



Regione Toscana

TERZA TORRE

Novoli, Firenze
nuovo edificio della Regione Toscana

CONCORSO DI PROGETTAZIONE

www.regione.toscana.it

RELAZIONE GEOLOGICA





REGIONE TOSCANA
DIREZIONE GENERALE BILANCIO E FINANZE
SETTORE PATRIMONIO E LOGISTICA

IDENTIFICAZIONE CATASTALE

Foglio n° 42

Particelle n° 57-1739 - 2410 - 2550 - 2551 - 2552
2553 - 2554 - 2555

COMUNE DI FIRENZE

Complesso Direzionale Sede della Giunta Regionale
- Via di Novoli n. 26 - Firenze

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE DI
UN ASILO NIDO DI INFANZIA

RELAZIONE GEOLOGICA

TAVOLA

5

Data: ottobre 2010

IL RESPONSABILE DEL
SETTORE PATRIMONIO E LOGISTICA

Dott.ssa Susanna Trambusti

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Geom. Franco Fei

FUNZIONARIO PER IL TERRITORIO

Dott.ssa Geol. Manuela Germani

GRUPPO DI LAVORO

Geom. Pietro Ribezzo

Premessa	2
1. Sintesi della Relazione Geologica del Progetto Preliminare.....	5
2. Esecuzione della campagna geognostica.....	19
2.1. Generalità dell'esecuzione dei sondaggi meccanici a carotaggio continuo	21
2.2 Interpretazione dei sondaggi a carotaggio continuo.....	23
2.3. Idrogeologia e misure piezometriche	26
2.4. Caratterizzazione geotecnica degli orizzonti - Analisi di laboratorio, prove in posto e indagini sismiche.....	27
3. Sismicità dell'area.....	35
3.1 Parametri e coefficienti sismici.....	41
4. Bonifica del terreno di imposta	45
Conclusioni	51
ALLEGATO AL TESTO.....	52
Stratigrafie e foto sondaggi.....	52

Allegati fuori testo:

- Analisi Geotecniche di laboratorio eseguite dal Laboratorio di Meccanica delle Terre del Centro di Geotecnologie dell'Università di Siena - Dott.ssa Geol. Assunta Sfalanga
- Indagine Geofisica ai fini della risposta sismica eseguita da Studio di Geologia e Geofisica S.r.l. - Dott. Geol. Claudio Rossi
- Caratterizzazione chimica delle terre eseguita da Idro Consult Laboratori Riuniti s.a.s. - Dott.Chim. Arthur Alexanian

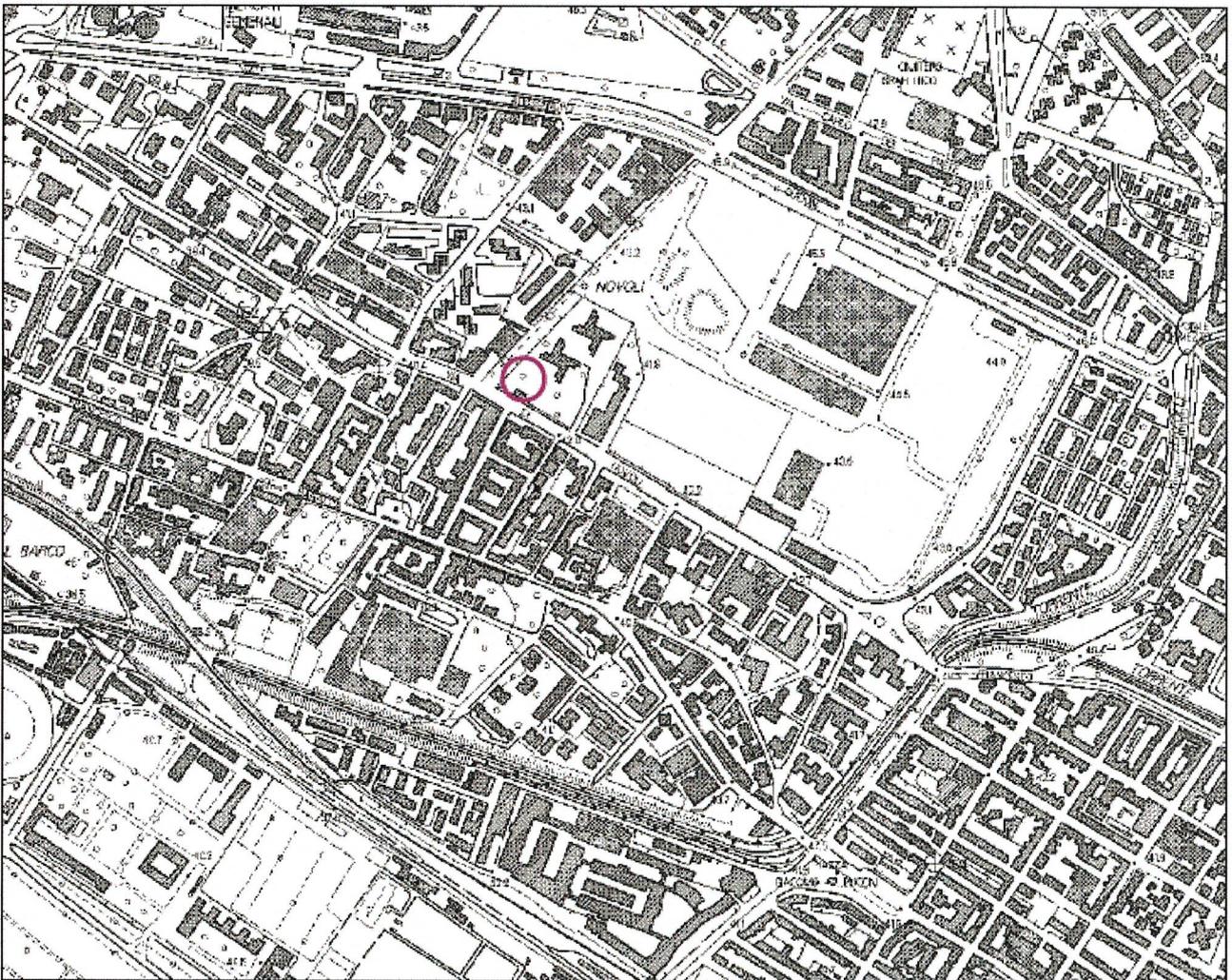
Premessa

La presente **Relazione Geologica** è stata redatta nell'ambito della **Progettazione Definitiva dell'Asilo d'infanzia da realizzarsi in via di Novoli n. 26 a Firenze**, e completa ed approfondisce quanto già indicato nella **Relazione Geologica** prodotta a livello di **Progettazione Preliminare**.

Per alcune considerazioni e cartografie invariate si farà pertanto riferimento a tale elaborato, di cui di seguito si effettua una sintesi.

Il nuovo edificio sarà ubicato nel prato antistante le attuali strutture regionali, come da cartografia in scala 1:10.000 (Foglio CTR 275030).

CTR in scala 1:10.000
Foglio 275030



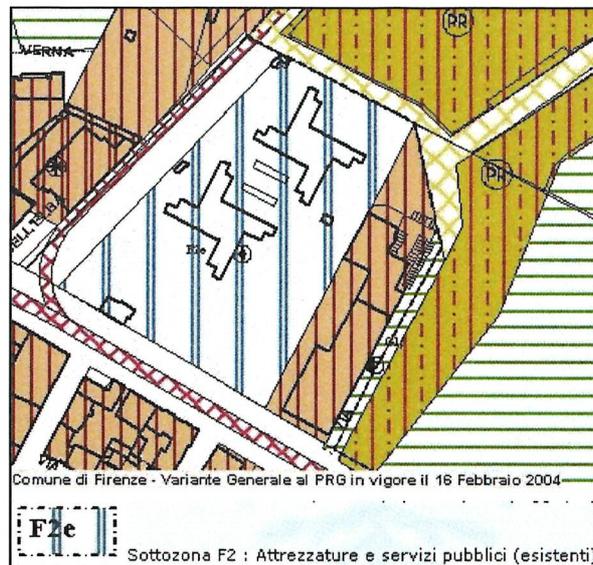
 Ubicazione della zona di intervento

Di seguito si riporta più nel dettaglio l'ubicazione del nuovo fabbricato rimandando agli elaborati progettuali in scala, per i particolari.



Gli studi geologici sono stati redatti ai sensi della normativa in vigore e sono anche in linea con gli elaborati previsti dall'art. 27 del N.T.A. del Piano Regolatore del Comune di Firenze, per la realizzazione dei Piani Urbanistici Esecutivi (P.U.E.).

Nel Piano Regolatore vigente l'area, è destinata come sottozona F2 - Attrezzature e servizi pubblici, e quindi l'intervento previsto rientra tra quelli consentiti.



In tali sottozone, l'art.52.2 delle Norme Tecniche di Attuazione del PRG vigente, "si attua un intervento edilizio diretto, previa redazione ed approvazione da parte del Comune di un progetto unitario esteso all'intera perimetrazione".

Pertanto oltre al Regolamento Urbanistico Comunale, al PTCP della Provincia di Firenze, alle leggi regionali in materia di pianificazione ed alle ordinanze dell'Autorità di Bacino dell'Arno, la normativa presa come riferimento è riassunta di seguito:

- **Decreto Ministeriale 14.01.2008 Testo Unitario** - Norme tecniche per le costruzioni
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. **Circolare 2 febbraio 2009 n. 617.**
- **Ordinanza del Consigli dei Ministri n. 3274/03 e n. 3519/06.**
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** - Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- **D.G.R.T. 431/06**

E' stata inoltre presa visione delle "Indagini geologico-tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica" redatte ai sensi del **Del.C.R.94/85** a supporto del Piano Regolatore del Comune di Firenze ed in particolare della Carta della Pericolosità redatta in scala 1:5.000 e delle Norme tecniche di Attuazione del Comune.

Presso il **Servizio Attività Geologiche e Valutazione Impatto Ambientale del Comune di Firenze**, sono stati inoltre reperiti i dati di base, consistenti in sondaggi e caratterizzazioni geotecniche eseguite in aree limitrofe a quella di intervento, oltre che la "**Carta sismica del territorio comunale**" (Coli M., Di Noi G., Lacanna G., Marchetti e., Pini G., Ripepe M., Rubellini P. - Firenze 2008), e il volume "**Sismicità dell'area fiorentina**" (M. Coli, M. Ripepe & P. Rubellini - 2008).

Sono stati poi esaminate le cartografie e le modellazioni idrauliche prodotte dall'**Autorità di Bacino dell'Arno** in materia di rischio idraulico.

Infine le indagini geognostiche sono state eseguite tenendo come riferimento quanto indicato nel **Programma VEL** messo a punto dal Servizio Sismico della Regione Toscana.

1. Sintesi della Relazione Geologica del Progetto Preliminare

Di seguito si riporta una sintesi dei punti salienti e le cartografie prodotte per la redazione della Relazione Geologica a livello di Progettazione Preliminare.

Morfologia: L'area è situata in una zona pianeggiante ed intensamente urbanizzata, nella zona di Novoli ed è situata ad una quota di 41.7 mslm. L'intervento si inserirà pertanto nel tessuto urbano esistente senza portare sostanziali modifiche all'assetto morfologico dell'area né all'assetto idrologico.

Geologia dell'area: Per la caratterizzazione geologica è stata presa visione della nuova **Cartografia Geologica prodotta dalla Regione Toscana in scala 1:10.000** (sez. 275030) e di cui si riporta uno stralcio della zona di interesse e della **Carta Geologica in scala 1:30.000**, pubblicata unitamente alla Carta litotecnica dal **Servizio Attività Geologiche e Valutazione Impatto Ambientale della Direzione Nuove Infrastrutture del Comune di Firenze**.

Nella Carta Geologica Regionale, la zona sede dell'intervento è caratterizzata dalla presenza dei depositi alluvionali connessi con l'attività del Fiume Arno, sottostanti una copertura di terreni di riporto di natura antropica con spessore, presumibile, inferiore ai 3 metri.

In particolare si tratta di **limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie**.

Nella Carta Geologica comunale, la zona viene inserita nel Sistema dell'Arno di età olocenica e nello specifico saranno interessati i depositi dell'Arno, che a scala maggiore, sono descrivibili come ciottolami e sabbie, più o meno sporchi, con livelli e lenti di sabbie. I primi metri, fino alla profondità di circa 5 m, saranno costituiti da limi più o meno sabbiosi.

