), non classifica l'area d'intervento con alcuna pericolosità geomorfologica (stralcio n. 36 del livello di sintesi), consentendo la realizzazione gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici vigenti.

3 – CONSIDERAZIONI IDROGRAFICHE E DI RISCHIO IDRAULICO

Nei riguardi dello smaltimento e drenaggio delle acque meteoriche della zona appare utile evidenziare che i collettori idraulici di maggiore rilevanza sono costituiti dal Torrente Nievole (che rappresenta l'asse principale di smaltimento delle acque provenienti da nord e risulta idraulicamente isolato dalle acque meteoriche afferenti all'area di lottizzazione). Queste ultime risultano drenate da un sistema idrografico costituito da fossi campestri e collettori secondari che si sviluppano lungo gli appezzamenti agricoli ed i limiti di proprietà, convogliando i deflussi verso sud, assecondando la naturale acclività del terreno.

In riferimento alla possibilità di inondazione, inoltre, appare opportuno evidenziare che l'area d'intervento non ricade all'interno delle zone caratterizzate da inondazioni ricorrenti, eccezionali, o avvenute nel triennio 1991-92-93 così come definite nella "Carta Guida delle Aree Allagate" del Piano di Bacino del Fiume Arno - Stralcio Rischio Idraulico (D.P.C.M. 05.11.99). Inoltre, occorre evidenziare che l'area in esame non ricade tra quelle di pertinenza fluviale degli affluenti del Fiume Arno e non sono previsti interventi strutturali di tipo A o di tipo B per la riduzione del rischio idraulico.

3.1. PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' IDRAULICA

Le condizioni di pericolosità idraulica dell'area in esame derivano dall'efficienza di smaltimento delle acque all'interno dell'alveo del Torrente Fievole, posto circa 600 m più ad est. Il dettaglio definito nell'ambito dello Studio Idrologico-Idraulico redatto a supporto dello Strumento Urbanistico Comunale (D.R.E.A.M - dicembre 2007), infatti, individua una zona di ristagno delle acque di esondazione nella porzione orientale del lotto in esame ed una zona di transito delle stesse nell'area occidentale, entrambe con battenti duecentennali indicati inferiori a 30 cm per tutta l'area di lottizzazione (TAVOLA 5).

Sulla base di tali indicazioni, nella Carta della Pericolosità Idraulica redatta a supporto del Regolamento Urbanistico comunale di Pieve a Nievole (TAVOLA 6), viene individuata per gran parte dell'area di lottizzazione una **Pericolosità idraulica elevata (L.3t)**, per transiti con tempo di ritorno compreso fra 30 e 200 anni, mentre per la porzione centrale della zona orientale della stessa lottizzazione viene definita una **Pericolosità idraulica elevata (L.3b)**, per battenti di ristagno con tempo di ritorno compreso fra 30 e 200 anni.

Tali condizioni di pericolosità idraulica, ai sensi del D.P.G.R 53/r del 2011 secondo cui è stato redatto l'attuale strumento urbanistico comunale, portano ad una classificazione della **fattibilità idraulica condizionata (classe FI 3) per le aree di nuova edificazione** (TAVOLA 7).

Per quest'ultima classificazione risulta necessario rispettare i criteri del paragrafo 3.2.2.2 dell'Allegato A al D.P.G.R 53/r del 2011 ed inoltre, ai sensi dell'art. 56 delle N.T.A. del R.U., all'interno del perimetro dei sistemi insediativi (n° 2 Capoluogo sud – Il Gallo) *“non sono necessari interventi di messa in sicurezza per le infrastrutture a rete (quali strade, fognature e sotto servizi in genere) purché sia assicurata la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini”*. Inoltre *“sono consentiti, nei sistemi insediativi e nel tessuto extraurbano, nuove edificazioni e nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi in fregio ai corsi d'acqua, per le quali sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi strutturali per la riduzione del rischio sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio finalizzati a garantire la messa in sicurezza per eventi con tempi di ritorno di 200 anni. Gli interventi di messa in sicurezza, anche senza l'attuazione di interventi strutturali, devono prevedere l'autocompensazione dei volumi sottratti alla espansione delle acque, valutati in riferimento al battente atteso per tempi di ritorno duecentennali, con un franco di 30 cm, raffrontando il battente alla quota effettiva del terreno, come risultante da rilievi topografici di dettaglio”*.

Sulla base di tali evidenze, ed in particolare dalla distanza rispetto al Torrente Nievole (circa 600 m) può essere scongiurata la definizione di *“area in fregio ai corsi d'acqua”*, di cui al paragrafo 3.2.2.2 del D.P.G.R 53/r – 2011, pertanto la fattibilità delle aree di parcheggio pubblico previste nella porzione settentrionale della lottizzazione, nonché della relativa viabilità, risulta garantita realizzandoli a raso rispetto all'attuale piano di campagna, ferma restando la necessità di ottemperare alla messa in sicurezza idraulica relativamente ai singoli lotti edificabili, prevedendo l'autocompensazione dei volumi sottratti all'espansione delle acque in esondazione, così come meglio descritto al paragrafo seguente.

A completamento della caratterizzazione idraulica della zona, occorre rilevare che il Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico - P.A.I. (D.C.I. n. 185/04 e D.P.C.M. 6/5/2005) individua per l'area in esame una classe di pericolosità idraulica media (PI 2 – stralcio 166 – livello di dettaglio), consentendo quindi la fattibilità di quanto previsto dagli strumenti di governo del territorio.

3.2. MITIGAZIONE IDRAULICA ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA

Allo scopo di rispettare quanto indicato al paragrafo 3.2.2.2 dell'Allegato A al D.P.G.R 53/r del 2011 ed ai sensi dell'art. 56 delle N.T.A. del R.U., in questa sede sono state considerate le sezioni critiche di tracimazione in destra idrografica del Torrente Nievole, che possono interessare l'area di lottizzazione. In particolare l'analisi di approfondimento idraulico condotta in questa sede ha

permesso di stimare con maggior precisione i battenti di transito ed accumulo delle acque in esondazione (comunque inferiori a 30 cm), sulla base dei risultati già acquisiti nell'ambito dello Studio Idraulico di supporto al Regolamento Urbanistico Comunale.

Nel dettaglio sono state affrontate le seguenti fasi:

- Acquisizione dei dati relativi allo studio redatto a supporto del Regolamento Urbanistico e ricostruzione delle portate e dei volumi esondati lungo l'argine destro del Torrente Nievole a partire dal tratto a valle del sottopasso autostradale, per eventi con tempo di ritorno pari a 200 anni, che interessano le celle idrauliche n. 23 e 26 (adiacenti al corso d'acqua), n. 54 a monte dell'intervento e n. 45, in cui è posto il lotto d'intervento, così come evidenziato in TAVOLA 8
- Ricostruzione del modello geometrico-idraulico finalizzato a stimare con maggiore precisione i battenti di transito ed accumulo delle acque che interessano l'area di studio.

Per procedere alla valutazione dei battenti di transito ed accumulo sono state ricostruite le portate massime duecentennali che interessano l'area d'intervento, assumendo lo scenario di pioggia più gravoso (che massimizza l'evento di piena), corrispondente ad una durata di 6 ore con il padule di Fucecchio "pieno", così come riportato nell'idrogramma seguente.

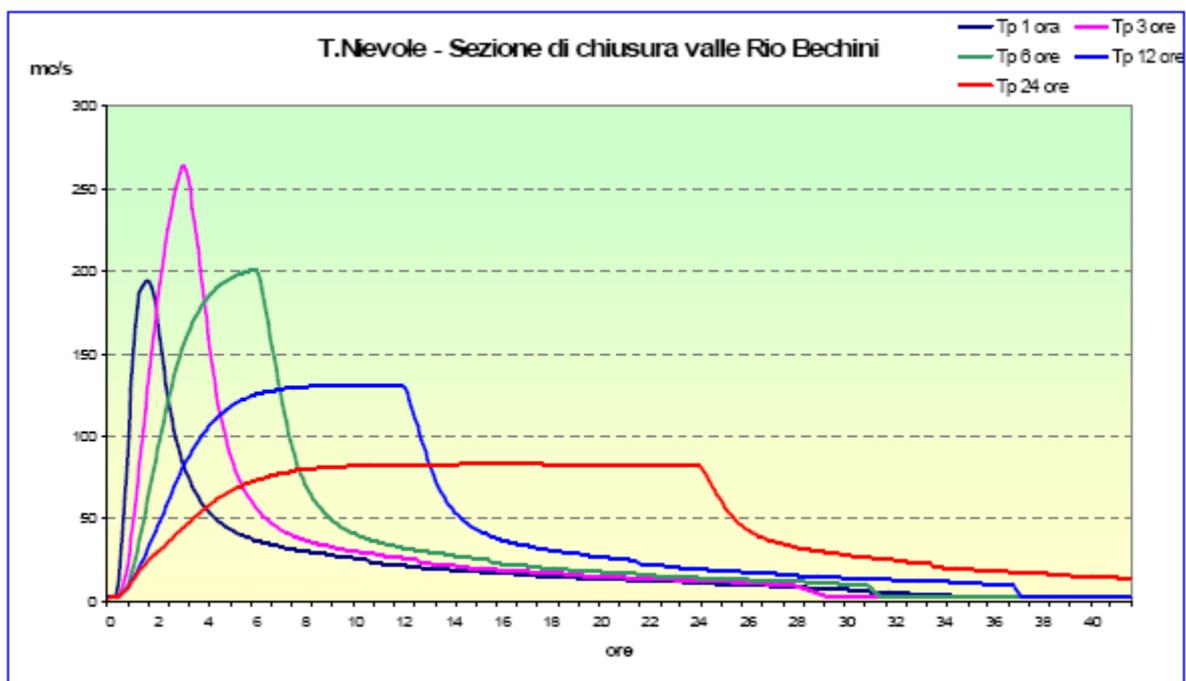


Figura 4 - Idrogrammi duecentennali per il T.Nievole dopo la confluenza con il R.Bechini

L'analisi della dinamica degli allagamenti e dei relativi transiti delle acque che può interessare l'area d'intervento indica che le esondazioni provengono esclusivamente dall'argine

destro del Torrente Nievole nel tratto a valle del sottopasso autostradale, in corrispondenza delle sezioni di studio n. PT2726_235, PT2726_270, PT2726_275 (TAVOLA 8).

In particolare, le acque esondate che transitano inizialmente all'interno delle celle tendono ad accumularsi nelle porzioni morfologicamente più depresse, con battenti anche nell'ordine di 80 cm, seguendo il seguente schema di flusso:

- Da Torrente Nievole a Cella 23: 23.700 m³;
- Da Torrente Nievole a Cella 26: 70.950 m³;
- Da Cella 23 a Cella 26: 750 m³;
- Da Cella 23 a Cella 54: 9.600 m³;
- Da Cella 26 a Cella 45: 1.960 m³;
- Da Cella 54 a Cella 45: 870 m³.

Dall'analisi delle simulazioni effettate risulta che la cella idraulica di riferimento n. 45 viene investita da 1960 mc d'acqua in transito proveniente da est (cella n. 26) e da 870 mc provenienti da nord (cella n. 54). Tuttavia, in considerazione del fatto che le portate provenienti da nord sono relative all'intero fronte di contatto con la cella n. 54, per tutta la lunghezza di Via Leonardo Da Vinci, e che la lottizzazione in esame ha sviluppo planimetrico in senso nord-sud, in questa sede è stata valutata la quotaparte del volume idrico proveniente da nord, distribuendolo proporzionalmente alla lunghezza del fronte interessato (circa 60 m) dalle acque che per condizione morfologica possono investire la lottizzazione in esame, pari a circa 130 mc (TAVOLA 9).

In sostanza è stato analizzato l'assetto topografico e le quote del terreno dell'area in esame e di quelle immediatamente circostanti, nonché l'andamento del reticolo idrografico (che rappresenta comunque un elemento di drenaggio e direzione preferenziale per la propagazione delle acque), in modo da stimare cautelativamente una volumetria idrica delle acque in transito e/o accumulo afferenti alla lottizzazione in esame, complessivamente pari a 2.090 mc = 1960 mc + 130 mc.

Tale volume, cautelativamente è stato considerato uniformemente distribuito sulla sola superficie dell'area di lottizzazione (pari a 9.990 mq), individuando nello stato attuale un battente medio di transito e/o accumulo delle acque nell'ordine di 21 cm sull'intera superficie del lotto (compatibile con le indicazioni cartografiche inferiori a 30 cm), che ovviamente risulterà localmente più elevato in corrispondenza degli avvallamenti dei fossi campestri, e più ridotto presso le aree topografiche più rilevate o a morfologia convessa.

Alla luce del quadro idrologico-idraulico individuato ed in relazione al conseguimento di una ragionevole sicurezza dal rischio di ristagno e transito delle acque meteoriche, vengono fornite alcune indicazioni progettuali per mitigarne gli effetti, sia sugli edifici previsti, che nelle aree limitrofe, relativamente all'incremento di deflusso delle acque meteoriche prodotto dalle nuove

superfici impermeabili (in questa sede con particolare riferimento alle opere di urbanizzazione) e dall'occupazione del battente idraulico sviluppato per l'intera superficie della lottizzazione (con particolare riferimento ai lotti edificabili ed alle relative pertinenze che verranno poste alla quota di sicurezza idraulica).

In particolare dovrà essere realizzato, all'interno dei terreni a disposizione della lottizzazione, un sistema che consenta l'autocontenimento e la compensazione dei volumi idrici prodotti dagli interventi, mediante la realizzazione di aree a verde ribassate, ampliamento di fosse esistenti, dalla messa in opera di collettori fognari di dimensioni maggiori rispetto a quelli necessari per il solo allontanamento delle acque, oppure da apposite vasche di raccolta o cisterne interrato, destinate all'accumulo dei surplus idrici.