E' opportuno specificare che in generale i terreni fluvio-lacustri ed alluvionali della pianura fiorentina sono caratterizzati da una grande varietà di facies verticale e laterale, con frequenti interdigitazioni di diverse litologie. Pertanto per la caratterizzazione geotecnica e geologica della zona di intervento, oltre all'acquisizione dei sondaggi già eseguiti in zone limitrofe, è stata realizzata una puntuale campagna geognostica che verrà descritta nel dettaglio nel paragrafo corrispondente.

Litotecnica e dati di base: La cartografia litotecnica unisce terreni che possono manifestare un comportamento meccanico omogeneo raggruppandoli in unità litotecniche. Anche per tale analisi ci si è basati sui dati di base disponibili e recuperati presso il **Servizio Attività Geologiche e Valutazione Impatto Ambientale della Direzione Nuove Infrastrutture del Comune di Firenze**, oltre che a fare riferimento alla **Carta litotecnica**, allestita in scala 1:10.000, dal medesimo servizio unitamente all'Università degli Studi di Firenze. Inoltre poiché la scrivente ha partecipato, in qualità di collaboratrice del geologo incaricato, ai lavori di bonifica dell'area ex Fiat di Novoli che hanno previsto degli scavi a cielo aperto fino alla profondità di 9-10 metri, si è potuto usufruire anche dell'esperienza conoscitiva acquisita in un'area limitrofa a quella di intervento. La Carta litotecnica prodotta dal Comune di Firenze unitamente all'Università degli Studi di Firenze - Dipartimento di Scienze della Terra, di cui di seguito si riporta uno stralcio con l'ubicazione dell'area di intervento, è stata realizzata "in base alla revisione critica dei dati litostratigrafici disponibili relativi ai vari sondaggi eseguiti nel tempo nell'area fiorentina".

Come è visibile dall'osservazione della carta, la zona di interesse è caratterizzata dall'affioramento di *terreni coesivi*, ed in particolare dall'unità litologica "**LS**" definita come "*limi-ghiaiosi e limi sabbiosi con componente granulare anche del 20%-50%*".

Di seguito si riporta una cartografia con l'ubicazione dei dati di base disponibili in aree limitrofe a quelle di intervento, consistenti tutti in sondaggi meccanici a carotaggio continuo, a parte uno (identificato con il numero 795) che riporta la stratigrafia incontrata durante la trivellazione di un pozzo.

I dati di base sono stati acquisiti presso gli uffici del Servizio Geologico del Comune di Firenze ed in parte sono contenuti nella banca dati del sottosuolo disponibile anche in rete, in parte sono sondaggi eseguiti a supporto della costruzione del nuovo Palazzo di Giustizia (identificabili in carta con la sigla SP1-SP2-SP3). **Le prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati dai sondaggi del Palazzo di Giustizia, unitamente alle indagini di laboratorio eseguite a livello di Progettazione Definitiva, hanno permesso**

la valutazione dei parametri geotecnici caratteristici da utilizzare nelle verifiche progettuali previste dal D.M. 14.01.2008.

I sondaggi reperiti sono: n. 120; n. 301; n. 304; n. 307; n. 795; n. 1182; SP1-SP2-SP3, ed in base alle stratigrafie dei tre sondaggi più vicini all'area di intervento (795-301-304) ed in base alla personale conoscenza dei luoghi, è stato ipotizzato uno schema stratigrafico atteso, che, come vedremo meglio inseguito, è stato sostanzialmente confermato dalle indagini geognostiche eseguite a supporto della Progettazione Definitiva. Per le stratigrafie dei sondaggi elencati si rimanda alla Relazione Geologica prodotta a livello di Progettazione Preliminare.

In via orientativa la sequenza litotecnica attesa era stata così schematizzata:

- un primo orizzonte di circa 2 metri di **terreno di riporto**;
- dai 2.0 ai 6.0 m. dal p.d.c. **limi sabbiosi e/o argillosi**;
- dai 6.0 ai 12.0/15.0 m. dal p.d.c. **ciottoli in matrice sabbiosa alternati a sabbie con ciottoli**;
- dai 12.0/15.0 m ai 20,0. dal p.d.c. **argille limose e/o limi argillosi**;
- dai 20.0 ai 30.0 m. dal p.d.c. **argille limose con lenti di ghiaie**;
- dai 30.0 ai 75,0 m. dal p.d.c. **argille azzurre**

Caratterizzazione geotecnica: utilizzando le prove di laboratorio eseguite sui sondaggi SP1-SP2-SP3 eseguite dalla INSO, è stata effettuata una prima caratterizzazione geotecnica degli orizzonti stratigrafici di interesse. I valori dei dati di base sono stati messi a confronto con le analisi di laboratorio effettuate a supporto della Progettazione Definitiva, e sono stati utilizzati per la determinazione dei valori caratteristici, secondo quanto indicato dalla nuova normativa in materia (NTC 2008).

Si fa notare che già a livello di Progettazione Preliminare si indicava che il terreno di riporto, di due metri circa, "in corrispondenza di un eventuale fondazione superficiale andrà asportato e sostituito con materiale granulare idoneo". Così come si era evidenziato che "i principali problemi geotecnici discenderanno dal primo livello di limi argillosi che potrebbero dare luogo a cedimenti e di cui andrà puntualmente verificata la capacità portante in base ai dati derivanti dalle prove di laboratorio che saranno eseguite a livello di progettazione definitiva."

Idrogeologia dell'area: Anche per l'analisi dell'assetto idrogeologico dell'area ci si è avvalsi del materiale prodotto dal Comune di Firenze unitamente con l'Università, oltre che in base all'esperienza personale.

In base Carta dei Dati Idrogeologici in scala 1:30.000, nella zona di interesse passa la isopieza corrispettiva ai 36 mslm, per cui considerando la quota topografica dell'area, "si può attendere la presenza di una prima falda a circa 5-6 metri dal piano di campagna". Come vedremo meglio in seguito, anche tale indicazione è stata confermata dalle indagini geognostiche eseguite di supporto alla Progettazione Definitiva. Nei sondaggi eseguiti a supporto del Nuovo Palazzo di Giustizia, sono state eseguite delle prove di permeabilità in sito del Tipo Le Franc, in corrispondenza degli orizzonti granulari individuati. Tutte le prove eseguite danno dei valori dell'ordine dei 10^{-4} cm/sec, corrispondenti ad un grado di permeabilità medio-basso ed una granulometria più a sabbie che a ciottoli. Questo perché i livelli a ciottoli e sabbie prima descritti, possono essere molto sporchi, immersi in un'abbondante matrice sabbio-limosa che ne diminuisce la permeabilità.

Sismicità dell'area: Il territorio comunale di Firenze era già stato classificato sismico in base al D.M. del 19 marzo del 1982 ed è stato confermato in comune di 2a categoria dalla recente ordinanza O.P.C.M. n.3274/03. Alla zona 2 compete una accelerazione (convenzionale) "a" = 0.25 g. Per cui si mantiene il suo inserimento nella terza classe dei comuni sismici di II categoria per ciò che concerne la normativa regionale (v. L.R. 17 Aprile 1984, n.21 e s.m.). Per tali comuni la nuova normativa regionale in materia di indagine geologiche (D.PR.G:R. n.26/R del 27/04/2007) prevede che per i depositi alluvionali "deve essere prescritta una campagna geofisica e geotecnica che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità di contrasto di rigidità sismica dei terreni tra alluvioni e bed-rock sismico". Inoltre poichè siamo in presenza di "terreni granulari fini poco addensati e saturi d'acqua con falda superficiale presumibilmente nei primi 5m dal p.d.c.", sono, in linea teorica, possibili fenomeni di liquefazione in caso di evento sismico, per cui le indagini geotecniche dovranno essere finalizzate anche al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni.

Reticolo idrico: sono stati individuati in carta i corsi d'acqua presenti nell'area di interesse, anche se l'intervento si localizza in una zona al di fuori delle aree di ambito fluviale e di pertinenza dei corsi d'acqua e la sua realizzazione, vista anche la modesta nuova copertura prevista, non interferirà in maniera significativa sull'attuale reticolo idrico.

Rischio Idraulico: è stata presa visione della cartografia prodotta dall'Autorità di Bacino dell'Arno in materia di rischio idraulico e delle corrispettive Norme di Piano. Di seguito si riporta un estratto dalla **carta delle aree allagate** (in scala 1:25.000) prodotta dall'Autorità di Bacino che però non corrisponde con i limiti individuati nella **carta dei battenti di esondazione 1966-1991/1993** (in scala 1:2.000) redatta all'interno degli studi sul rischio idraulico nel territorio comunale, dalla Geotecno nel 2001.

Come si può osservare infatti, nella cartografia prodotta a grande scala dall'Autorità di Bacino dell'Arno, l'area ricade all'interno di una zona soggetta da inondazioni eccezionali (corrispondenti al '66), mentre nella cartografia dei battenti, a piccola scala e più dettagliata e corrispondente alla realtà storica, con il riporto dei battenti misurati in metri e quota assoluta, la zona è largamente al di fuori del limite dell'esondazione del 4.11.1966. In ogni caso alla zona di interesse l'**Autorità di Bacino dell'Arno** attribuisce una **pericolosità idraulica 2** come è osservabile dalla cartografia di seguito riportata.

La definizione di tale classe di pericolosità, data dall'Autorità di Bacino è la seguente:

"pericolosità idraulica media (P.I.2) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno 30 <TR ≤ 100 anni e con battente h < 30 cm e aree inondabili da eventi con tempo di ritorno 100 <TR ≤ 200 anni.

L'art. 8 della Normativo di Piano - *Aree a pericolosità idraulica media e moderata (P.I.2 e P.I.1) e aree di ristagno*, prevede che "Nelle aree P.I.2 e P.I.1 e nelle aree di ristagno sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio. In tali aree il PAI, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n. 225 di programmi di previsione e prevenzione.

A livello di **Piano Regolatore Generale**, l'area ricade in una **classe di pericolosità 3ai**, come è osservabile nella cartografia di seguito riportata. Tale classe di pericolosità viene così definita:

Pericolosità 3ai- Pericolosità medio-bassa - Aree pianeggianti in posizione altimetrica sfavorevole rispetto a corsi d'acqua protetti da argini, mai interessati da episodi di esondazione anche eccezionale o da ristagni, negli anni 1966 e 1991-93. Nelle zone urbanizzate possono verificarsi disfunzioni in corrispondenza di copertura della rete minore del drenaggio.

Ad una tale classe di pericolosità, alle nuove fabbricazioni nell'abaco della fattibilità, viene assegnata una **fattibilità in classe 3i** con delle prescrizioni (**art. 60 delle Norme Tecniche di Attuazione**), superabili documentando un tempo di ritorno dell'evento esondativo $T_r > 100$ anni.

A tale proposito è stata presa visione del **modello idraulico realizzato dall'Autorità di Bacino dell'Arno e con riferimento alla cella FI-007** nella quale ricade l'area d'intervento, i battenti individuati sono i seguenti:

Hmax T_r 30 anni - 39,40 mslm

Hmax T_r 100 anni - 41,10 mslm

Hmax T_r 200 anni - 41,57 mslm

Hmax T_r 500 anni - 42,54 mslm

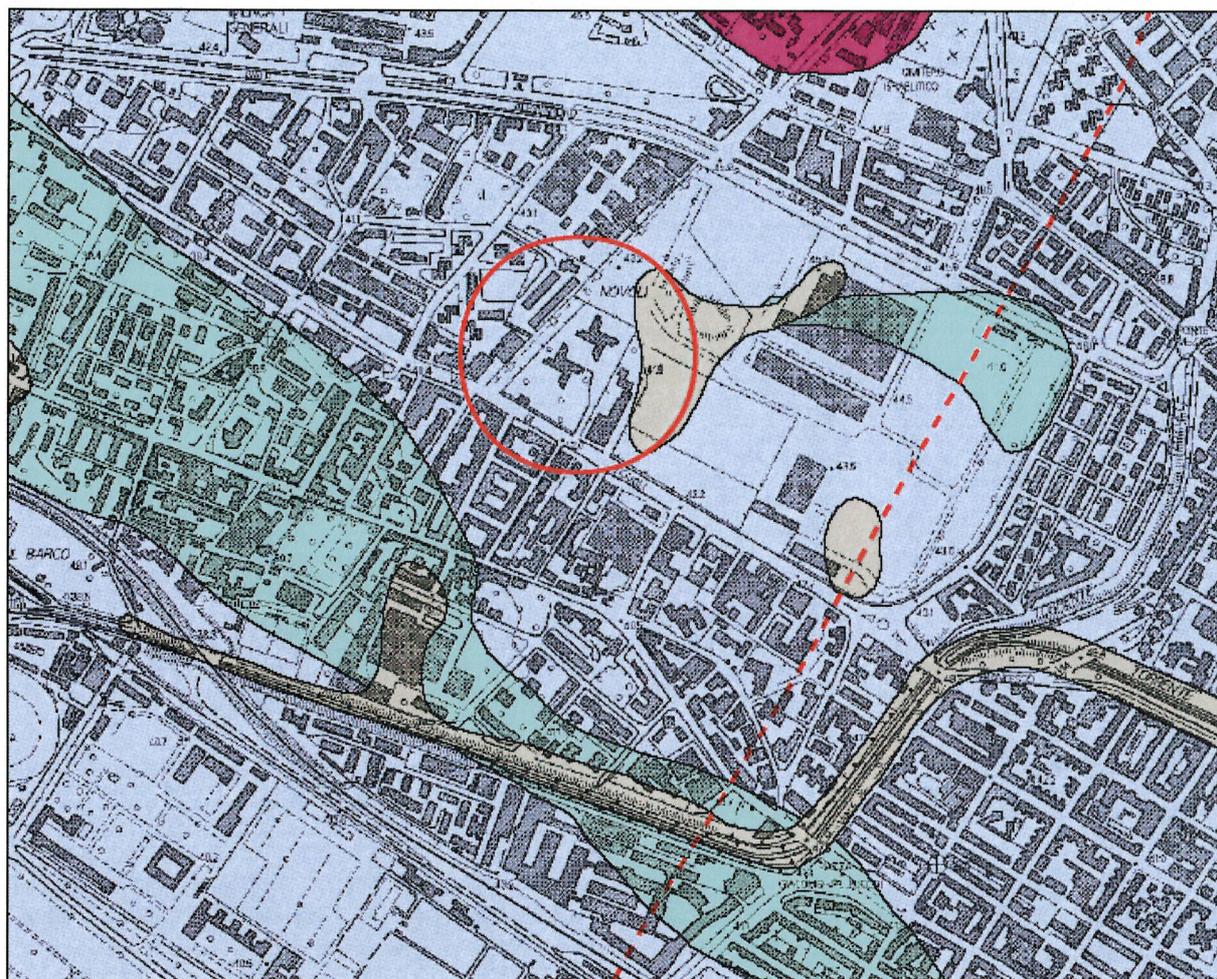
Come già affermato nel paragrafo sulla morfologia dei luoghi, in base al CRT regionale in scala 1:2.000 ed in base al rilievo topografico eseguito, la **zona di intervento è situata ad una quota di 41.7 - 41.9 mslm quindi superiore al battente duecentennale**, e di conseguenza in situazione di sicurezza

idraulica. E' opportuno però aggiungere che sono sempre possibili fenomeni di ristagno, specialmente in occasioni di episodi di intensità eccezionale, per cui andrà opportunamente dimensionata una rete di drenaggi superficiali.

In occasione della redazione della Progettazione Definitiva si è preso contatti sia con l'Autorità di Bacino dell'Arno che con il Servizio Geologico del Comune di Firenze, in quanto di recente la zona è stata oggetto di riprementazione ai sensi della L.R.26R e degli art.27 e 32 delle norme di attuazione del PAI (Norme approvate con D.P.C.M. del 6 maggio 2005) e prossimamente verrà approvato il decreto di deperimetrazione in seguito agli studi eseguiti dall'Università di Pisa per conto del Comune di Firenze. In base agli accertamenti effettuati però, è risultato che l'area sede dell'intervento non rientra nella zona indagata e pertanto per essa vale quanto già prodotto dall'Autorità di Bacino dell'Arno. In sostanza si deve fare riferimento alla modellazione idraulica riportata a livello di Progettazione Preliminare e che indica che la zona è posta in sicurezza idraulica.

Carta geologica - scala 1:10.000

Estratto della Carta geologica della Regione Toscana- sez. 275030



Faglia probabile



Depositi alluvionali sotto copertura antropica <3m:
corpi canalizzati di ghiaie e ciottoli silicoclastici più o meno sporchi



Depositi alluvionali sotto copertura antropica <3m:
limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie



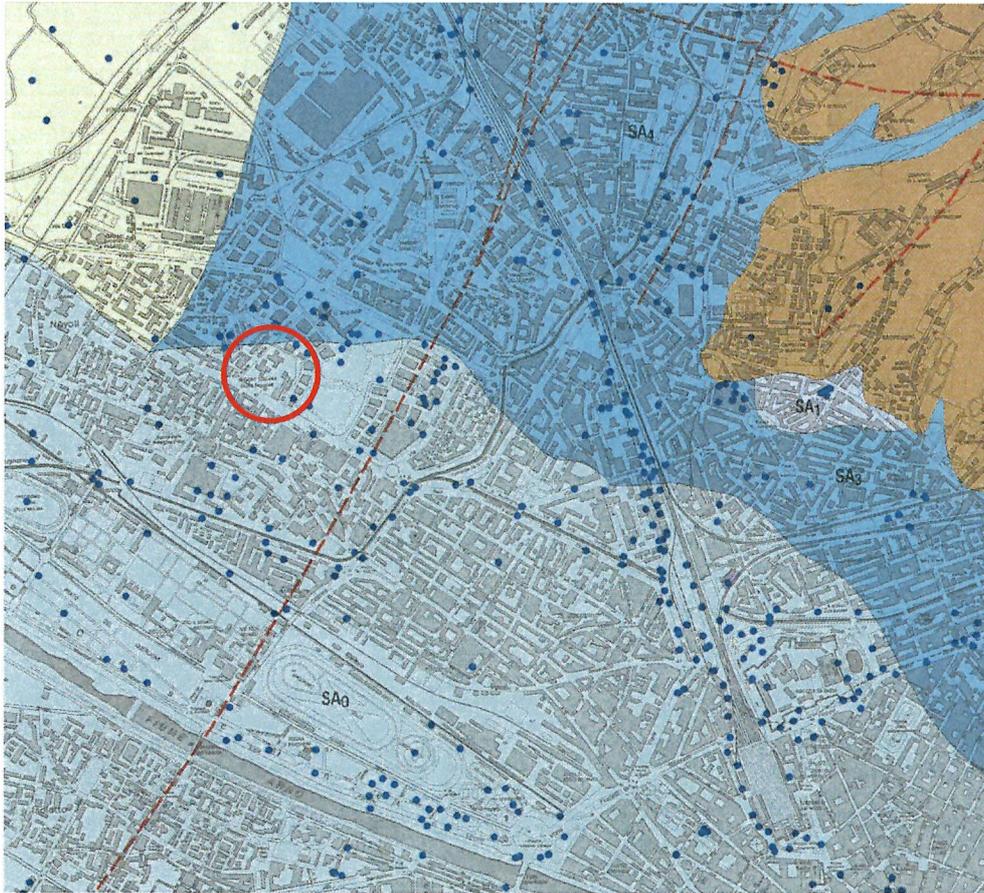
Ghiaie e ciottoli puliti d'alveo d'Arno di composizione prevalentemente calcarea



Depositi antropici (inerti con spessori superiori ai tre metri)



Ubicazione dell'area di intervento



SA - SINTEMA DELL'ARNO *Olocene*

- SA₀** Depositi d'Arno: costituiti principalmente da ciottolami e ghiaie, da puliti a sporchi, con livelli e lenti di sabbie, anche gradate; i 3-5 m superiori sono formati da limi più o meno sabbiosi, in relazione alla loro distanza dall'alveo; le ghiaie presentano frequenti episodi di erosione e sostituzione.
- SA₃₋₇** Depositi torrentizi: si tratta di depositi d'alveo ghiaioso-ciottolosi, con abbondante matrice limoso-sabbiosa imballati in corpi limosi palustri e/o d'esoncazione. La divisione tra i vari torrenti è stata fatta in funzione delle zone di pertinenza dei vari apparati torrentizi; hanno potenze variabili da pochi fino alla ventina di metri. Africo (**SA₇**), San Gervasio (**SA₆**), Mugnone (**SA₅**), Arcovata-Montughi (**SA₃**), Terzolle-Lastra (**SA₄**).
- SA₂** Depositi palustri: depositi limo-palustri delle residue zone umide ad ovest della città e nella pianura tra Campi e Sesto-Castello; ha potenza di un paio di metri nella zona settentrionale, fino a qualche metro nella zona meridionale della pianura.
- SA₁** Depositi di conoide: ghiaie in matrice limoso-sabbiosa (derivano tutti da erosione dei terreni villafranchiani dei rilievi pedecollinari settentrionali), mal classati e mal assortiti; hanno potenza di alcuni metri.

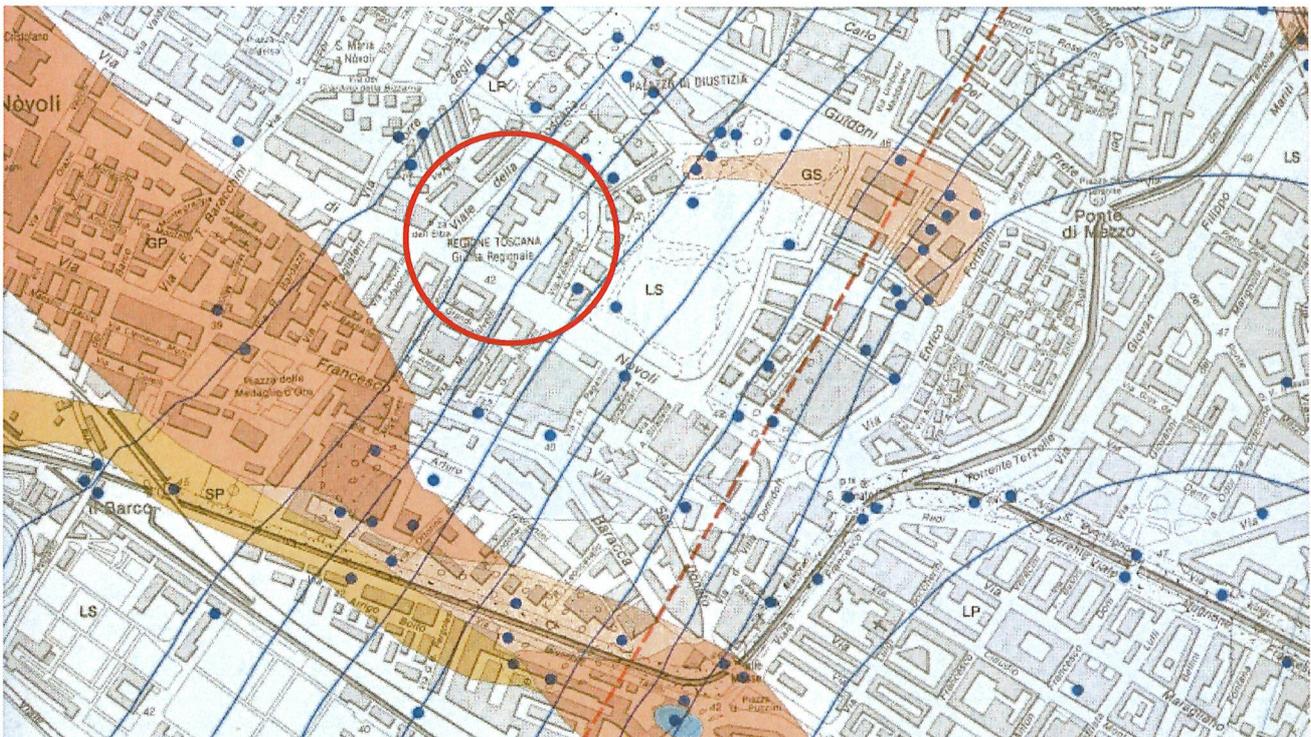
SF - SINTEMA DI FIRENZE *Pleistocene Superiore*

- SF₅** Depositi di margine: limi bruni ghiaiosi a clasti spigolosi centimetrici di natura eminentemente carbonatica.