I battenti idraulici con tempo di ritorno duecentennale, definiti nella suddetta analisi idraulica e nell'apposito Studio Idrologico-Idraulico redatto a supporto dello Strumento Urbanistico Comunale, individuano valori mediamente e generalmente di 21 cm. Pertanto, la **quota di sicurezza idraulica** di cui tener conto nella progettazione del piano di calpestio dei fabbricati e delle relative pertinenze esterne, per garantirne l'assenza di allagamento, risulta pari a 51 cm rispetto al piano di campagna attuale [21,0 cm (battente idraulico duecentennale medio) + 30,0 cm (franco di sicurezza)].

Relativamente ai **volumi idrici da considerare ai fini dell'autocompensazione**, tuttavia, occorre precisare che la superficie di lottizzazione che verrà edificata e posta alla quota di sicurezza idraulica (fatta eccezione per le aree destinate a viabilità, parcheggi pubblici e pertinenze private eterne ai fabbricati – in questa sede ipotizzati a raso) presentano un'estensione complessiva di circa 2.126 mq (ovvero pari a quella delle superfici coperte degli undici lotti edificabili - TAVOLA 9). Pertanto il volume medio da compensare per effetto dell'ingombro edificatorio al suolo del battente idraulico locale risulta pari a $2.126 \text{ mq} \times 0,21 \text{ m} =$ circa **450 mc**.

Tali volumetrie potranno essere contenute ed autocompensate sfruttando il volume sottostante ciascun fabbricato (che dovrà comunque essere scavato per la realizzazione delle opere di fondazione), lasciando uno spazio vuoto comunicante con l'esterno mediante tubazioni o griglie laterali, che consenta alle eventuali acque di esondazione di espandersi naturalmente al di sotto dei singoli edifici (fra il terreno originale o platea di fondazione e l'intradosso del solaio al piano terra) evitando di incrementare il battente idraulico duecentennale nelle aree limitrofe e garantendo la dovuta "trasparenza idraulica".

Relativamente alle prescrizioni della *Norma 13* del Piano di Bacino del Fiume Arno - Stralcio Rischio Idraulico (D.P.C.M. 05.11.99) e dell'art. 54.5 delle N.T.A. del Regolamento Urbanistico Comunale (in merito alla mitigazione idraulica legata all'impermeabilizzazione dei suoli), in questa sede sono stati valutati gli effetti derivanti esclusivamente dalla realizzazione delle opere di

urbanizzazione primaria (viabilità di accesso, penetrazione e parcheggi pubblici), in quanto i singoli lotti edificabili (alcuni dei quali saranno oggetto di futura compravendita e/o modifica delle superfici utilizzabili) non dispongono, allo stato attuale, di una progettazione così avanzata da definire l'estensione delle diverse superfici permeabili, impermeabili o semipermeabili, che saranno opportunamente valutate e considerate in sede di progettazione esecutiva di ogni singolo lotto.

Per le sole superfici interessate dalle opere di urbanizzazione (comunque suddivise fra area pubblica da cedere al Comune ed area privata Condominiale), quindi, sono state valutate le portate in deflusso derivanti rispettivamente dall'utilizzo attuale (superficie permeabile) e da quello futuro (viabilità e marciapiedi impermeabili di nuova realizzazione e parcheggi semipermeabili), stimando le portate idriche provocate dalle precipitazioni attese con tempi di ritorno ventennali, usualmente impiegati per il dimensionamento dei sistemi fognari e di smaltimento delle acque meteoriche, assumendo i dati pluviometrici relativi ed una pioggia oraria di 60 mm e le superfici in progetto, così come rappresentato nelle tabelle seguenti:

STIMA DELLA PORTATA IN DEFLUSSO NELLA CONDIZIONE ATTUALE

Il calcolo della portata idrica in deflusso attesa attualmente a valle dell'area in esame è stata effettuata stimando indicativamente l'aliquota di deflusso prodotta dalle attuali superfici permeabili (che saranno oggetto di impermeabilizzazione relativamente alle opere di urbanizzazione primaria), mediante la seguente relazione "Formula Razionale":

$$Q_{\max} = \frac{Pc \cdot Cd \cdot A}{3,6 \cdot Tc}$$

dove: $Pc = 60,00$ mm - precipitazione oraria assunta con tempo di ritorno ventennale;

Cd = coefficiente di deflusso per le superfici a diversa permeabilità;

A = area delle diverse superfici;

Tc = tempo di corrivazione espresso in ore;

AREA PUBBLICA DA CEDERE ALL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE					
SUPERFICI		Cd	Hc (mm)	Tc (ore)	Q (mc/ora)
superficie impermeabile (mq)	0,00	1	60,00	1	0,00
superficie permeabile (mq)	1200,00	0,1	60,00	1	7,20
superficie semipermeabile (mq)	0,00	0,4	60,00	1	0,00
superficie totale lotto (mq)	1200,00				7,20

AREA PRIVATA CONDOMINIALE					
SUPERFICI		Cd	Hc (mm)	Tc (ore)	Q (mc/ora)
superficie impermeabile (mq)	0,00	1	60,00	1	0,00
superficie permeabile (mq)	1672,48	0,1	60,00	1	10,03
superficie semipermeabile (mq)	0,00	0,4	60,00	1	0,00
superficie totale lotto (mq)	1672,48				10,03

I risultati ottenuti forniscono un valore $Q_{max} = 7,20$ mc/ora per l'area pubblica e $Q_{max} = 10,03$ mc/ora per l'area privata condominiale, corrispondenti alla quantità d'acqua che viene smaltita dal sistema idrografico esistente nella condizione attuale e pre-intervento.

STIMA DELLA PORTATA IN DEFLUSSO NELLA CONDIZIONE DI PROGETTO

In questo caso, il calcolo della portata idrica è stato effettuato mantenendo costanti il tempo di corrivazione (1 ora) e l'altezza di pioggia critica (60,00 mm), ma stimando separatamente il contributo del coefficiente di deflusso per i terreni a diversa destinazione d'uso del suolo, considerando impermeabili le superfici di viabilità e marciapiedi e semipermeabili gli stalli di parcheggio.

L'impiego della medesima "Formula Razionale":

$$Q_{max} = \frac{Pc \cdot Cd \cdot A}{3,6 \cdot Tc}$$

fornisce i seguenti parametri di calcolo:

AREA PUBBLICA DA CEDERE ALL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE					
SUPERFICI		Cd	Hc (mm)	Tc (ore)	Q (mc/ora)
superficie impermeabile (mq)	577,59	1	60,00	1	34,66
superficie permeabile (mq)	183,71	0,1	60,00	1	1,10
superficie semipermeabile (mq)	438,70	0,4	60,00	1	10,53
superficie totale lotto (mq)	1200,00				46,29

AREA PRIVATA CONDOMINIALE					
SUPERFICI		Cd	Hc (mm)	Tc (ore)	Q (mc/ora)
superficie impermeabile (mq)	1495,11	1	60,00	1	89,71
superficie permeabile (mq)	177,37	0,1	60,00	1	1,06
superficie semipermeabile (mq)	0,00	0,4	60,00	1	0,00
superficie totale lotto (mq)	1672,48				90,77

I risultati ottenuti forniscono un valore $Q_{max} = 46,29$ mc/ora per l'area pubblica e $Q_{max} = 90,77$ mc/ora per l'area privata condominiale, corrispondenti alla quantità d'acqua che dovrà essere smaltita in un'ora nelle condizioni che si verranno a creare a seguito delle opere di urbanizzazione.

Alla luce di tali considerazioni, quindi, la differenza tra la situazione di progetto delle opere di urbanizzazione e quella attuale corrisponde alle seguenti volumetrie di surplus idrico da compensare per effetto delle nuove impermeabilizzazioni relative alle due porzioni (pubblica comunale e privata condominiale):

	Volume idrico (mc)
AREA PUBBLICA DA CEDERE ALL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE	46,29 - 7,20 = 39,09
AREA PRIVATA CONDOMINIALE	90,77 - 10,03 = 80,74

Tali volumetrie potranno essere contenute e compensate con le seguenti modalità:

- AREA PUBBLICA DA CEDERE ALL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE: abbassando di circa 44 cm l'area a verde pubblico posta a nord-est della lottizzazione, con estensione pari a circa 90 mq, potrà essere ottenuto un recupero volumetrico analogo a quello calcolato in questa sede (TAVOLA 9).
- AREA PRIVATA CONDOMINIALE: abbassando di circa 48 cm l'area a verde privato condominiale posta a sud della lottizzazione, con estensione pari a circa 170 mq, potrà essere ottenuto un recupero volumetrico analogo a quello calcolato in questa sede (TAVOLA 9).

L'insieme delle due volumetrie, complessivamente, consentirà di recuperare una capacità di accumulo analoga a quella calcolata per effetto dell'impermeabilizzazione prodotta dalle opere di urbanizzazione primaria. Tali sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche dovranno essere dotati di una bocca tarata con portate in uscita non superiori a 7,20 mc/ora per l'area pubblica e 10,03 mc/ora per l'area privata condominiale, in modo da non aggravare verso valle l'assetto idraulico del sistema idrografico esistente e consentire uno scarico delle acque con sufficiente ritardo rispetto al picco di piena.

La valutazione del diametro della tubazione a sezione tarata in uscita dal sistema di contenimento è stata effettuata ipotizzando un collettore di scarico nel sistema idrografico esistente a sezione circolare e diametro variabile in funzione della pendenza e del materiale utilizzato. Impiegando la seguente relazione:

$$Q_{amm} = v \cdot A$$

dove:

v = velocità della corrente espressa in m/s,

A = area bagnata della sezione espressa in mq,

e stimando la velocità media della corrente (v) attraverso la formula di Chèzy: $v = \chi \sqrt{R i}$, nella quale:

i = pendenza espressa in percentuale;

R = raggio idraulico, corrispondente al rapporto fra la superficie di deflusso ed il perimetro bagnato;

χ = coefficiente di resistenza definito secondo Manning dalla relazione $1/n R^{1/6}$ con n coefficiente di scabrezza delle pareti espresso in $m^{-1/3}$,

sono state rappresentate diverse soluzioni progettuali, così come indicato nelle tabelle seguenti:

AREA PUBBLICA DA CEDERE ALL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE				
Tubazione metallica, in materiale plastico o PVC				
Diametro interno (cm)	Pendenza % del tubo	Raggio Idraulico	Coefficiente di Manning	Portata in uscita (mc/ora)
7,5	0,50	0,019	0,011	7,20
6,6	1,00	0,016	0,011	7,20
6,1	1,50	0,015	0,011	7,20
5,8	2,00	0,014	0,011	7,20
5,5	2,50	0,014	0,011	7,20

AREA PRIVATA CONDOMINIALE				
Tubazione metallica, in materiale plastico o PVC				
Diametro interno (cm)	Pendenza % del tubo	Raggio Idraulico	Coefficiente di Manning	Portata in uscita (mc/ora)
8,5	0,50	0,021	0,011	10,03
7,5	1,00	0,019	0,011	10,03
6,9	1,50	0,017	0,011	10,03
6,5	2,00	0,016	0,011	10,03
6,3	2,50	0,016	0,011	10,03

L'adozione di questo accorgimento progettuale permetterà di non aggravare verso valle l'assetto idraulico del reticolo idrografico, mantenendo una portata idrica in uscita del tutto analoga a quella attuale e pre-intervento.

4 – CONSIDERAZIONI STRATIGRAFICO – GEOTECNICHE E SISMICHE

4.1. PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' SISMICA

Relativamente agli aspetti sismici, il Comune di Pieve a Nievole risulta classificato sismico (Ord. P.C.M. 3274/03) ed inserito in zona 3 secondo l'ultima classificazione sismica regionale (Del.G.R.T. 878 del 8/10/2012), con accelerazione convenzionale massima $a = 0,15$ g. L'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" impone alla progettazione di assumere i metodi di verifica agli "stati limite", mentre la Circolare Min.LL.PP. n. 617 del 02.02.2009, approvata dal Consiglio Sup. LL.PP. e pubblicata sulla G.U. n. 47 del 26.02.2009, detta istruzioni per l'applicazione delle nuove N.T.C.

In tal senso, dal punto di vista sismico è stato fatto riferimento alla Carta delle microzonee omogenee in prospettiva sismica (MOPS) - (TAVOLA 10), dove l'area in esame viene classificata in "zona 4" (suscettibile di amplificazione locale), relativa a coperture alluvionali limo-argillo-sabbiose

con spessori superiori a 60 m, sovrastanti il substrato litoide. In effetti, limitrofe prospezioni geofisiche profonde di microtremore a stazione singola, con elaborazione HVSR, indicano picchi di frequenza generalmente bassi (pari a 0,536 Hz e 0,873 Hz) corrispondenti a medio-elevate profondità del substrato sismico (verosimilmente comprese fra 60 e 160 m), estrapolabili secondo la relazione $f = Vs/4H$.

Tali elementi portano ad una classificazione di **Pericolosità sismica media (S2)**, così come risulta nell'omonima cartografia redatta a supporto del Regolamento Urbanistico Comunale (TAVOLA 11), comportando una conseguente classificazione di **fattibilità sismica con normali vincoli (classe FS 2) per le aree di nuova edificazione**, in cui non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia (TAVOLA 12).

In ogni caso, in sede di progettazione esecutiva degli interventi diretti e delle singole strutture dovranno essere eseguite apposite indagini geofisiche e di caratterizzazione sismica di dettaglio, ai sensi del D.M. 14/01/08, Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 167 del 02/02/2009, D.M. 11/03/1988 e della Circolare Ministeriale Applicativa 30483 del 24/9/88, oltre che il rispetto delle disposizioni dettate dal D.P.G.R.T. 09/07/2009 n. 36/R, con particolare riferimento all'art. 6 (tipologia delle indagini geologiche, geofisiche e geotecniche da allegare al permesso a costruire o alla denuncia di inizio attività) ed all'art. 7 (classi di indagine geologiche, geofisiche e geotecniche).

4.2. ASPETTI LITOTECNICI E INDAGINI GEOGNOSTICHE–GEOFISICHE

La caratterizzazione stratigrafico-litotecnica e geofisica preliminare dei terreni presenti è stata acquisita dalle informazioni riportate nella Carta dei dati di base e delle indagini note redatta a supporto del Regolamento Urbanistico Comunale (TAVOLA 13), nonché da indagini limitrofe effettuate nell'ambito degli stessi sedimenti e costituite da prospezioni sismiche di tipo MASW e prove penetrometriche statiche (CPT) o dinamiche leggere (DL30) eseguite nel 1994, 1995, 1998, 2009 e 2011, condotte a supporto di altri interventi edilizi.