SB - SINTEMA DEL BACINO DI FIRENZE-PRATO-PISTOIA *Pleistocene Inferiore-Pliocene Superiore*

- SB₅** Argille Turchine: depositi limoso-argillosi lacuali costituiti da massicci corpi di argille-limose grigio bluastre; all'interno di questo corpo principale sono presenti livelli e lenti di ghiaie e sabbie, in genere sporchi; verso l'alto passano a limi bruni, a luoghi varvati, con torbe, frustoli carboniosi, calici e paleosuoli.
- SB₃** paleo-Mugnone: ciottolami e ghiaie in matrice limoso-sabbiosa e corpi limoso-argillosi bruni.
- SB₄** paleo-Terzolle: ciottolami e ghiaie, spesso sabbiosi, e lenti di limi argillosi bruni.
- SB₁** paleo-Ema/Greve: ciottolami e ghiaie in matrice sabbiosa.

Estratto dalla Carta Geologica allestita in scala 1:30.000 da Agili F. - Cecchi M. - Coli M. - Pini G. & Rubellini P.



MATERIALI DI ORIGINE ANTROPICA

Riperti e coperture costituiti da materiali sciolti misti di varia pezzatura ed origine, più o meno costipati, anche con cocciame di laterizi; nei vecchi fossati delle mura a luoghi anche livelli limosi compatti. Sono stati cartografati solo ove costituiscono un livello continuo e potente almeno un paio di metri. *Attuale*. Spessore dei riperti: **a** = 2 - 4m, **b** = 4 + 6m, **c** > 6m.

TERRENI FLUVIO-LACUSTRI ED ALLUVIONALI - Plio-Quaternario

N.B. - ove presente una divisione all'interno della casella la porzione in basso è riferita ai terreni fluvio-lacustri del Pliocene Superiore-Pleistocene Superiore, la porzione in alto ai terreni fluviali e palustri dell'Olocene.

TERRENI GRANULARI

GP Ghiaie pulite, con diametro medio dei clasti di 2-3 cm e massimo dell'ordine dei 5 cm, con frequente componente sabbiosa; i clasti sono in genere ben arrotondati, prevalentemente discoidali, subordinatamente subferici.

GS Ghiaie sporche, con diametro medio dei clasti di 2-3 cm e massimo dell'ordine dei 5 cm, i clasti sono in genere ben arrotondati, prevalentemente discoidali, subordinatamente subferici, con componente fine dal 5%-20%; localmente le ghiaie posso essere anche molto sporche con componente fine dal 20%-50%, in tale caso risultano totalmente chiuse.

SP Sabbie pulite di colore ocra, in parte con ghiaie o clasti ben arrotondati prevalentemente discoidali.

SS Sabbie sporche di colore ocra, a luoghi con componente pellica fino al 20%-50%, in tale caso risultano totalmente chiuse.

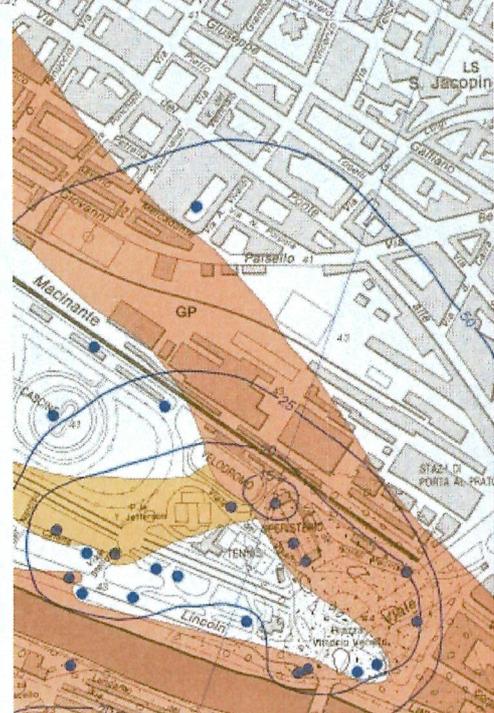
TERRENI COESIVI

LS Limi-ghiaiosi e limi-sabbiosi con componente granulare anche del 20%-50%.

LP Limi e limi-argillosi con scarsa (5-20%) componente granulare, di colore bruno, con calici (in genere con LL < 50).

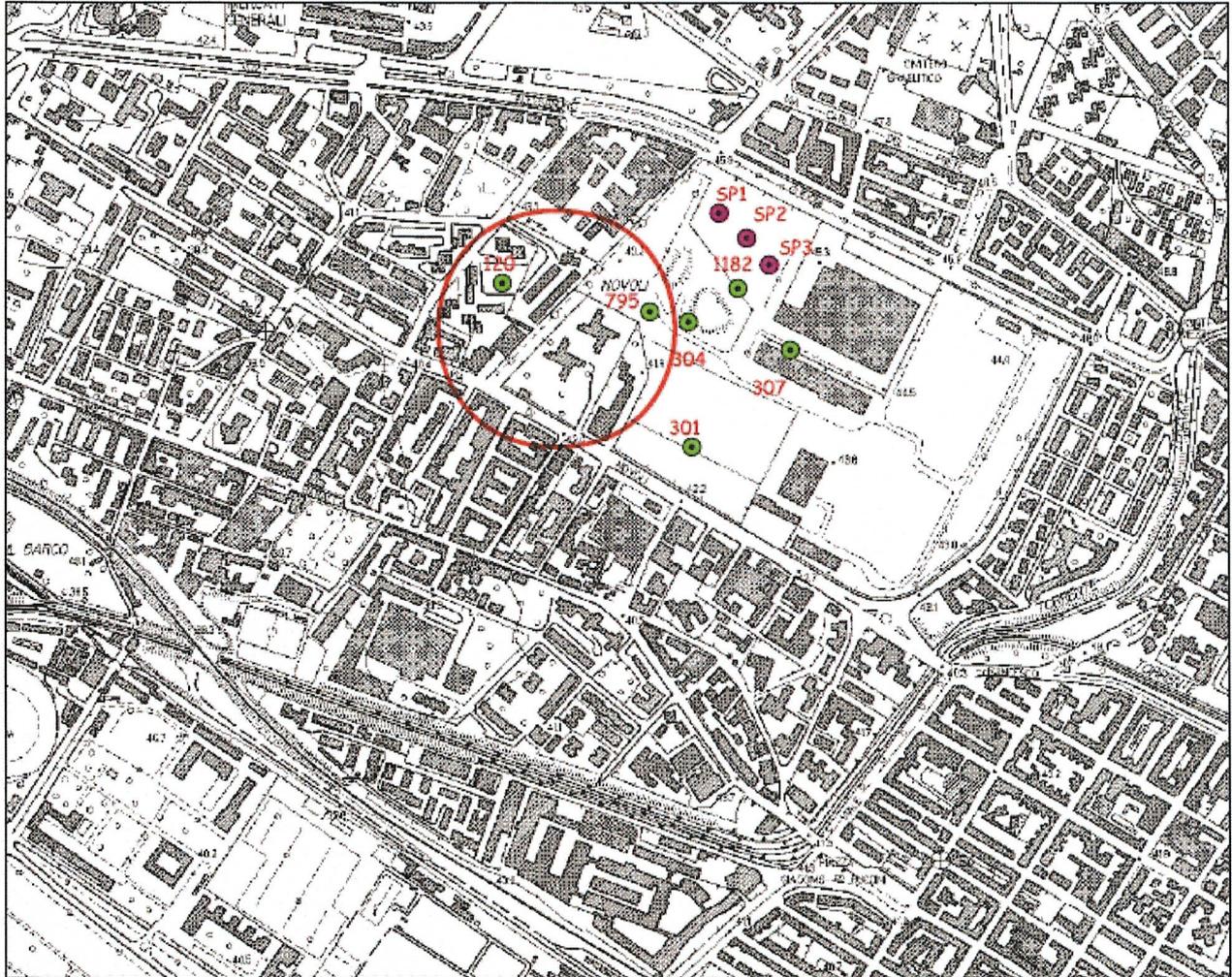
AS Limi-argillosi ed argille-limose non plastiche grigio-azzurrognole o grigio-verdastre, a saturazione bassa e media, con calici (in genere) con componente organica media che può essere costituita da resti di piante, brackioni, anche più significativa (20%-50%) in genere hanno clasti di diametro medio di 2-3 cm e massimo di 4-6 cm, in genere ben arrotondati, prevalentemente discoidali, subordinatamente subferici.

AP Limi-argillosi ed argille-limose grigio azzurrognole e grigio-verdastre, con calici, a plasticità bassa e media; componente granulare scarsa (< 5%) o nulla.

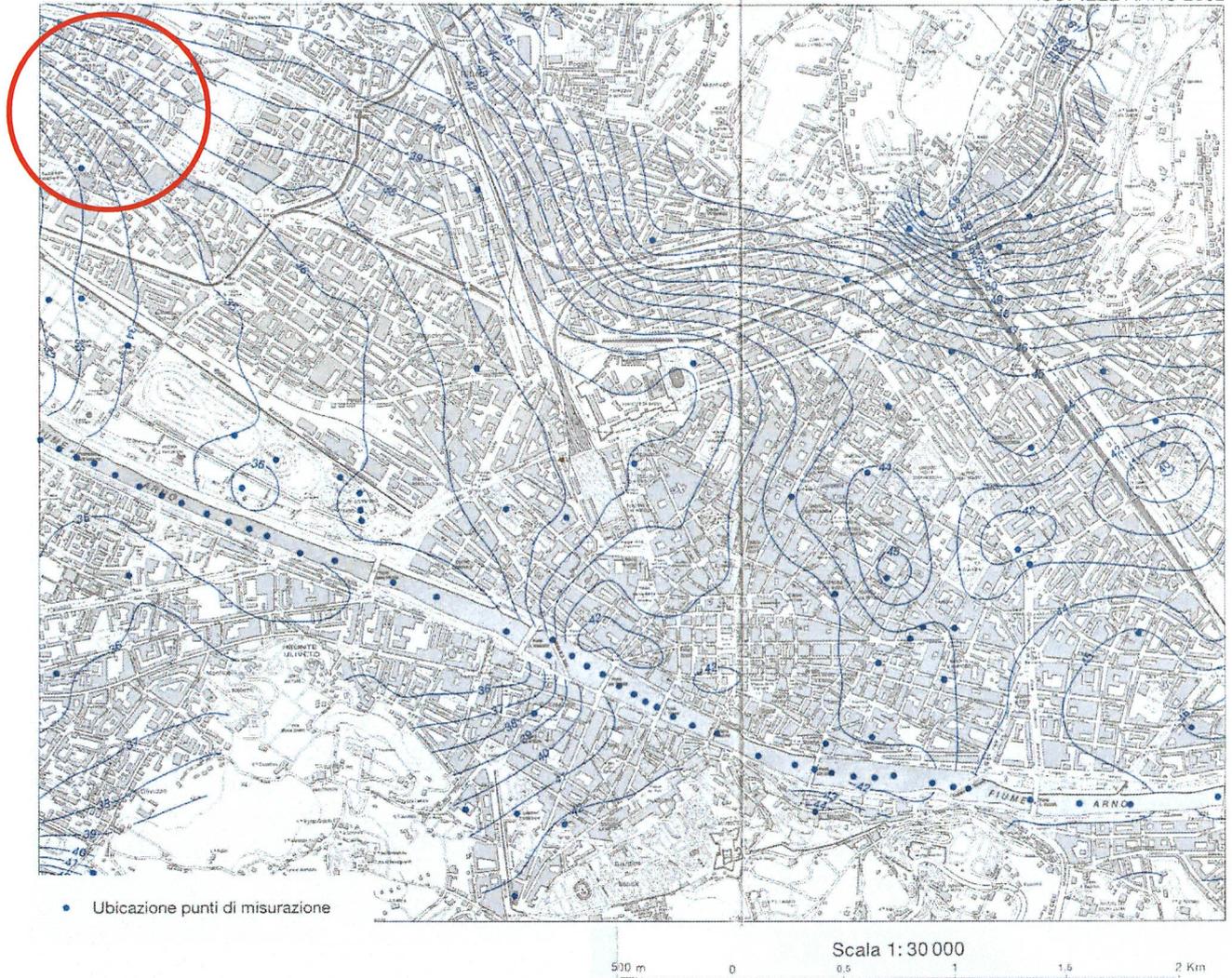


Estratto dalla Carta Litotecnica allestita in scala 1:10.000 dal Comune di Firenze - Direzione Nuove Infrastrutture - Servizio Attività Geologiche e Valutazione Impatto Ambientale (2004) e dall'Università degli Studi di Firenze - Dipartimento di Scienze della Terra.