In questa sede, le prospezioni di sottosuolo note (allegate alla presente relazione) hanno permesso di definire, se pur in maniera indicativa, le caratteristiche geolitologiche e litotecniche dei terreni, permettendo di estrapolare con buona approssimazione un generico assetto litostratigrafico per l'intera lottizzazione in esame.

Nel dettaglio, le prove penetrometriche statiche (CPT) eseguite nelle vicinanze all'area d'intervento, realizzate mediante l'utilizzo di un penetrometro statico munito di punta conica Begemann standard (diametro $\varnothing = 35,7$ mm, angolo al vertice $\beta = 60^\circ$, Superficie = 10 cmq) e manicotto laterale, permettono di registrare i valori di resistenza alla penetrazione della punta e

dell'attrito laterale sul manicotto misurati ogni 20 cm di infissione nel terreno da parte di una batteria di aste. Le prove penetrometriche dinamiche (DL30), invece, vengono eseguite mediante un penetrometro dotato di una massa battente che cade da un'altezza costante, permettendo di definire la stratigrafia dei terreni sulla base del numero di colpi necessari ad infiggere nel terreno una serie di aste spinte dalla percussione della stessa massa battente (Nspt).

In particolare, i risultati emersi dall'insieme dei dati acquisiti hanno evidenziato la presenza di materiali prevalentemente coesivi, caratterizzati da limi sabbiosi e sabbie limose con resistenze alla penetrazione della punta generalmente medio-basse e comprese fra 3 e 12 Kg/cm² (Nspt = 2-5), che si estendono fino a profondità comprese fra 4,00 e 7,00 m di profondità. Al di sotto, fino al termine delle prospezioni svolte, sono presenti limi argillosi ed argille limose più consistenti, caratterizzati da resistenze statiche alla penetrazione della punta generalmente comprese fra 20 e 40 Kg/cm² (Nspt = 8-15).

Le prospezioni sismiche di tipo M.A.S.W. effettuate nelle vicinanze (TAVOLA 13), infine, consentono l'analisi delle onde superficiali di Rayleigh (risultato dell'interferenza tra le onde longitudinali e quelle di taglio verticali), permettendo la stima della velocità delle onde di taglio (S) e conseguentemente la determinazione del profilo di velocità (Vs) con la profondità, che nel caso specifico indicano valori V_{s30} compresi fra 219 e 355 m/sec, ovvero l'attribuzione preliminare ad una categoria di sottosuolo "C" ai sensi del D.M. 14.01.2008.

Tale assetto stratigrafico-geotecnico e geofisico, benchè preliminare e del tutto indicativo, consente comunque di definire la completa compatibilità fra quanto previsto e le condizioni litotecniche del sottosuolo (tipiche di depositi alluvionali di media o mediocre resistenza geomeccanica), escludendo l'impiego di fondazioni particolarmente complesse o impegnative dal punto di vista tecnico-strutturale.

Una specifica campagna geognostica da eseguirsi successivamente (in sede di progettazione esecutiva degli interventi diretti e delle singole strutture), affronterà gli aspetti geologico-geotecnici di dettaglio connessi con la valutazione (secondo i criteri di progettazione agli stati limite) dei carichi ammissibili e dei cedimenti del sottosuolo (ai sensi del D.M. 11/03/88, Circ. LL. PP. Del 24.09.1988 n. 30483, Ord. P.C.M. 3274/03, D.M. 14.09.2005, D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni", D.P.G.R. 36/R del 09/07/2009), anche in rapporto alle tipologie delle opere di fondazione ed ai criteri di progettazione strutturale che saranno adottati, nonché in riferimento alle relative classi d'indagine ai sensi dall'art. 7 comma 3 del D.P.G.R. 36/R del 09/07/2009.

5 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio geologico di fattibilità redatto a supporto del Piano Attuativo PA-3, posto in località Palagina - Via Leonardo da Vinci, nel Comune di Pieve a Nievole, ha permesso di valutare la compatibilità dell'intervento in rapporto ai vincoli territoriali esistenti ed alla fattibilità di quanto previsto (soprattutto ai sensi dello Strumento Urbanistico Comunale), in funzione dell'assetto geologico-stratigrafico generale, idrogeologico, geotecnico-sismico, idraulico e territoriale nel suo complesso, con particolare riferimento alle vigenti disposizioni legislative in materia di pianificazione territoriale e prevenzione sismica.

Alla luce di quanto svolto, la fattibilità dell'intervento risulta positivamente verificata con le prescrizioni e le considerazioni tecniche espresse in questa sede.

Montecatini Terme, novembre 2015

TAVOLA 1
SCALA 1:5.000
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

AREA D'INTERVENTO

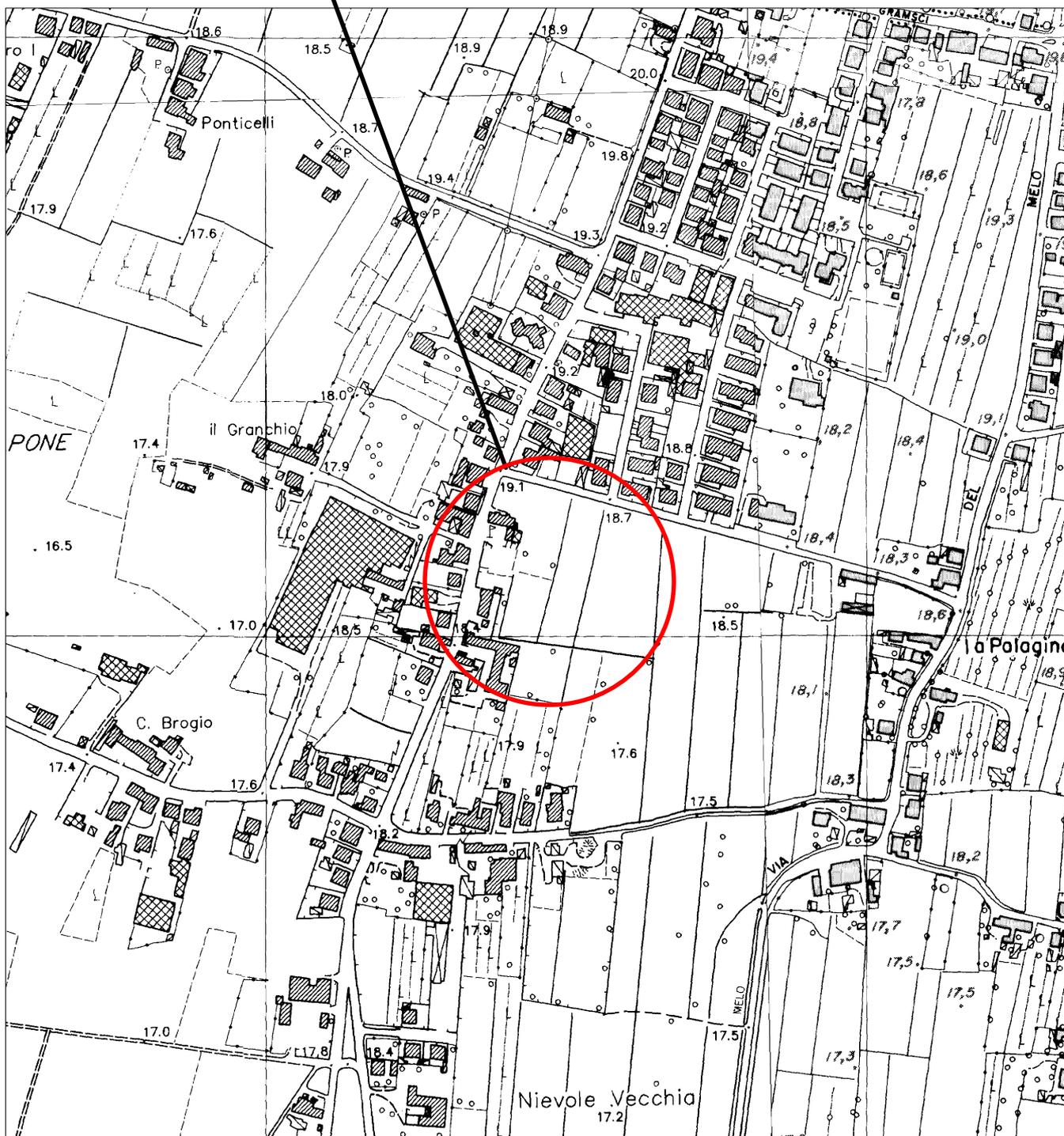
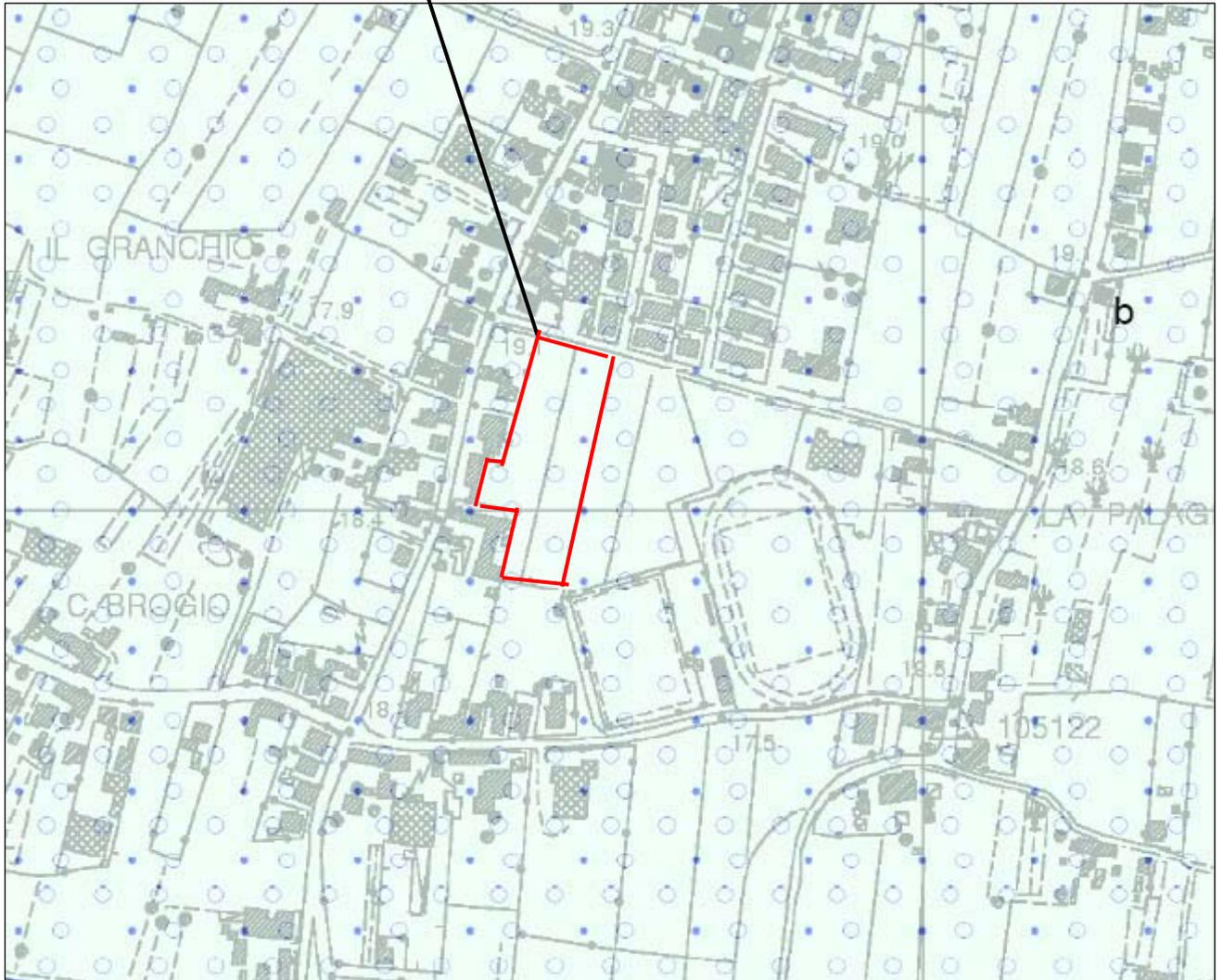
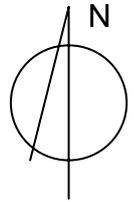


TAVOLA 2
SCALA 1:5.000
CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA REGIONALE

AREA D'INTERVENTO



LEGENDA

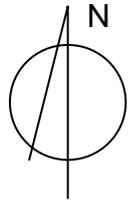


b (GS)

Depositi alluvionali attuali e recenti

TAVOLA 3
SCALA 1:5.000
CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA
(Tratta dalla Variante n. 1 al P.S. Comunale – luglio 2014)