Ubicazione dei dati di base - scala 1:10.000

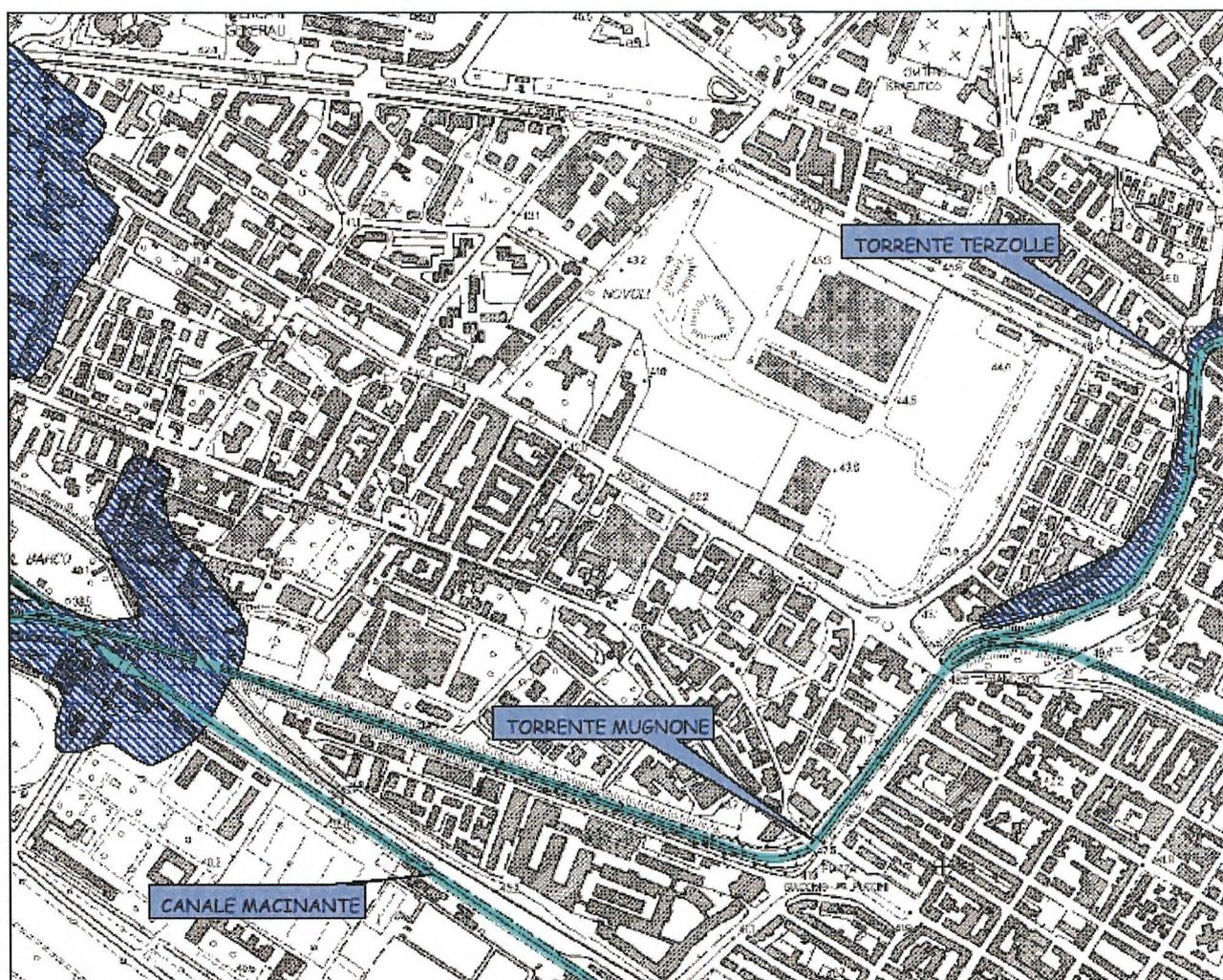


-  Sondaggi eseguiti per la progettazione del Nuovo Palazzo di Giustizia disponibili presso il Servizio Attività Geologiche del Comune di Firenze
-  Sondaggi della Banca Dati Stratigrafici ed idrogeologici del Comune di Firenze Direzione Nuove Infrastrutture Servizio Attività Geologiche e V.I.A.
-  Ubicazione dell'area di intervento



Estratto dalla Carta dei Dati Idrogeologici del sottosuolo di Firenze allestita dal Comune di Firenze - Direzione Nuove Infrastrutture - Servizio Attività Geologiche e Valutazione Impatto Ambientale e dall'Università di Firenze - Dipartimento di Scienze della Terra. Livelli di morbida del 2002.

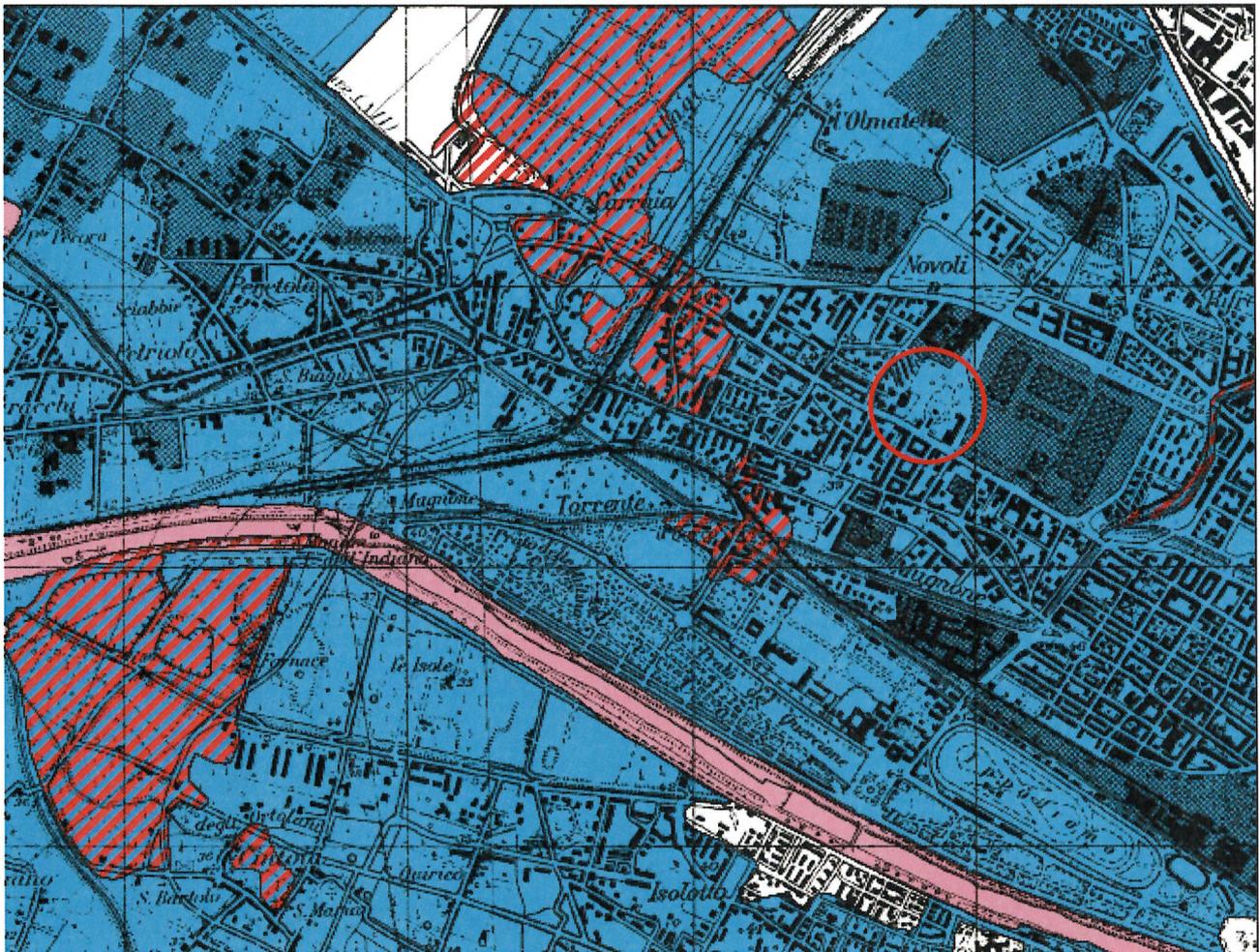
Carta dei corsi d'acqua - scala 1:0.000



 Asta fluviale

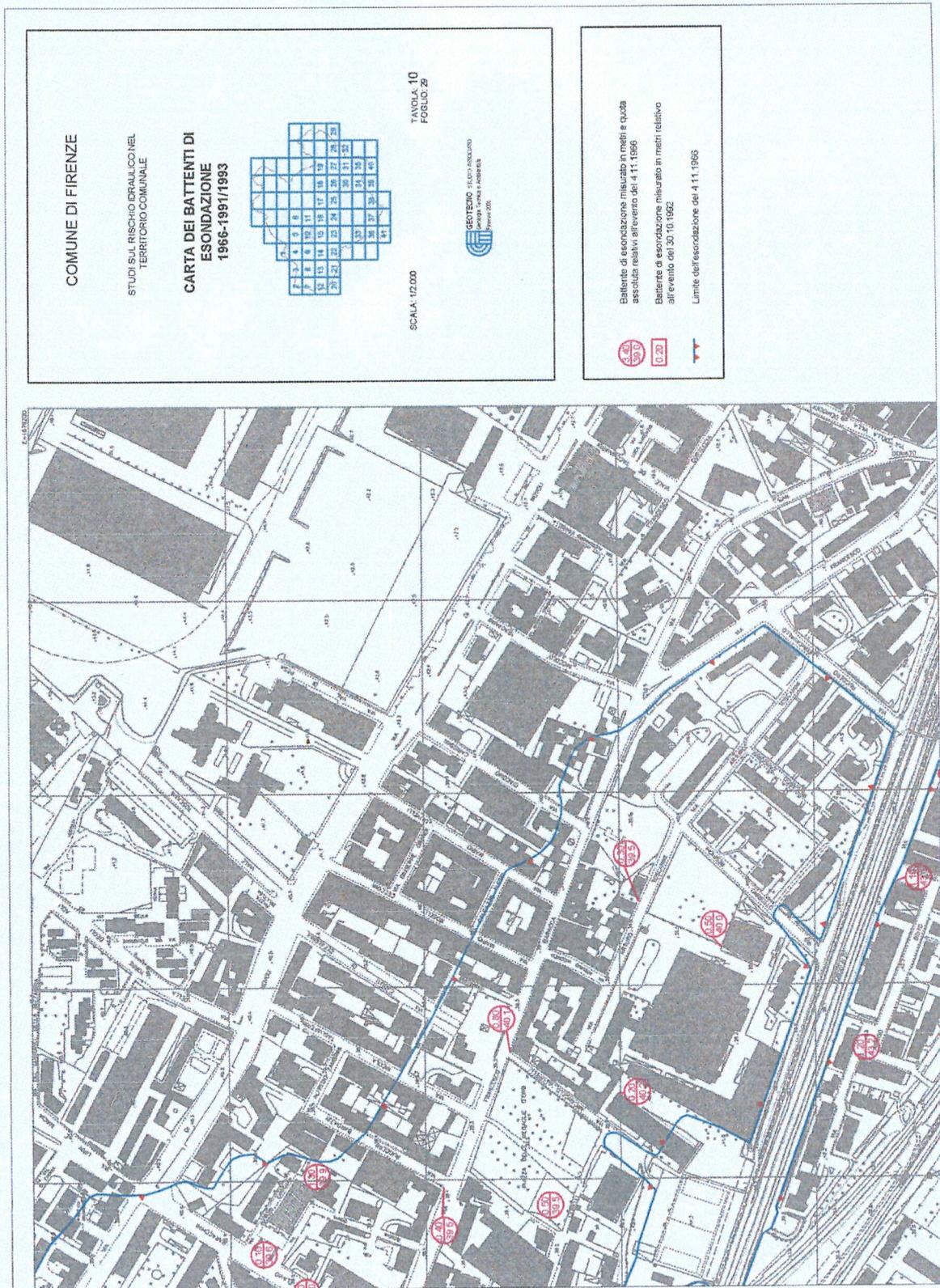
 Aree soggette a ripetuti fenomeni di inondazione negli anni '91- '92- '93

Piano di Bacino del fiume Arno - Piano Stralcio Rischio Idraulico



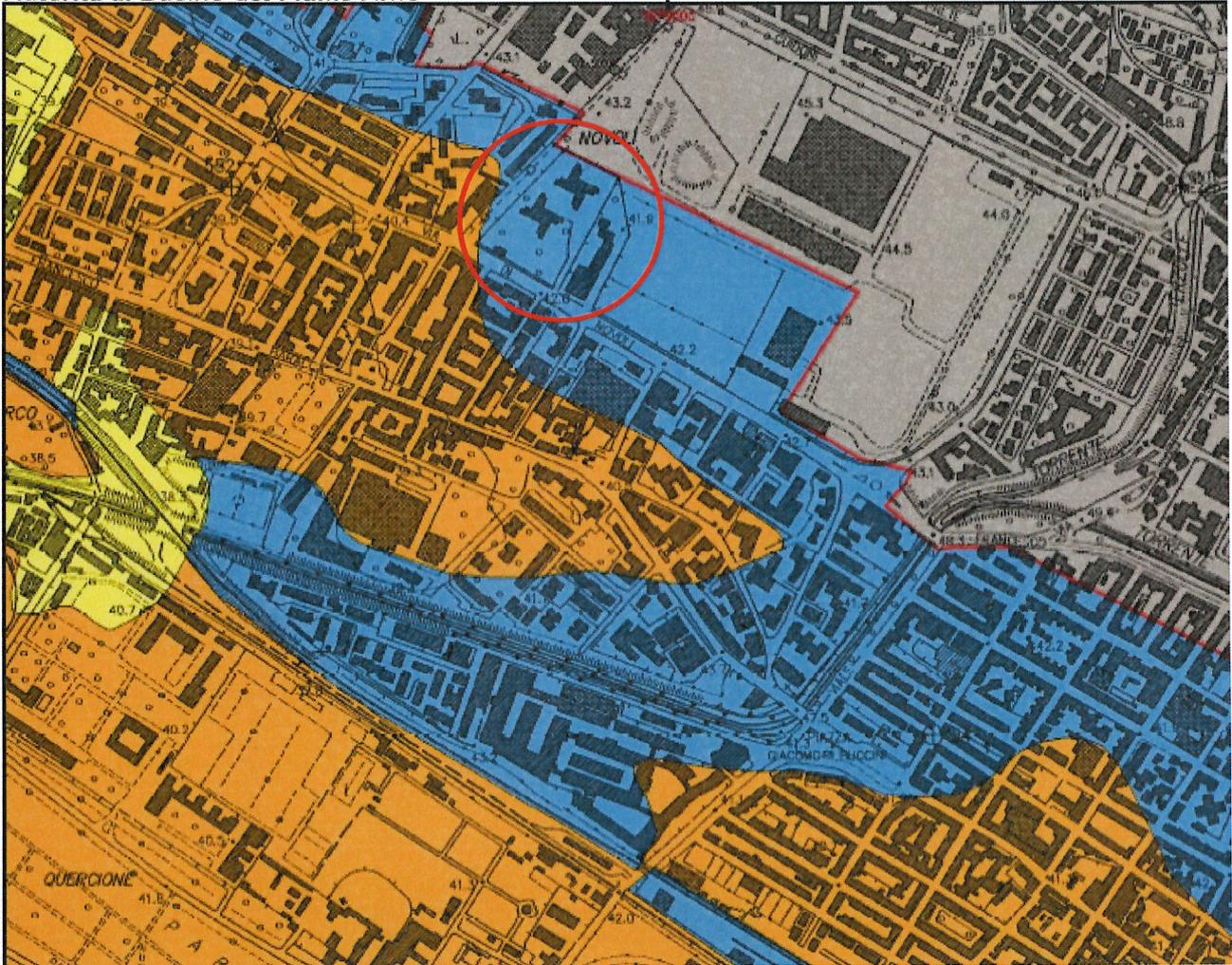
-  Aree interessate da inondazioni ricorrenti.
-  Aree interessate da inondazioni eccezionali.
-  Aree interessate da inondazioni durante gli eventi alluvionali degli anni 1991 - 1992 - 1993.

Estratto dalla "Carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966-1999)" in scala 1:25.000 - Stralcio del Foglio 52



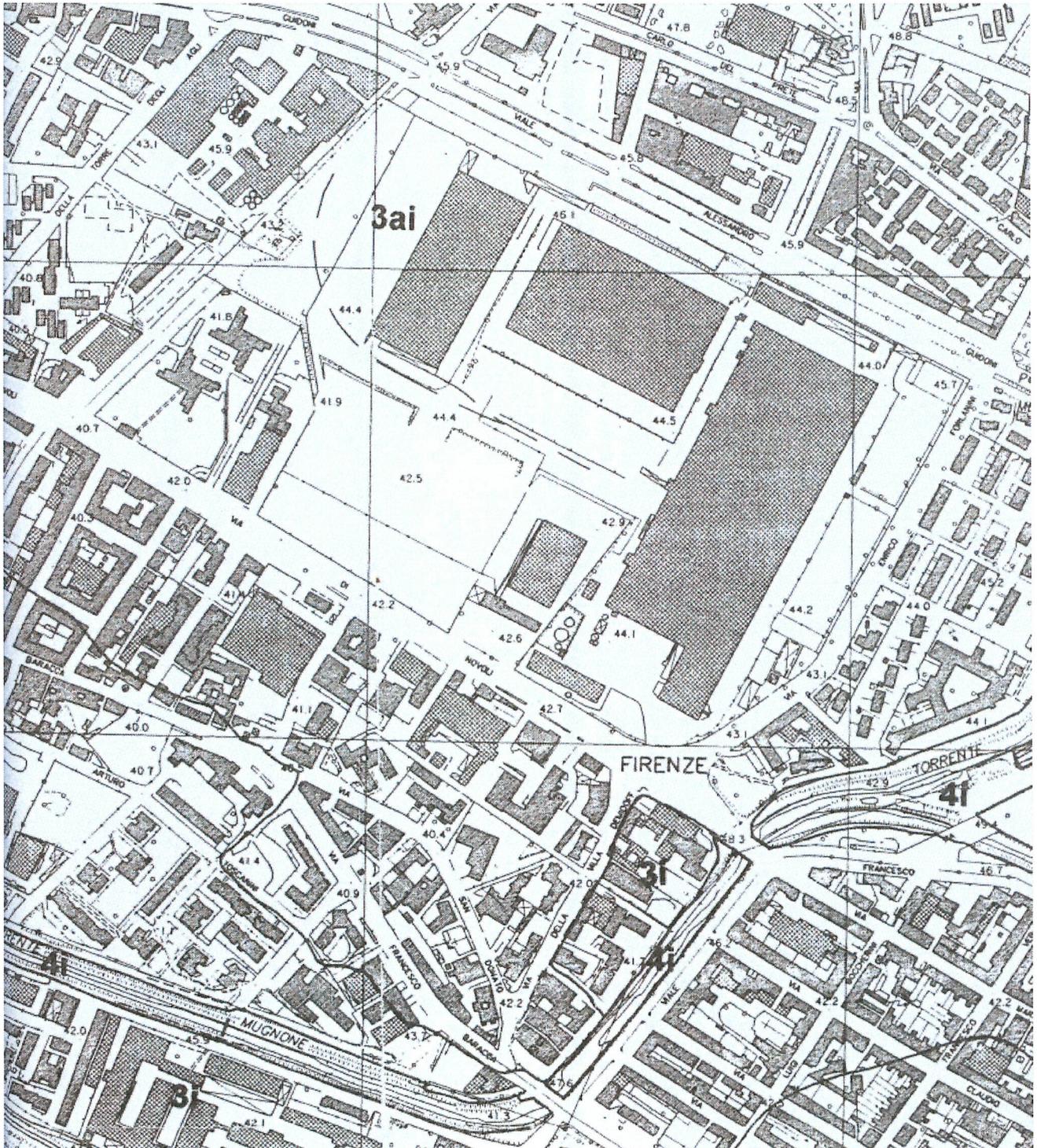
Estratto fuori scala della Carta dei battenti di esondazione 1966-1991/1993 (scala originale 1:2.000) - Geotecno 2001

Autorità di Bacino del Fiume Arno



Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica - livello di dettaglio P.I.4 P.I.3 P.I.2 P.I.1 Limite area di studio

Estratto dalla "Carta della pericolosità idraulica" in scala 1:10.000 - Stralcio del Foglio 266



Estratto dalla Carta della Pericolosità redatta a supporto del PRG di Firenze nel '99 (scala 1:5.000).

2. Esecuzione della campagna geognostica

I dati di base disponibili per l'area hanno permesso di ipotizzare una modellazione geologica già a livello di Progettazione Preliminare e di impostare una campagna geognostica mirata a una più completa conoscenza geologica e geotecnica.

La campagna geognostica è consistita nell'esecuzione di **2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo della profondità di 20 metri, con prelievo di 4 campioni negli orizzonti coesivi, sottoposti in seguito ad analisi di laboratorio, e l'esecuzione di 4 prove SPT negli orizzonti granulari.**

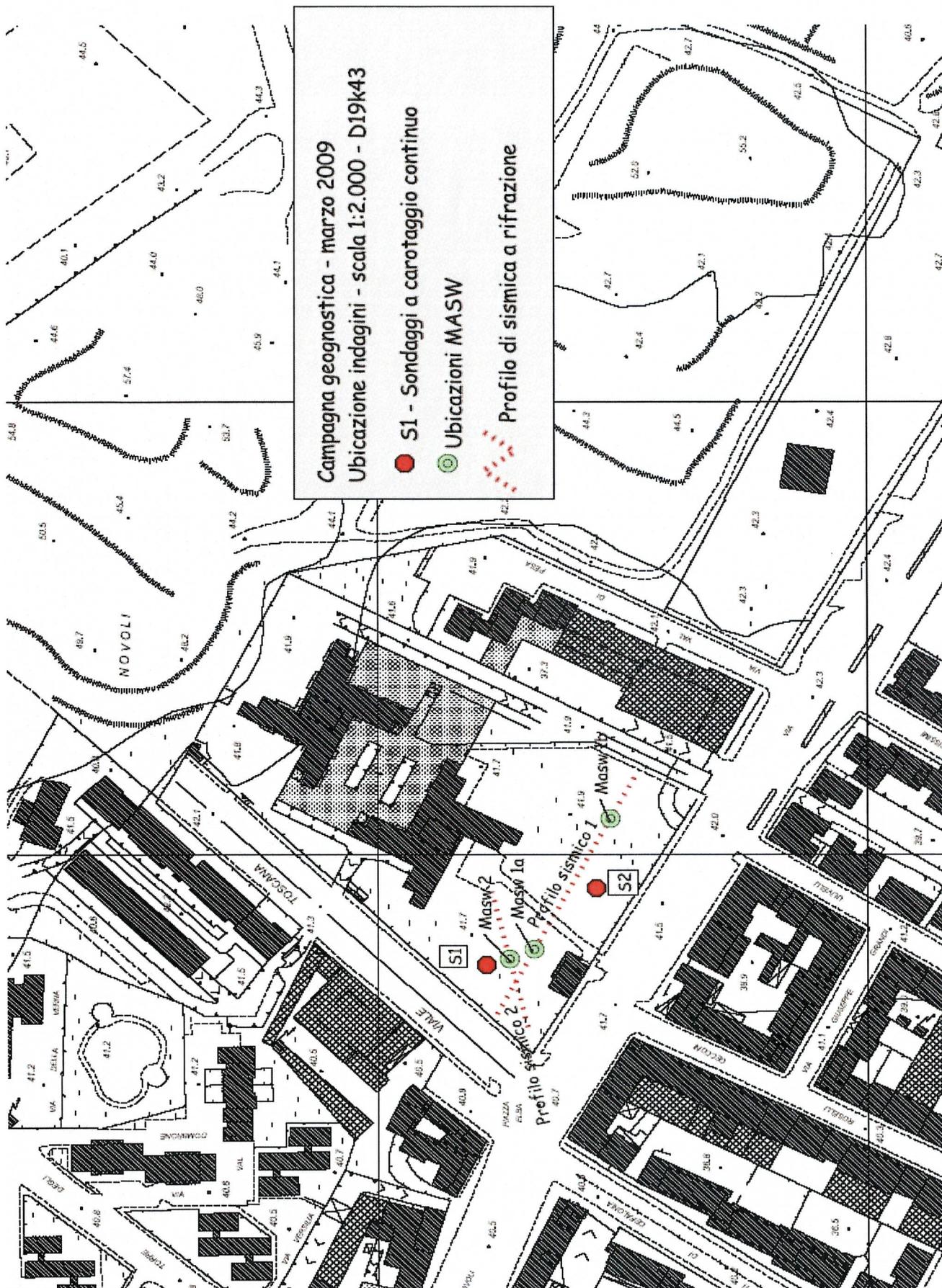
Oltre a tale analisi, per una caratterizzazione sismica degli orizzonti che saranno interessati dall'opera, sono stati effettuati **due stendimenti di sismica a rifrazione e tre prove MASW.**

Per l'espletamento delle indagini geognostiche si è seguito quanto indicato nel Programma VEL predisposto dal Servizio Sismico della Regione Toscana.