AREA D'INTERVENTO

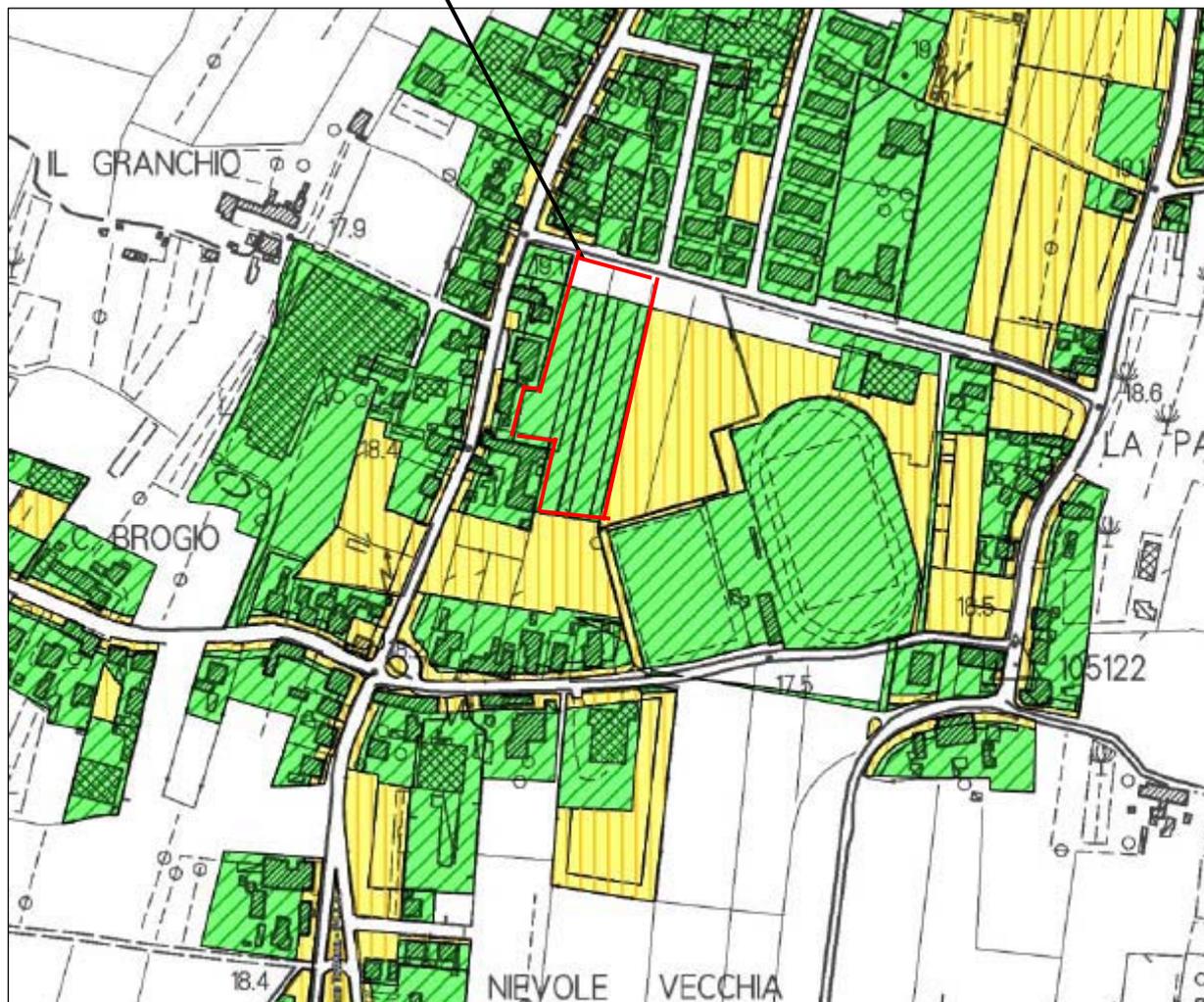
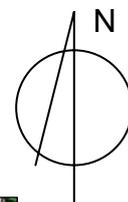


LEGENDA

-  **PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA BASSA (G1)**
-  **PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA MEDIA (G2)**
-  **PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA ELEVATA (G3)**
-  **PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA MOLTO ELEVATA (G4)**

TAVOLA 4
SCALA 1:5.000
CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOMORFOLOGICA
(Tratta dal R.U. Comunale n. 2 – settembre 2014)

AREA D'INTERVENTO

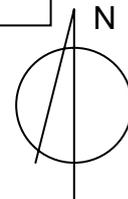


LEGENDA

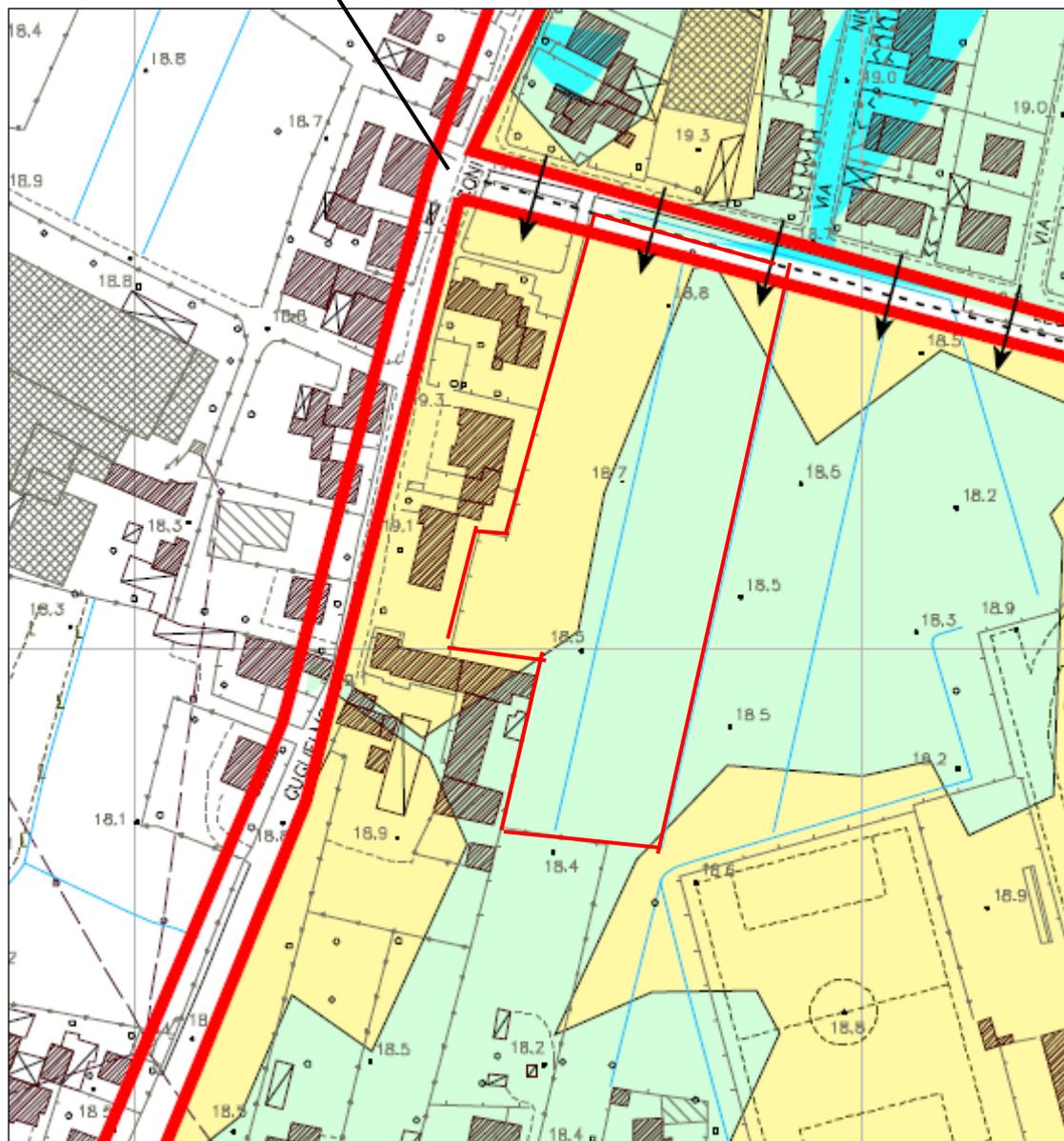
Fattibilità per fattori geomorfologici

- G.1 - Fattibilità geomorfologica senza particolari limitazioni
- G.2 - Fattibilità geomorfologica con normali vincoli
- G.3 - Fattibilità geomorfologica condizionata

TAVOLA 5
SCALA 1:2.000
CARTA DEI BATTENTI IDRAULICI CON TEMPO DI RITORNO DUECENTENNALE
 (Tratta dallo Studio Idraulico di supporto al R.U. Comunale – dicembre 2007)



AREA D'INTERVENTO



LEGENDA

Altezza di battente

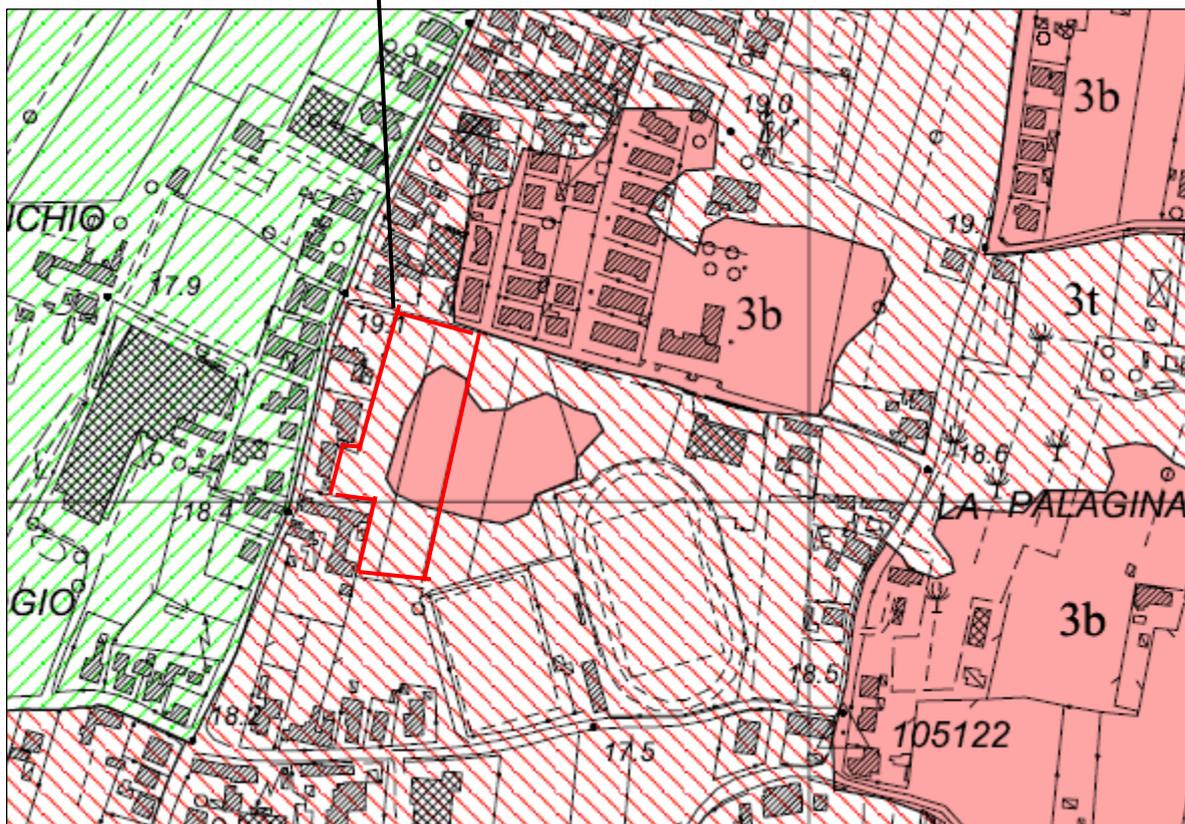
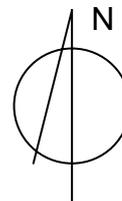
- Battente < 0.3 m
- Battente fra 0.3 e 0.8 m
- Battente fra 0.8 e 1.3 m
- Battente fra 1.3 e 1.8 m

Altezza di battente di transito

- Transito < 0.3 m
- Transito fra 0.3 e 0.8 m
- Transito fra 0.8 e 1.3 m
- Transito > 1.3

TAVOLA 6
SCALA 1:5.000
CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA
(Tratta dal R.U. Comunale – gennaio 2009)

AREA D'INTERVENTO

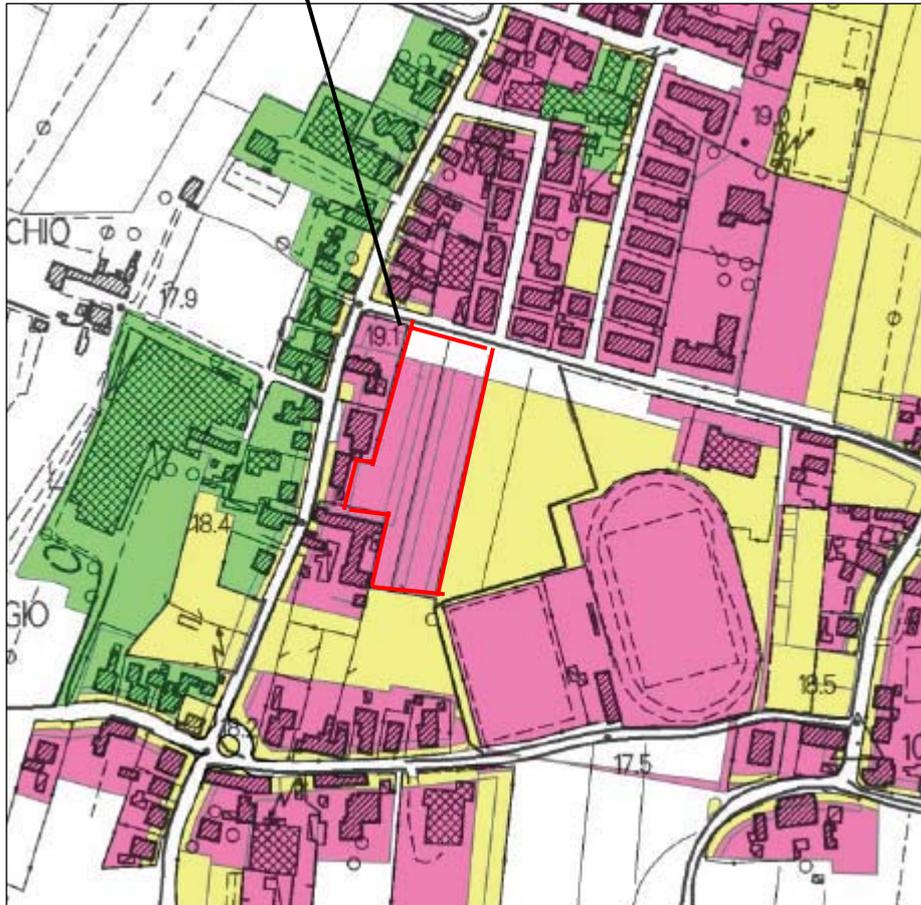
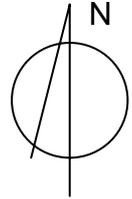


LEGENDA

-  I.2 - PERICOLOSITÀ PER FATTORI IDRAULICI MEDIA $200 < T_r < 500$.
-  I.3t - PERICOLOSITÀ PER FATTORI IDRAULICI ELEVATA per transiti $30 < T_r < 200$.
-  I.3b - PERICOLOSITÀ PER FATTORI IDRAULICI ELEVATA per battenti $30 < T_r < 200$.