L'ubicazione delle indagini viene riportate di seguito in scala 1:2.000 e con maggior dettaglio nella tavola 5B in scala 1:500.

Le indagini si sono estese a tutto il piazzale antistante gli edifici regionali, non solo per avere un quadro più completo possibile dell'area di intervento ma anche in previsione della possibile realizzazione di un auditorium regionale, limitrofo all'asilo, per cui è stata già redatta la Relazione Geologica a livello di Progettazione Preliminare.

I dati acquisiti nel corso della attuale campagna geognostica potranno essere così utilizzati anche in una eventuale fase di Progettazione Definitiva dell'Auditorium.



2.1. Generalità dell'esecuzione dei sondaggi meccanici a carotaggio continuo

I sondaggi a carotaggio continuo sono stati eseguiti dalla ditta Geotecnica Palazzi-Giomarelli srl di Chianciano Terme, sotto la supervisione e con la interpretazione stratigrafica della scrivente.

In generale le perforazioni di sondaggio hanno lo scopo di:

- 1) ricostruire il profilo stratigrafico;
- 2) consentire il prelievo di campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio;
- 3) consentire l'esecuzione di rilievi e misure delle acque sotterranee;
- 4) consentire l'esecuzione di prove in sito.

I sondaggi sono stati realizzati a rotazione e sono stati utilizzati gli accorgimenti necessari per realizzare la massima percentuale di recupero. Il terreno attraversato e recuperato è stato conservato in apposite cassette catalogatrici a scomparti con separatori che contrassegnano i limiti di ciascuna manovra e ne riportano la quota inferiore e superiore. Tali cassette sono state fotografate con l'indicazione del numero del sondaggio ed evidenziate le profondità di riferimento e le foto sono riportate in allegato alla presente relazione. Per poterle ancora esaminare sono state collocate, al riparo dagli agenti atmosferici, sotto la tettoia del Palazzo B della Regione Toscana.

Per l'esecuzione e l'interpretazione stratigrafica si è fatto riferimento alle Modalità tecnologiche e Norme di misurazione (ANISIG) e alle Raccomandazioni sull'esecuzione delle indagini geonostiche (AGI). La descrizione di ogni tratto di terreno attraversato ha compreso:

- quota inferiore e superiore dello strato;
- composizione granulometrica (redatta in base alle raccomandazioni AGI e classificazione USCS);
- in presenza di ciottoli e trovanti si è indicata la dimensione massima degli elementi;
- densità stimata, nei terreni incoerenti (sciolti, mediamente densi, densi);
- consistenza dei terreni coesivi (inconsistente, mediamente consistente, consistente) valutata con l'ausilio di misure di campagna (Pocket Penetrometer, Vane Test) di cui si riportino i valori in numero adeguato;
- colore;
- presenza di sostanze organiche.

Sono state annotate tutte le osservazioni di perforazione, quali ad esempio:

- tendenza a franare del foro;
- perdita parziale del fluido di circolazione;
- presenza di falde in pressione.

Per garantire la stabilità del foro nei terreni sciolti, sono stati utilizzati rivestimenti metallici a seguire ciascun avanzamento della perforazione. La stabilità del foro è stata verificata, prima di ciascuna operazione di campionamento indisturbato o prova penetrometrica (SPT).

La quota effettiva di inizio del campionamento o della prova e quella di avanzamento della perforazione raggiunta, sono state annotate nella documentazione.

Il prelievo di campioni indisturbati è stato eseguito mediante campionatori a pareti sottili (tipo Shelby); nel caso del campione 2 del sondaggio S1 (da 10,30-10,80 m da pdc), poiché il campionamento è risultato impossibile si è provveduto al prelievo di un campione semidisturbato sigillato in un tubo in PVC.

Immediatamente dopo il prelievo, i campioni sono stati sigillati mediante paraffina nello stesso contenitore usato per il prelievo.

L'installazione di tubi piezometrici microfessurati nei fori di sondaggio è stata eseguita dopo la formazione del manto drenante e di un tappo impermeabile alla testa del tubo.

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi è stata rilevata la presenza delle falda ed è stata misurata al termine della giornata e al mattino seguente il livello dell'acqua nel foro di sondaggio.

Si sono poi eseguite tre diverse misure della profondità della falda, il 18/3/2009, il 23/4/2009 e l'11/9/2009.

In corrispondenza dei terreni granulari, dove non è stato possibile il prelievo di campioni indisturbati o semidisturbati da sottoporre ad analisi di laboratorio, sono state eseguite in alternativa delle prove dinamiche in foro del tipo SPT.

La prova consiste nell'infissione di un campionatore (tipo Raymond), con dimensioni standards. L'infissione avviene a percussione con una massa battente del peso di 63.5 kg, che cade liberamente da 76 cm di altezza. Tutte le caratteristiche geometriche, di peso e meccaniche del campionatore, delle aste, del maglio, sono conformi agli standards.

La prova viene condotta registrando il numero di colpi (N1, N2, N3) necessario per infiggere il campionatore nel terreno per tre tratti successivi di 15 cm ciascuno.

Se con N1= 50 colpi, l'avanzamento è minore di 15 cm, la prova viene sospesa e la si dichiara conclusa annotando l'avanzamento ottenuto. Se il tratto di avviamento viene invece superato la prova prosegue e si conteggiano separatamente N2 ed N3 sino al limite massimo, complessivo di $N2+N3=100$ colpi, raggiunto il quale la prova viene sospesa e si dichiara conclusa, annotando l'avanzamento ottenuto.

2.2 Interpretazione dei sondaggi a carotaggio continuo

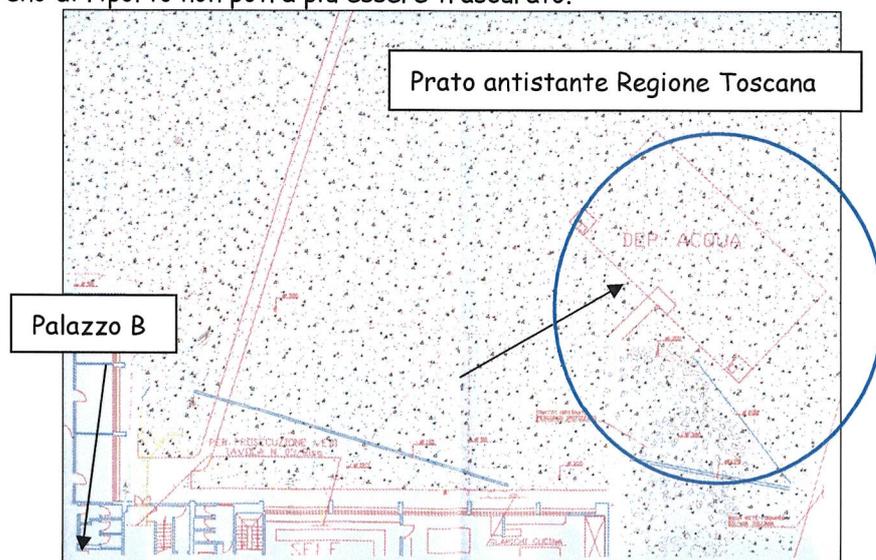
Come già accennato in precedenza le fiches stratigrafiche dei sondaggi eseguiti e le foto delle cassette catalogatrici sono riportate in allegato alla presente relazione.

Prima di passare ad una sintesi della sequenza stratigrafica ed ad un commento sulle sezioni geologiche allestite in scala 1:200 (TAV. 5B) è opportuno far notare che i primi quattro metri di terreno hanno creato problemi interpretativi che si sono potuti risolvere solo grazie all'ausilio delle indagini di laboratorio. Infatti dopo due metri di terreno di riporto molto evidente (da 0.00 a -2,0 m dal pdc nel sondaggio S1 e da 0.00 a -2,10 m dal pdc nel sondaggio S2), si è potuto riconoscere un limo argilloso marrone con qualche incluso carbonatico che in un primo momento è stato interpretato come terreno in posto facente parte della copertura alluvionale, per poi però avere dei dubbi su questa valutazione in quanto ad una quota di circa 3,7 m dal pdc nel sondaggio S1 e -3,8 m dal pdc nel sondaggio S2 si sono identificati una ventina di centimetri di terreno contenente nel sondaggio S1 dei microframmenti di laterizi e nel sondaggio S2 dei frammenti di laterizi di dimensione centimetrica, indicanti terreno di riporto. Si è pertanto ipotizzato un unico orizzonte di terreno di riporto fino ai 4.0 m, anche perché si è esclusa possibilità di terreno "franato nel foro di sondaggio" perché il foro era "incamicciato". Le analisi di laboratorio effettuate sul campione indisturbato C1 (profondità di prelievo da 2,90 a 3,40 m dal pdc) hanno però escluso che fosse terreno di riporto confermando la natura limo argillosa identificata in un primo momento.

L'interpretazione stratigrafica e la sezione geologica ricostruita tengono pertanto conto delle analisi di laboratorio e divergono dalle fiches stratigrafiche compilate solo attraverso un'analisi visiva.

I venti centimetri di riporto rivenuti in entrambi i sondaggi alla quota di circa 3,7 m dal pdc, anche se con caratteristiche sensibilmente diverse, potrebbero essere collegati con la storia recente del piazzale, con la costruzione dei garage interrati degli attuali edifici sede della Regione Toscana o alla realizzazione della vasca antincendio interrato di cui si riporta di seguito un'ubicazione fuori scala.

In ogni caso limitando l'analisi al sondaggio S1 eseguito in corrispondenza dell'asilo e considerando l'esiguo spessore di detti depositi e la natura "in posto" del campione C1, la loro presenza si ritiene trascurabile rispetto al comportamento del primo orizzonte litologico di limo argilloso da 2,0 m a 3,9/4,0 m da piano di campagna. Vista però la dimensione dei frammenti rinvenuti nel sondaggio S2, nel caso si dovesse affrontare la realizzazione dell'Auditorium Regionale, tali considerazioni andranno approfondite, e tale spessore di terreno di riporto non potrà più essere trascurato.



Ubicazione orientativa della vasca antincendio nel prato antistante il Palazzo B della Regione Toscana.



Foto della cassetta del sondaggio S1 da 0,0 a -4,0 m da pdc, con evidenziati due zoom, uno relativo ai frammenti di laterizi centimetrici ben visibili fino alla quota di 2,0 m e l'altra con evidenziata l'ingrandimento della carota intorno a 3,70 -3,9 m dove sono stati rinvenuti dei microframmenti di laterizi non percepibili in foto.



Foto della cassetta del sondaggio S2 da 0,0 a -4,0 m da pdc, con evidenziati lo zoom relativo ai frammenti di laterizi centimetrici ben visibili alla quota di 3,8 m da pdc.

Nella Tav. 5B oltre all'ubicazione delle indagini su Planimetria di Progetto in scala 1:500 sono state allestite due sezioni geologiche in scala 1:200 che evidenziano la sequenza stratigrafica emersa dall'interpretazione dei due sondaggi a carotaggio continuo e dalle indagini sismiche.