TAVOLA 7
SCALA 1:5.000
CARTA DELLA FATTIBILITA' IDRAULICA
(Tratta dal R.U. Comunale n. 2 – febbraio 2015)

AREA D'INTERVENTO



LEGENDA

- FI.1 - Fattibilità idraulica senza particolari limitazioni
- FI.2 - Fattibilità idraulica con normali vincoli
- FI.3 - Fattibilità idraulica condizionata
- FI.3 - Fattibilità idraulica subordinata
- FI.4 - Fattibilità idraulica differita

TAVOLA 8
SCALA 1:10.000
CELLE E SEZIONI IDRAULICHE DI RIFERIMENTO

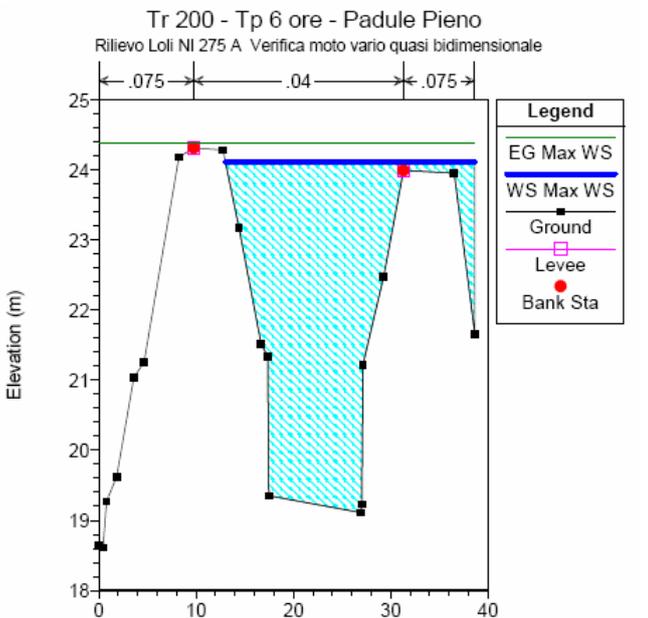
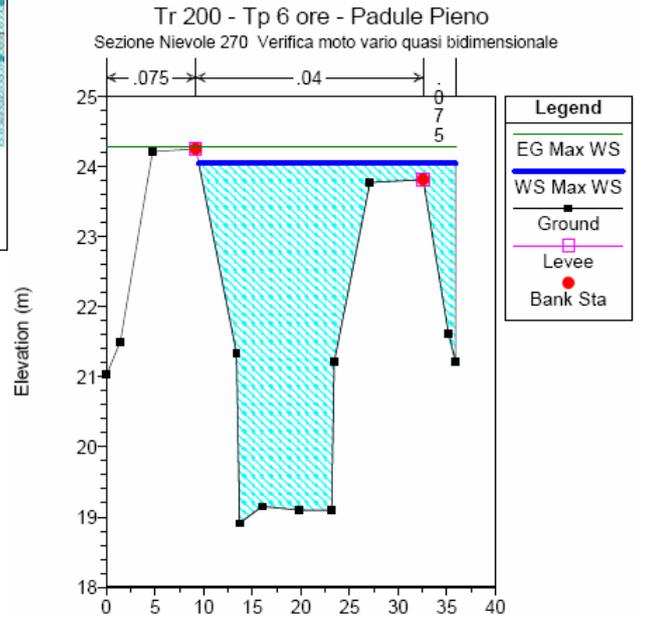
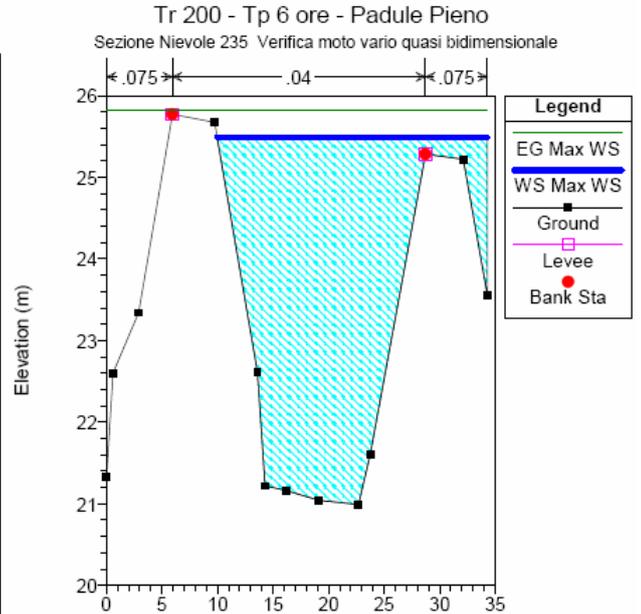
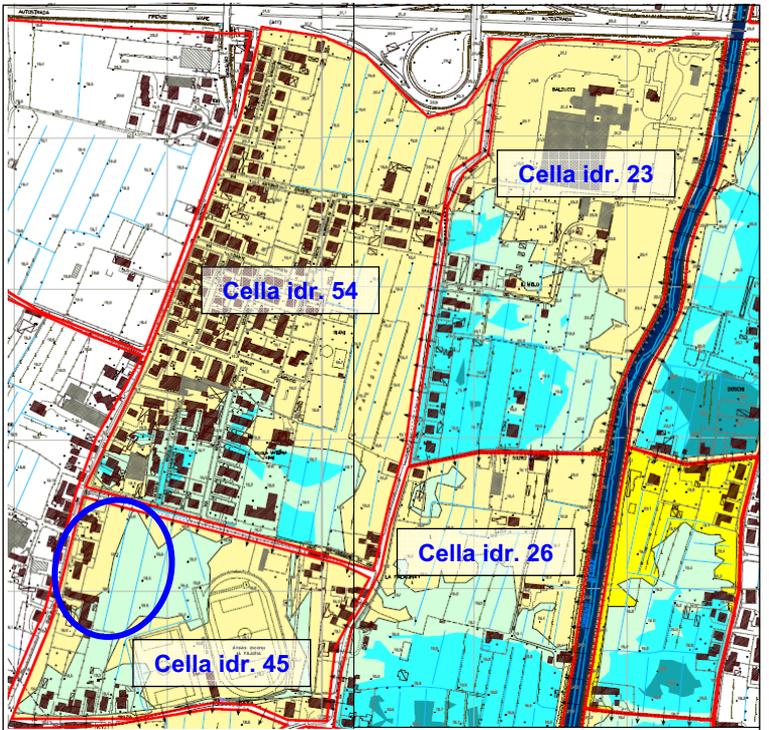
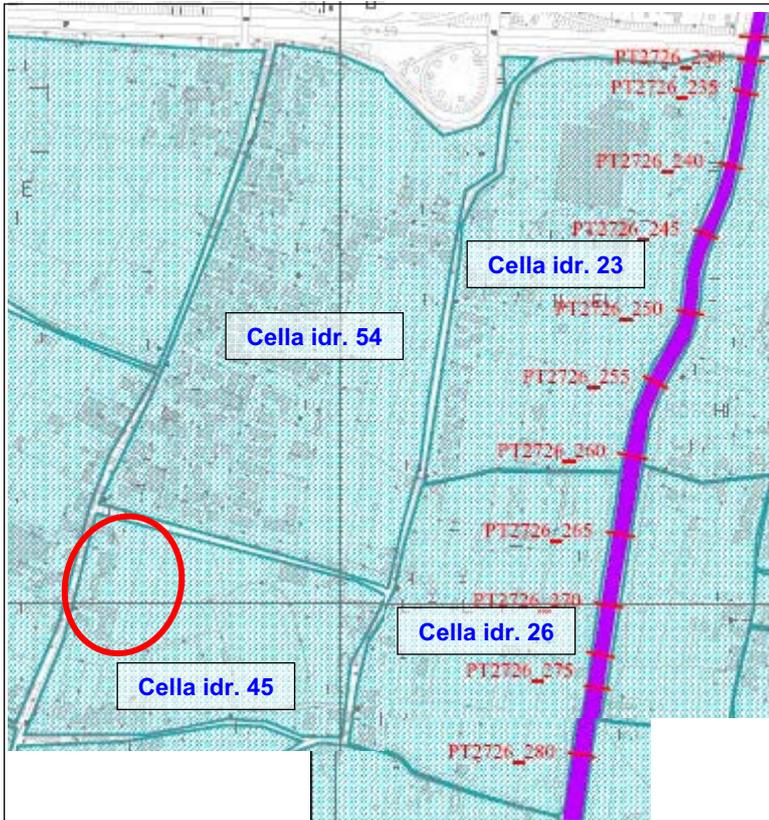
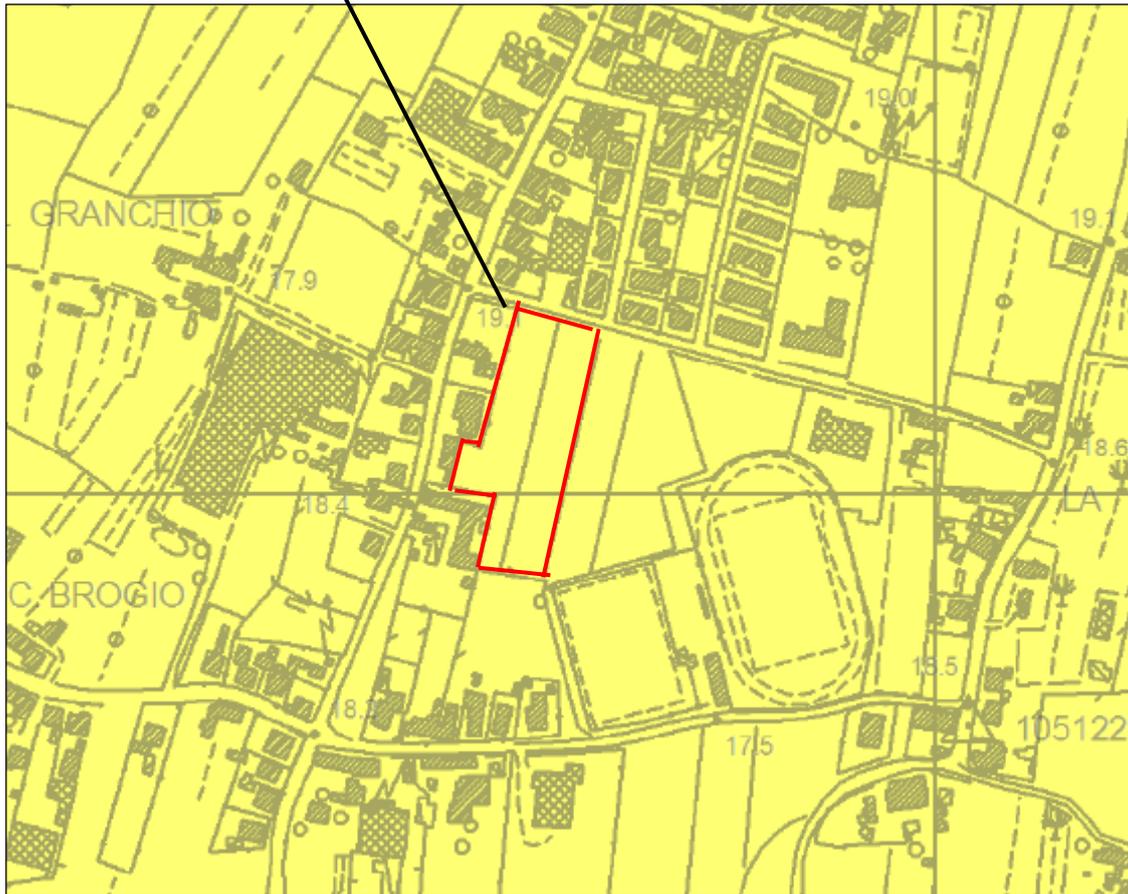
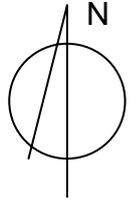


TAVOLA 9
SCALA 1:1.000
PLANIMETRIA DI DETTAGLIO DELL'AREA IN ESAME



TAVOLA 10
SCALA 1:5.000
CARTA DELLA MICROZONE OMOGENE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)
(Tratta dalla Variante n. 1 al P.S. Comunale – luglio 2014)

AREA D'INTERVENTO



LEGENDA

Zone suscettibili di amplificazione locale

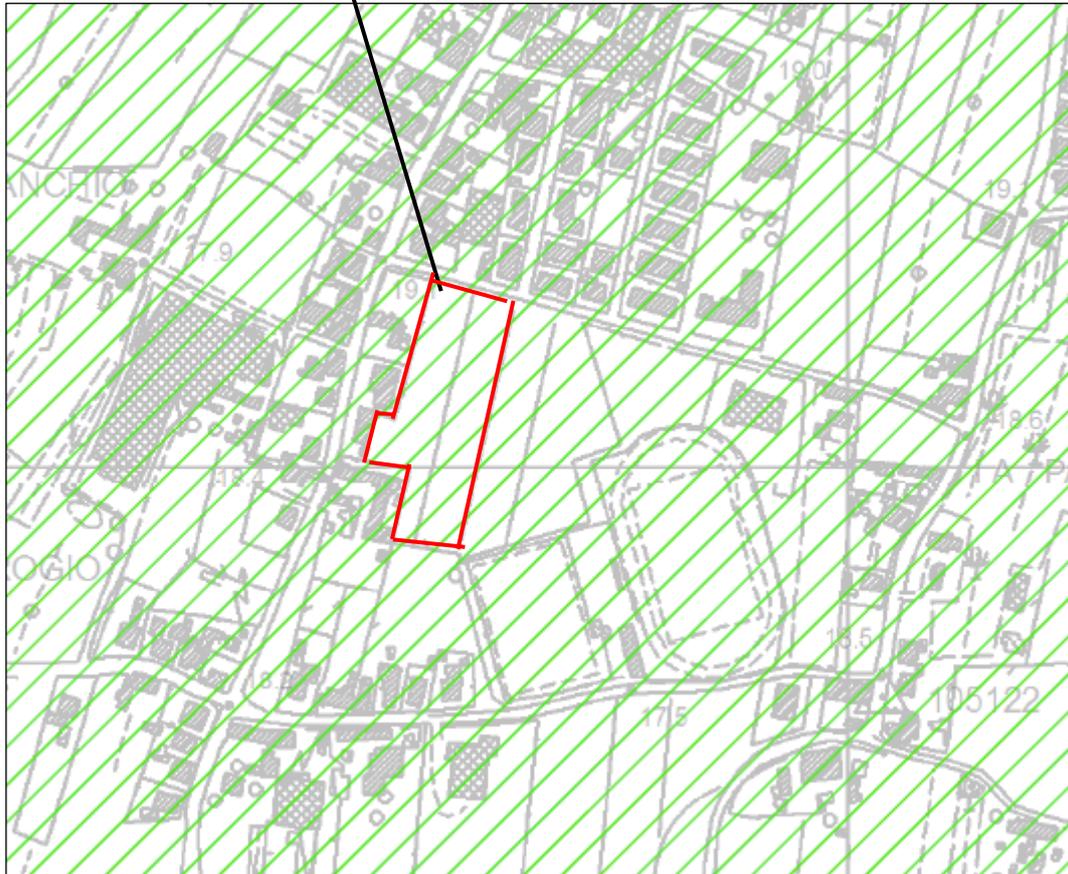
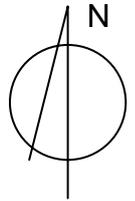
ZONA 4



Copertura alluvionale costituita da limo argillo sabbioso con spessore superiore a 60 m.

TAVOLA 11
SCALA 1:5.000
CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA
(Tratta dalla Variante n. 1 al P.S. Comunale – luglio 2014)

AREA D'INTERVENTO

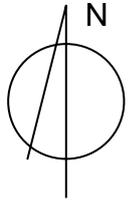


LEGENDA

-  **PERICOLOSITÀ SISMICA BASSA (S1)**
-  **PERICOLOSITÀ SISMICA MEDIA (S2)**
-  **PERICOLOSITÀ SISMICA ELEVATA (S3)**

TAVOLA 12
SCALA 1:5.000
CARTA DELLA FATTIBILITA' SISMICA
 (Tratta dal R.U. Comunale n. 2 – settembre 2014)

AREA D'INTERVENTO

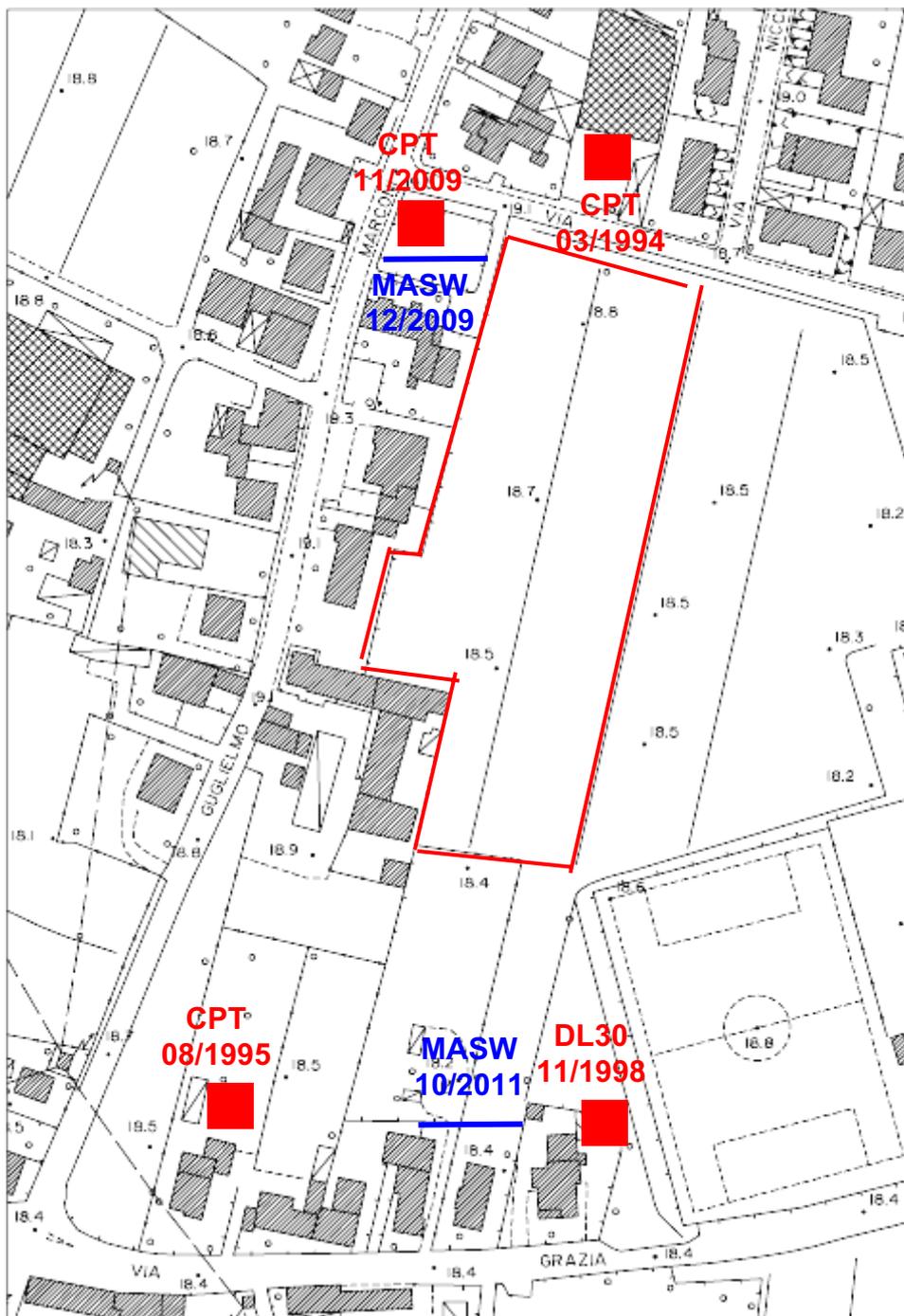
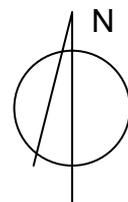


LEGENDA

Fattibilità per fattori sismici

- S.1 - Fattibilità sismica senza particolari limitazioni
- S.2 - Fattibilità sismica con normali vincoli
- S.3 - Fattibilità sismica condizionata

TAVOLA 13
SCALA 1:2.000
CARTA DEI DATI DI BASE E DELLE INDAGINI NOTE O DI ARCHIVIO
(Tratta dalla Variante n. 1 al P.S. Comunale – luglio 2014 - modificata)



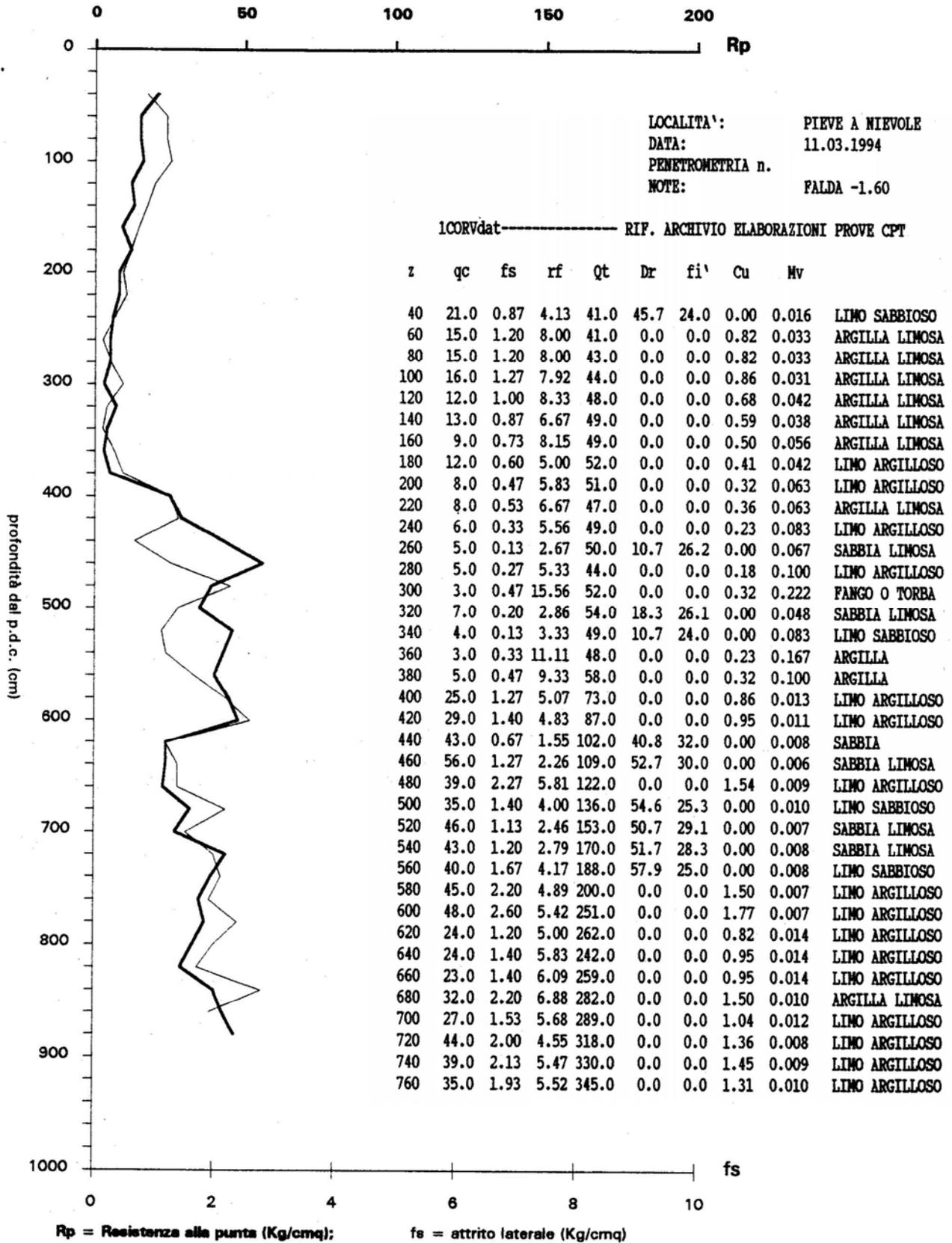
LEGENDA



Prova penetrometrica statica (CPT) o dinamica leggera (DL30) e data di esecuzione



Prospezione sismica di tipo MASW e relativa data di esecuzione



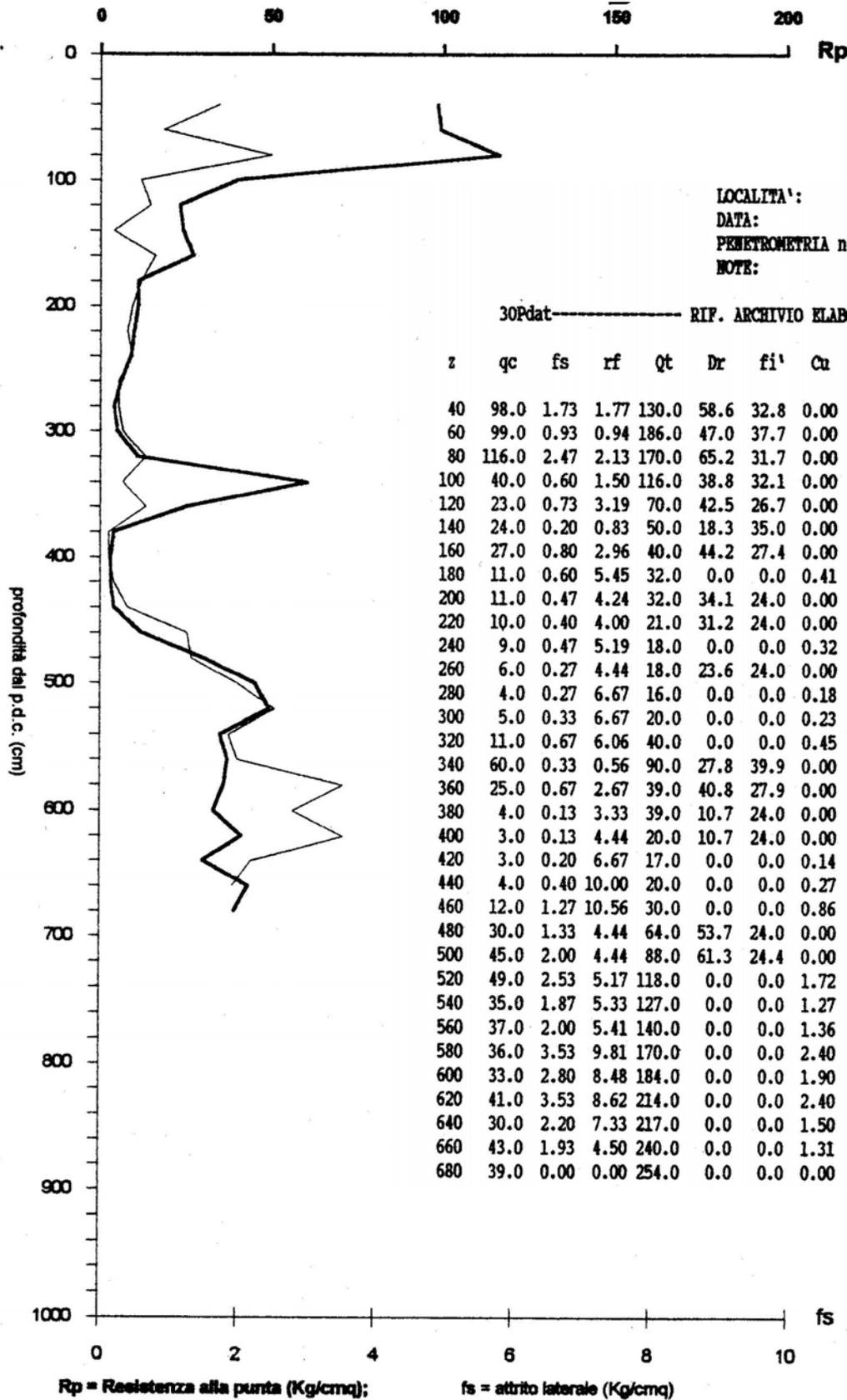
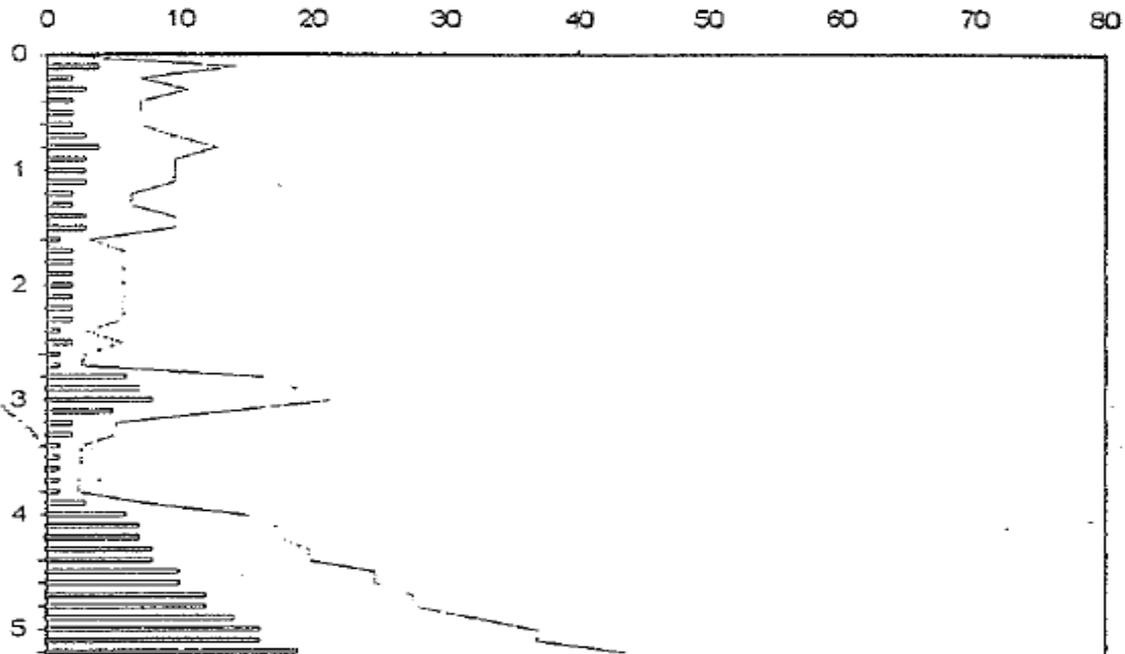


GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LEGGERA (DPL 030)

N - Numero di colpi



Z - Profondità dal p.c. (m)

z	N	Rd	Nspt	Dr%	ϕ	Cu	Ed	E'	z	N	Rd	Nspt	Dr%	ϕ	Cu	Ed	E'
10	4	14,20	5	24,0	23,8	0,52	31	42	310	5	13,39	7	-	-	0,65	39	-
20	2	7,10	3	13,0	21,2	0,26	16	21	320	2	5,35	3	-	-	0,26	16	-
30	3	10,65	4	19,5	22,6	0,39	23	31	330	2	5,35	3	-	-	0,26	16	-
40	2	7,10	3	13,0	21,2	0,26	16	21	340	1	2,68	1	-	-	0,13	8	-
50	2	7,10	3	13,0	21,2	0,26	16	21	350	1	2,68	1	-	-	0,13	8	-
60	2	7,10	3	13,0	21,2	0,26	16	21	360	1	2,68	1	-	-	0,13	8	-
70	3	9,61	4	19,5	22,6	0,39	23	31	370	1	2,48	1	-	-	0,13	8	-
80	4	12,81	5	24,0	23,8	0,52	31	42	380	1	2,48	1	-	-	0,13	8	-
90	3	9,61	4	19,5	22,6	0,39	23	31	390	3	7,43	4	-	-	0,39	23	-
100	3	9,61	4	19,5	22,6	0,39	23	31	400	6	14,86	8	-	-	0,78	47	-
110	3	9,61	4	19,5	22,6	0,39	23	31	410	7	17,34	9	-	-	0,91	55	-
120	2	6,40	3	13,0	21,2	0,26	16	21	420	7	17,34	9	-	-	0,91	55	-
130	2	6,40	3	13,0	21,2	0,26	16	21	430	8	19,82	10	-	-	1,04	62	-
140	3	9,61	4	19,5	22,6	0,39	23	31	440	8	19,82	10	-	-	1,04	62	-
150	3	9,61	4	19,5	22,6	0,39	23	31	450	10	24,77	13	-	-	1,30	78	-
160	1	3,20	1	6,5	19,4	0,13	8	10	460	10	24,77	13	-	-	1,30	78	-
170	2	5,83	3	13,0	21,2	0,26	16	21	470	12	27,63	16	-	-	1,56	94	-
180	2	5,83	3	13,0	21,2	0,26	16	21	480	12	27,63	16	-	-	1,56	94	-
190	2	5,83	3	13,0	21,2	0,26	16	21	490	14	32,24	15	-	-	1,54	92	-
200	2	5,83	3	13,0	21,2	0,26	16	21	500	16	36,84	18	-	-	1,76	106	-
210	2	5,83	3	13,0	21,2	0,26	16	21	510	16	36,84	18	-	-	1,76	106	-
220	2	5,83	3	13,0	21,2	0,26	16	21	520	19	43,75	21	-	-	>2	125	-
230	2	5,83	3	13,0	21,2	0,26	16	21	530								
240	1	2,91	1	6,5	19,4	0,13	8	10	540								
250	2	5,83	3	13,0	21,2	0,26	16	21	550								
260	1	2,91	1	6,5	19,4	0,13	8	10	560								
270	1	2,68	1	6,5	19,4	0,13	8	10	570								
280	6	16,06	8	-	-	0,78	47	-	580								
290	7	18,74	9	-	-	0,91	55	-	590								
300	8	21,42	10	-	-	1,04	62	-	600								

Rd (Kg/cmq) - Resistenza dinamica

Committente :

Prova n° : 1

Data : 26/11/98

Località : Via Deledda (Pieve a Nievole)

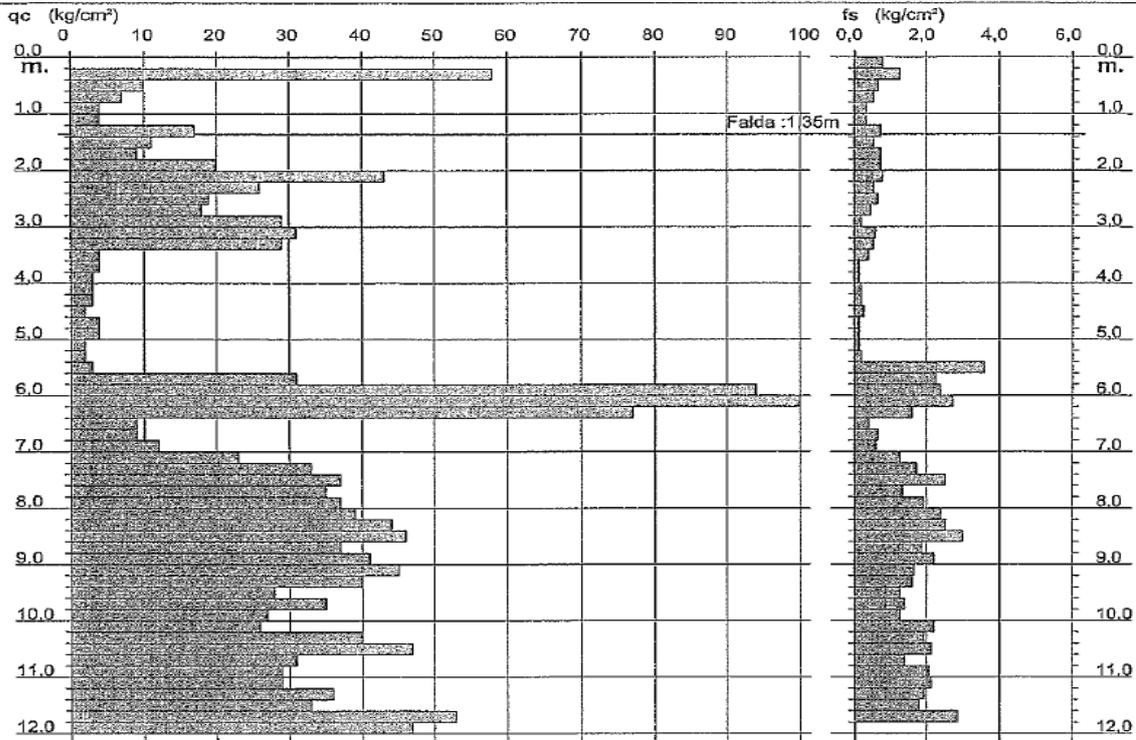
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 1

2.01PG05-064

- committente :
- lavoro : Nuova edificazione
- località : Via Marconi/Via L. da Vinci - Pieve a Nievole

- data : 16/11/2009
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,35 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



NATURA COESIVA **NATURA GRANULARE**

Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y t/m²	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	a1s (%)	a2s (%)	a3s (%)	a4s (%)	pdm (%)	pmv (%)	Amaz/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	58	46	3:---	1,85	0,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	31	0,258	97	145	174	
0,60	10	15	2:III	1,85	0,11	0,50	41,2	86	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,80	7	13	1:---	1,85	0,15	0,35	18,4	14	21	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,00	4	12	1:---	1,85	0,19	0,20	9,9	10	15	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,20	4	12	1:---	1,85	0,22	0,20	5,5	12	18	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,40	17	23	2:III	0,97	0,24	0,72	24,8	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,60	11	21	2:III	0,91	0,26	0,54	15,6	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,80	9	12	2:III	0,88	0,28	0,45	11,5	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,00	20	27	4:II	0,93	0,30	0,80	21,0	136	204	60	46	34	37	39	42	35	27	0,095	33	50	60	
2,20	43	54	3:---	0,91	0,31	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	39	30	0,163	72	108	129	
2,40	26	49	3:---	0,87	0,33	--	--	--	--	--	53	35	38	40	42	36	28	0,111	43	65	78	
2,60	19	28	2:III	0,99	0,35	0,78	16,9	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,80	18	39	4:II	0,91	0,37	0,75	15,2	128	191	55	37	33	36	38	41	33	27	0,074	30	45	54	
3,00	29	145	3:---	0,87	0,39	--	--	--	--	--	53	35	38	40	42	35	29	0,111	48	73	87	
3,20	31	52	3:---	0,88	0,40	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	35	29	0,114	52	78	93	
3,40	29	54	3:---	0,87	0,42	--	--	--	--	--	51	35	37	40	42	36	29	0,105	48	73	87	
3,60	4	10	1:---	0,46	0,43	0,20	2,4	23	34	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,80	4	30	4:II	0,80	0,45	0,20	2,3	109	163	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12	
4,00	3	22	2:III	0,76	0,46	0,15	1,5	87	131	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,20	3	15	1:---	0,46	0,47	0,15	1,5	19	28	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,40	3	15	1:---	0,46	0,48	0,15	1,5	19	28	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,60	2	7	1:---	0,46	0,49	0,10	0,9	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,80	4	30	4:II	0,80	0,51	0,20	2,0	112	168	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12	
5,00	4	30	4:II	0,80	0,52	0,20	1,9	113	170	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12	
5,20	2	15	1:---	0,46	0,53	0,10	0,8	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,40	2	10	1:---	0,46	0,54	0,10	0,8	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,60	3	1	1:---	0,46	0,55	0,15	1,2	19	29	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,80	31	14	4:II	0,97	0,57	1,03	13,3	176	264	93	46	34	37	39	42	34	29	0,093	52	76	93	
6,00	94	39	3:---	0,99	0,59	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	39	34	0,199	157	235	282	
6,20	123	45	3:---	1,03	0,61	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	40	35	0,227	205	308	369	
6,40	77	48	3:---	0,96	0,63	--	--	--	--	--	74	38	40	42	44	38	33	0,172	128	193	231	
6,60	9	22	2:III	0,88	0,65	0,45	4,0	180	270	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,80	9	13	2:III	0,85	0,66	0,45	3,9	186	279	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,00	12	20	2:III	0,92	0,68	0,57	5,0	188	282	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,20	23	18	4:II	0,94	0,70	0,87	8,2	167	251	69	30	32	35	38	40	31	28	0,058	38	58	69	
7,40	33	19	4:II	0,97	0,72	1,10	10,7	187	281	99	42	34	36	39	41	33	29	0,084	55	83	99	
7,60	37	16	4:II	0,99	0,74	1,23	11,9	210	315	111	45	34	37	39	42	33	30	0,092	62	93	111	
7,80	35	26	4:II	0,98	0,76	1,17	10,7	198	298	105	43	34	36	39	41	33	29	0,086	58	88	105	
8,00	37	19	4:II	0,99	0,78	1,23	11,2	210	315	111	44	34	37	39	42	33	30	0,089	62	93	111	
8,20	39	16	4:II	1,00	0,80	1,30	11,5	221	332	117	45	34	37	39	42	33	30	0,092	65	98	117	
8,40	44	17	4:II	1,00	0,82	1,47	13,0	249	374	132	49	35	37	39	42	34	31	0,101	73	110	132	
8,60	46	15	4:II	1,01	0,84	1,53	13,3	261	391	138	50	35	37	39	42	34	31	0,103	77	115	138	
8,80	37	20	4:II	0,99	0,86	1,23	9,9	210	315	111	42	34	36	39	41	32	30	0,083	62	93	111	
9,00	41	19	4:II	1,00	0,88	1,37	10,9	232	349	123	44	34	37	39	42	33	30	0,090	68	103	123	
9,20	45	27	4:II	1,00	0,90	1,50	11,9	255	383	135	47	35	37	39	42	33	31	0,097	75	113	135	
9,40	40	25	4:II	1,00	0,92	1,33	10,0	227	340	120	43	34	36	39	41	32	30	0,086	67	100	120	
9,60	28	22	4:II	0,95	0,94	0,97	5,5	242	362	84	30	32	35	38	40	30	28	0,057	47	70	84	
9,80	35	25	4:II	0,98	0,95	1,17	8,0	230	344	105	37	33	36	38	41	31	29	0,073	58	88	105	
10,00	27	21	4:II	0,95	0,98	0,95	6,0	258	387	81	28	32	35	37	40	30	26	0,053	45	68	81	
10,20	26	12	4:II	0,95	1,00	0,93	5,8	267	400	78	26	32	34	37	40	29	28	0,049	43	65	78	
10,40	40	21	4:II	1,00	1,02	1,33	8,8	241	361	120	40	34	36	39	41	32	30	0,080	67	100	120	
10,60	47	22	4:II	1,01	1,04	1,57	10,5	266	400	141	46	34	37	39	42	33	31	0,092	78	118	141	
10,80	31	22	4:II	0,97	1,06	1,03	6,1	278	416	93	30	32	35	38	40	30	29	0,059	52	78	93	
11,00	29	14	4:II	0,95	1,07	0,98	5,6	290	434	87	28	32	35	37	40	30	29	0,053	48	73	87	
11,20	29	14	4:II	0,96	1,09	0,98	5,5	296	444	87	27	32	35	37	40	30	29	0,052	48	73	87	
11,40	35	19	4:II	0,99	1,11	1,20	6,9	281	421	108	34	33	35	38	41	31	30	0,067	60	90	108	
11,60	33	18	4:II	0,97	1,13	1,10	6,1	299	448	99	31	32	35	38	40	30	29	0,060	55	83	99	
11,80	53	18	4:II	1,01	1,15	1,77	10,7	300	451	159	47	35	37	39	42	33	31	0,096	88	133	159	
12,00	47	--	3:---	0,91	1,17	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	32	31	0,085	78	118	141	

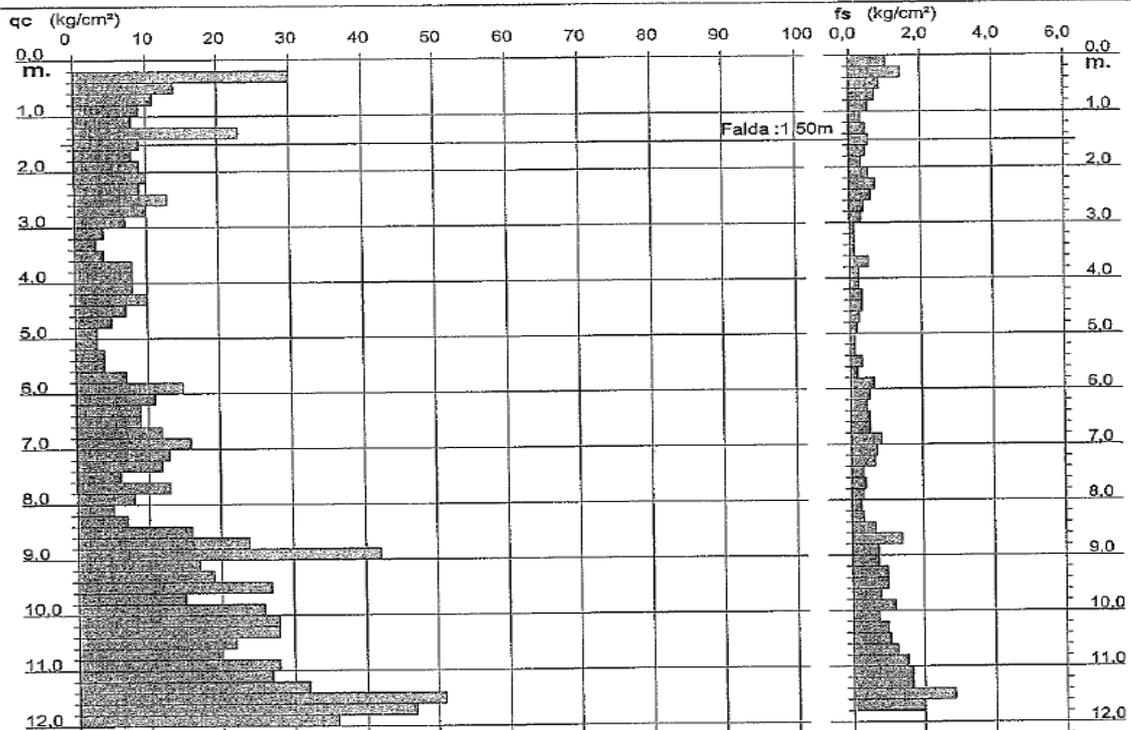
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 2

2.01PG05-064

- committente :
- lavoro : Nuova edificazione
- località : Via Marconi/Via L. da Vinci - Pieve a Nievole

- data : 16/11/2009
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,50 m da quota inizi
- scala vert.: 1 : 100



NATURA CDESIVA **NATURA GRANULARE**

Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' Um²	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	Amx/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	30	20	4:1:	1,85	0,07	1,00	99,9	170	255	90	94	41	43	44	46	43	29	0,237	50	75	90	
0,60	14	16	2:1:1	1,85	0,11	0,64	55,7	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	11	15	2:1:1	1,85	0,15	0,54	31,4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	9	17	2:1:1	1,85	0,19	0,45	19,1	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	8	24	2:1:1	1,85	0,22	0,40	13,1	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	23	49	3:1:1	1,85	0,25	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	36	28	0,115	38	58	69	
1,60	9	17	2:1:1	0,88	0,28	0,45	11,5	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	8	17	2:1:1	0,88	0,29	0,40	9,2	70	105	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	9	27	2:1:1	0,88	0,31	0,45	9,9	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	10	19	2:1:1	0,90	0,33	0,50	10,6	85	126	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	9	12	2:1:1	0,88	0,35	0,45	8,7	82	123	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	13	22	2:1:1	0,93	0,37	0,60	11,8	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	10	25	2:1:1	0,90	0,38	0,50	8,7	91	136	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	7	21	2:1:1	0,84	0,40	0,35	5,3	109	164	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	4	30	4:1:	0,80	0,42	0,20	2,5	106	159	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12	
3,40	3	22	2:1:1	0,76	0,43	0,15	1,7	86	130	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	4	30	4:1:	0,80	0,45	0,20	2,3	109	163	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12	
3,80	8	15	2:1:1	0,86	0,46	0,40	5,2	127	191	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	8	30	4:1:	0,84	0,48	0,40	5,0	133	199	35	3	28	32	35	38	27	26	0,008	13	20	24	
4,20	8	30	4:1:	0,84	0,50	0,40	4,8	138	207	35	2	28	32	35	38	27	26	0,005	13	20	24	
4,40	10	30	4:1:	0,85	0,52	0,50	6,0	136	204	40	9	28	32	35	38	28	25	0,019	17	25	30	
4,60	7	21	2:1:1	0,84	0,53	0,35	3,7	150	225	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	5	19	2:1:1	0,80	0,55	0,25	2,4	135	202	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	3	15	1:1:1	0,46	0,56	0,15	1,2	89	134	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	3	22	2:1:1	0,76	0,57	0,15	1,2	89	134	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	4	30	4:1:	0,80	0,59	0,20	1,6	116	173	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12	
5,60	4	12	1:1:1	0,46	0,60	0,20	1,6	25	38	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	7	35	4:1:	0,83	0,61	0,35	3,1	170	254	32	--	28	31	35	38	25	26	--	12	18	21	
6,00	15	22	2:1:1	0,95	0,63	0,67	6,7	162	242	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	11	21	2:1:1	0,91	0,65	0,54	4,9	180	270	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	9	19	2:1:1	0,88	0,67	0,45	3,8	188	282	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	9	17	2:1:1	0,88	0,69	0,45	3,7	194	291	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	12	22	2:1:1	0,92	0,71	0,57	4,8	196	293	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	16	18	2:1:1	0,96	0,72	0,70	6,0	192	288	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	13	18	2:1:1	0,93	0,74	0,60	4,9	206	309	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	12	18	2:1:1	0,92	0,76	0,57	4,4	213	319	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	6	18	2:1:1	0,82	0,78	0,30	1,9	169	254	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	13	32	4:1:	0,88	0,80	0,60	4,5	222	333	47	7	29	32	35	39	27	26	0,016	22	33	39	
8,00	8	24	2:1:1	0,86	0,81	0,40	2,6	210	314	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	5	19	2:1:1	0,80	0,83	0,25	1,4	147	220	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	7	21	2:1:1	0,84	0,85	0,35	2,1	194	292	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	16	24	2:1:1	0,95	0,86	0,70	4,8	240	360	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	24	17	4:1:	0,94	0,88	0,89	6,3	230	345	72	26	32	34	37	40	30	28	0,050	40	60	72	
9,00	42	57	3:1:1	0,90	0,90	--	--	--	--	--	45	34	37	39	42	33	30	0,091	70	105	126	
9,20	17	23	2:1:1	0,97	0,92	0,72	4,6	256	384	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	19	19	2:1:1	0,99	0,94	0,78	4,9	260	360	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	27	27	4:1:	0,95	0,96	0,95	6,2	252	377	81	28	32	35	37	40	30	28	0,054	45	68	81	
9,80	15	19	2:1:1	0,95	0,88	0,67	3,9	275	412	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	26	22	4:1:	0,96	1,00	0,93	5,7	267	401	78	26	32	34	37	40	29	28	0,049	43	65	78	
10,20	28	38	3:1:1	0,87	1,01	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	30	28	0,053	47	70	84	
10,40	28	28	4:1:	0,96	1,03	0,97	5,6	277	415	84	27	32	35	37	40	30	28	0,052	47	70	84	
10,60	22	21	4:1:	0,93	1,05	0,85	4,8	292	438	66	19	31	33	36	39	28	28	0,036	37	55	66	
10,80	20	16	4:1:	0,93	1,07	0,80	4,4	289	449	60	15	30	33	36	39	28	27	0,029	33	50	60	
11,00	28	18	4:1:	0,98	1,09	0,97	5,4	297	445	84	26	32	34	37	40	29	28	0,050	47	70	84	
11,20	27	16	4:1:	0,95	1,11	0,95	5,2	305	457	81	24	31	34	37	40	29	28	0,047	45	68	81	
11,40	32	19	4:1:	0,97	1,13	1,07	5,8	301	452	96	30	32	35	38	40	30	29	0,058	53	80	96	
11,60	51	18	4:1:	1,01	1,15	1,70	10,2	289	434	153	45	34	37	39	42	32	31	0,093	85	128	153	
11,80	47	24	4:1:	1,01	1,17	1,57	9,1	277	416	141	42	34	36	38	41	32	31	0,085	78	118	141	
12,00	36	--	3:1:1	0,89	1,19	--	--	--	--	--	33	33	35	38	41	30	30	0,053	60	90	108	

PROSPEZIONI SISMICHE DI TIPO MASW

Nel caso specifico, il valore calcolato di $V_{s30} = 219 \text{ m/s}$ risulta compatibile con la **categoria di suolo C**, che individua profili stratigrafici di terreni costituiti da *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistente*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi fra 180 e 360 m/s.

Spessori m	Vs m/s	Vp m/s	γ t/m ³	G Kg/cm ²	Vp/Vs	ν	Ed Kg/cm ²	R m/s ² /m ³	F Hz	T s
2	143	268	1,9	3961	1,87	0,3	10297	272	72	0,06
3	158	807	1,85	4708	5,11	0,48	13935	292	119	0,08
3	195	994	1,9	7365	5,10	0,48	21799	371	146	0,06
4	229	1170	1,95	10424	5,11	0,48	30855	447	229	0,07
18	250	1275	1,95	12424	5,10	0,48	36774	488	1125	0,29

- G = Modulo di Taglio (Kg/cm²)
- Ed = Modulo di Elasticità Dinamica (kg/cm²)
- ν = Coefficiente di Poisson
- R = Rigidity sismica (m/s²/m³)
- F = Frequenza fondamentale dello strato (Hz)
- T = Periodo fondamentale dello strato (s)

Laboter s.n.c.
LABOTER/s.n.c.
 di PAOLO TOGNELLI & C.
 Via Nozario Sauro n. 440 - 51030 PONTE LONGO - PISTOIA
 P. IVA 00515680474
 Iscr. C.C.I.A.A. Pistoia n° 50028
 Tel. 0573/570566 - Fax 0573/910056

Pistoia, 28/12/2009

ANALISI DEI RISULTATI

Nel complesso la prospezione geofisica eseguita, per mezzo delle analisi della prova MASW, ha permesso di ricavare sia il modello medio di distribuzione della velocità delle onde "S" che il parametro Vs30 relativi al sottosuolo del sito indagato.

Nella tabella seguente si riporta il profilo verticale delle Onde S ricavato mediante elaborazione dei dati di campagna:

SPESSORE DELLO STRATO [m]	PROFONDITA' DELLA BASE DELLO STRATO [m]	Vs [m/sec]
2	-2	262
3	-5	317
7	-12	369
20	-32	373

La velocità media di propagazione delle Onde di taglio entro i 30 metri di profondità (Vs30) è calcolata con la seguente espressione: $Vs30 = 30 / (h_i/V_i)$

I profili MASW e ReMi indicano una **Vs30 pari a 355 m/s.**

Pistoia, 14/10/11

Geologia e Ambiente

GEOLOGIA & AMBIENTE snc
 di Naselli Gino & C.
 Via Panciatichi 11 - 51100 PISTOIA
 Tel. e Fax 0573-366497
 P.IVA 01427880479
 e-mail: geologiaeambiente@tiscalinet.it