Ad una prima analisi si può immediatamente osservare una certa difformità tra due sondaggi rappresentativi di due zone, la prima sede dell'asilo (sondaggio di riferimento S1) e la seconda sede dell'eventuale auditorium (sondaggio di riferimento S2) e come vedremo meglio in seguito, tale eteropia laterale trova riscontro anche dallo studio sulla sismicità dell'area effettuato dal Comune di Firenze.

In corrispondenza del sondaggio S2 infatti appare evidente la presenza di una lente di ciottoli e sabbie posta intorno ai 12,20 m da pdc e i 14,80 m da pdc e risulta più esiguo lo spessore di argille sabbiose poste tra i 14,0 m da pdc e i 16,8 m da pdc del sondaggio S1, così come risulta essere più spesso l'orizzonte di ghiaia e ciottoli in matrice sabbio-limosa il cui tetto è stato trovato in entrambi i sondaggi alla quota di 6,5 m da pdc, ma il cui letto è posto a 9,8 m da pdc nel sondaggio S1 e a 11,10 nel sondaggio S2. Una tale eteropia litologica oltre che in un diverso comportamento geotecnico si traduce anche in una diversa classificazione dei terreni da un punto di vista di risposta sismica: **i terreni in corrispondenza dell'asilo sono terreni di tipo B ai sensi della NTC 2008, mentre i terreni in corrispondenza dell'eventuale auditorium sono di tipo C.** Tale aspetto sarà affrontato più nel dettaglio in seguito, si vuole solo far notare la eterogeneità laterale e verticale dei terreni, a riprova della necessità di effettuare delle campagne geognostiche approfondite quando si trattano depositi alluvionali caratterizzati da differenti spessori litologici e dalla frequente presenza di lenti.

In via orientava la sequenza litotecnica attesa è stata così schematizzata:

Sondaggio S1

- da 0.00 a 2.0 m. di **terreno di riporto**;
- da 2.0 a 3.7 m. dal p.d.c. **limi argillosi**;
- da 3.7 a 4.0 m. dal p.d.c. **riporto**
- da 4.0 a 6.5 m. dal p.d.c. **sabbie limose**
- da 6.5 a 9.8 m. dal p.d.c. **ciottoli e ghiaie in matrice sabbio limosa**
- da 9.8 a 14.0 m dal p.d.c. **argille limose**
- da 14.0 a 16.8 m da p.d.c. **argille sabbiose**
- da 16.8 a 19.2 m. dal p.d.c. **sabbie grossolane con ghiaino**
- da 19.2 a 20.0 **argilla sabbiosa**

Sondaggio S2

- da 0.00 a 2.1 m. di **terreno di riporto**;
- da 2.1 a 3.8 m. dal p.d.c. **limi argillosi**;
- da 3.8 a 4.0 m. dal p.d.c. **riporto**
- da 4.0 a 6.5 m. dal p.d.c. **sabbie limose**
- da 6.5 a 11.10 m. dal p.d.c. **ciottoli e ghiaie in matrice sabbio limosa**
- da 11.1 a 12.2 m dal p.d.c. **argille limose**
- da 12.2 a 13.8 m. dal p.d.c. **ciottoli e ghiaie in matrice sabbio limosa**
- da 13.8 a 14.8 m. dal p.d.c. **sabbie argillo-limose grossolane**
- da 14.8 a 18.9 m da p.d.c. **argille limose**
- da 18.9 a 19.6 **argilla sabbiosa**
- da 19.6 a 20.40 m. dal p.d.c. **sabbie grossolane con ghiaino**



2.3 Idrogeologia e misure piezometriche

Per l'inquadramento idrogeologico dell'area si rimanda alla Relazione Geologica prodotta a livello di Progettazione Preliminare.

Per quanto riguarda la profondità a cui è stata rilevata la falda acquifera, sono state effettuate due misurazioni a distanza di tempo di entrambi i sondaggi:

Sondaggio S1	Misura in m. da pdc	data
	6,75	18/3/2009
	6,70	23/4/2009
	7,35	11/09/2009

Sondaggio S2	Misura in m. da pdc	data
	6,47	18/3/2009
	6,50	23/4/2009
	7,20	11/09/2009

Dai valori rilevati è chiaro che la falda si attesta al tetto dell'orizzonte a ciottoli e ghiaia definito nella stratigrafia. Nel breve periodo intercorso tra la misurazione di marzo e quella di aprile non si sono registrate variazioni degne di nota, mentre rispetto alla misurazione effettuata a metà settembre si è rilevata una differenza di circa 0,70-0,65 m. Pertanto è presumibile che la massima oscillazione stagionale possa comportare l'innalzamento massimo della falda a circa 6,0 metri di profondità dal piano di campagna. Associati a tale innalzamento potrebbero innescarsi anche dei fenomeni di risalita capillare fino ad interessare l'orizzonte di sabbie limose situate da 4,0 m da p.d.c.

Si esclude pertanto che possano esplicitarsi problemi connessi con la presenza della falda sia in fase di cantierizzazione per la realizzazione degli scavi per il piano di posa della fondazione che in fase di esercizio; tuttavia il previsto smantellamento della vasca antincendio (cfr. 4 - Preparazione del terreno di imposta) la cui profondità è di 5,9 m dal piano di campagna, andrà effettuato durante nelle fasi dell'anno (primavera-estate) in cui la falda è più profonda.

2.4 Caratterizzazione geotecnica degli orizzonti - Analisi di laboratorio, prove in posto e indagini sismiche

Come già accennato, per la caratterizzazione geotecnica dei vari orizzonti litologici che saranno interessati dall'opera, sono stati prelevati n .4 campioni negli orizzonti coesivi e sono state eseguite delle prove SPT negli orizzonti granulari. Tali valutazioni sono state poi confrontate ed integrate con i dati derivati dai profili di sismica rifrazione e le MASW.

Le analisi di laboratorio, allegate alla presente relazione, sono state condotte dal Laboratorio di Meccanica delle Terre del CGT "Centro di Geoteconologie" dell'Università di Siena.

Su tutti i campioni sono state eseguite le seguenti prove:

- Classificazione di terreni: analisi granulometria e potenziale di liquefacibilità
- Determinazione dei Limiti di Attemberg (LL, LP)
- Determinazione dell'Indici di plasticità (IP)
- Prova a espansione laterale libera ELL (cu)
- Prova al taglio consolidata drenata CD
- Prova edometrica con valutazione dei moduli edometrici, delle curva cedimenti tempo, del coefficiente di consolidazione e di permeabilità (M, cv, Kv)

Di seguito si riporta la Tabella Riassuntiva delle prove di laboratorio.



Geotecnica Palazzi-Giomarelli srl

TABELLA RIASSUNTIVA

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Contenuto d'acqua	LL	LP	IP	Peso di Volume	Gs	φ	c	ELL	Ed
N.	N.	(m)	%	%	%	%	%	%	%	%	kN/m ³			kPa		
1	1	2.90-3.40	0.8	8.1	40.0	51.2	19.7	61	30	31	19.8	2.76	19° ^{CD}	48 ^{CD}	310	X
1	2	10.30-10.80	11.4	11.4	41.3	35.9	18.4	55	24	31	20.9	2.74	23° ^{CD}	28 ^{CD}	192	X
2	1	4.00-4.60	0.6	50.3	35.2	13.8	21.8	27	20	7	19.5	2.68	32° ^{CD}	20 ^{CD}	39	X
2	1	11.50-12.00	4.4	14.7	36.5	44.4	24.5	64	26	38	19.3	2.77	19° ^{CD}	57 ^{CD}	142	X

Località: **Palazzo Regione - via di Novoli, Firenze**

Data: 07 Aprile 2009

Verbale accettazione : **074**

CD = Taglio diretto consolidato lento drenato

Per quanto riguarda gli orizzonti, i risultati delle prove SPT granulari (le prove SPT sono state eseguite anche sulle sabbie limose che grazie alla loro coesione sono state analizzate con un campione indisturbato C1 prelevato nel sondaggio S2 alla quota da 4,0-4,6 m da pdc) sono stati interpretati tramite diverse formule empiriche, come di seguito riportato, mettendo poi a confronto i risultati e scegliendo quello più consono.

	SPT1 Sabbie limose	SPT2 Ciottoli e ghiaia
quota dal p.c. (m)	5,65	8,00
falda	No	Si
Nspt	18	41
ANGOLO DI RESISTENZA ALTAGLIO (°)		
R.B.S.	31,4	35,5
J.N.R.	32,4	35,4
De Mello		
Owasaki & Iwasaki	34,0	38,7
Sowers	33,0	35,8
Peck Hanson & Thornburn	32,2	35,0
Meyerhof		
Hatanaka & Uchida	36,6	40,8
Wolff	32,3	35,1
Schmertmann (DR)		
MODULO ELASTICO [Young] (MPa)		
D'Appolonia <i>et al</i>		
Tornaghi <i>et al</i>	29,7	37,0
Jambu		
Schmertmann		
Schultz & Menzebach	/	21,9
Webb		20,5
Jamiolkowski <i>et al</i> [E25]		
MODULO EDOMETRICO (MPa)		
Farrent	12,5	19,5
Menzebach & Malcev	10,0	36,2

Per gli orizzonti più profondi che non sono stati campionati o su cui non sono state eseguite delle prove in posto, sono state utilizzate le prove di laboratorio eseguite per la realizzazione del Palazzo di Giustizia su campioni prelevati negli orizzonti corrispondenti, confrontate con le indagini sismiche.

In questo modo è stato possibile caratterizzare tutti gli orizzonti geotecnici significativi.

Le caratteristiche geotecniche risultanti per la sequenza stratigrafica attesa in corrispondenza della zona dove sarà realizzato l'asilo, sono riportate nelle seguente tabella:

Valori di laboratorio e da prove in posto

Prof. m	litologia	γ kN/m ³	ϕ	c' KPa	c_u KPa	M MPa	c_v cm ² /s	V_s m/s
0-2.0	riporto	16.67	21°					175
2.0-3.9	Limo argilloso	19.8	19°	48	310	5.792	4.79*10 ⁻⁴	175
3.9-6.5	Sabbie limose	19.5	32°	20	39	4.232	2.91*10 ⁻⁴	276
6.5-9.8	Ciottoli e ghiaia	20.0	35°			24.8		388
9.8-16.80	Argille limose	20.9	23°	28	192	3.827	2.76*10 ⁻⁴	388
16.80-18.2	Sabbia con ghiaia	19.5	37°		19	30.99		370
18.20-20	Argille limose	19.3	19°	57	142	4.485	3.74*10 ⁻⁴	370

γ = peso di volume

resistenza al taglio in condizioni drenate: ϕ = angolo d'attrito interno

c' = coesione drenata

resistenza al taglio in condizioni non drenate: c_u = coesione non drenata

M = Modulo edometrico

c_v coefficiente di consolidazione

V_s = velocità delle onde S

Questi valori sono stati poi mediati come prevede la normativa di riferimento con i dati di base disponibili, per la determinazione dei parametri caratteristici da utilizzare nelle verifiche SLU e SLE. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva:

Valori caratteristici (k)

$$\phi_k = \phi_m (1+X*V\phi)$$

$$c_k = c_m (1+X*Vc)$$

con $X = -1,645$ da **Eurocodice 7** (parametro dipendente dalla legge di distribuzione della probabilità e dalla probabilità di non superamento adottata).

e dove

ϕ_m = valore medio dell'angolo d'attrito

c_m = valore medio della coesione

$V\phi$ = coefficiente di variazione di ϕ' definito dal rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di ϕ'

Vc = coefficiente di variazione di c definito dal rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di c

Prof. m	litologia	ϕ_k	c'_k KPa	c_{uk} KPa
0-2.0	riporto	17		
2.0-3.9	Limo argilloso	17	31	242
3.9-6.5	Sabbie limose	29	13	34
6.5-9.8	Ciottoli e ghiaia in	33		
9.8-16.80	Argille limose	20	22	151
16.80-18.2	Sabbia con ghiaino	31		
18.20-20	Argille limose	17	40	141

Per le verifiche SLU eseguite con l'Approccio 1 Combinazione Geo, vanno utilizzati i parametri di progetto secondo i coefficienti riduttivi stabiliti dalla normativa (cfr. 6.2.3 NTC 2008). Di seguito si riporta una tabella riassuntiva.

Valori di progetto (d)

$$\underline{tg}\phi_d = tg\phi_k/1.25$$

$$c'_d = c'_k/1.25$$

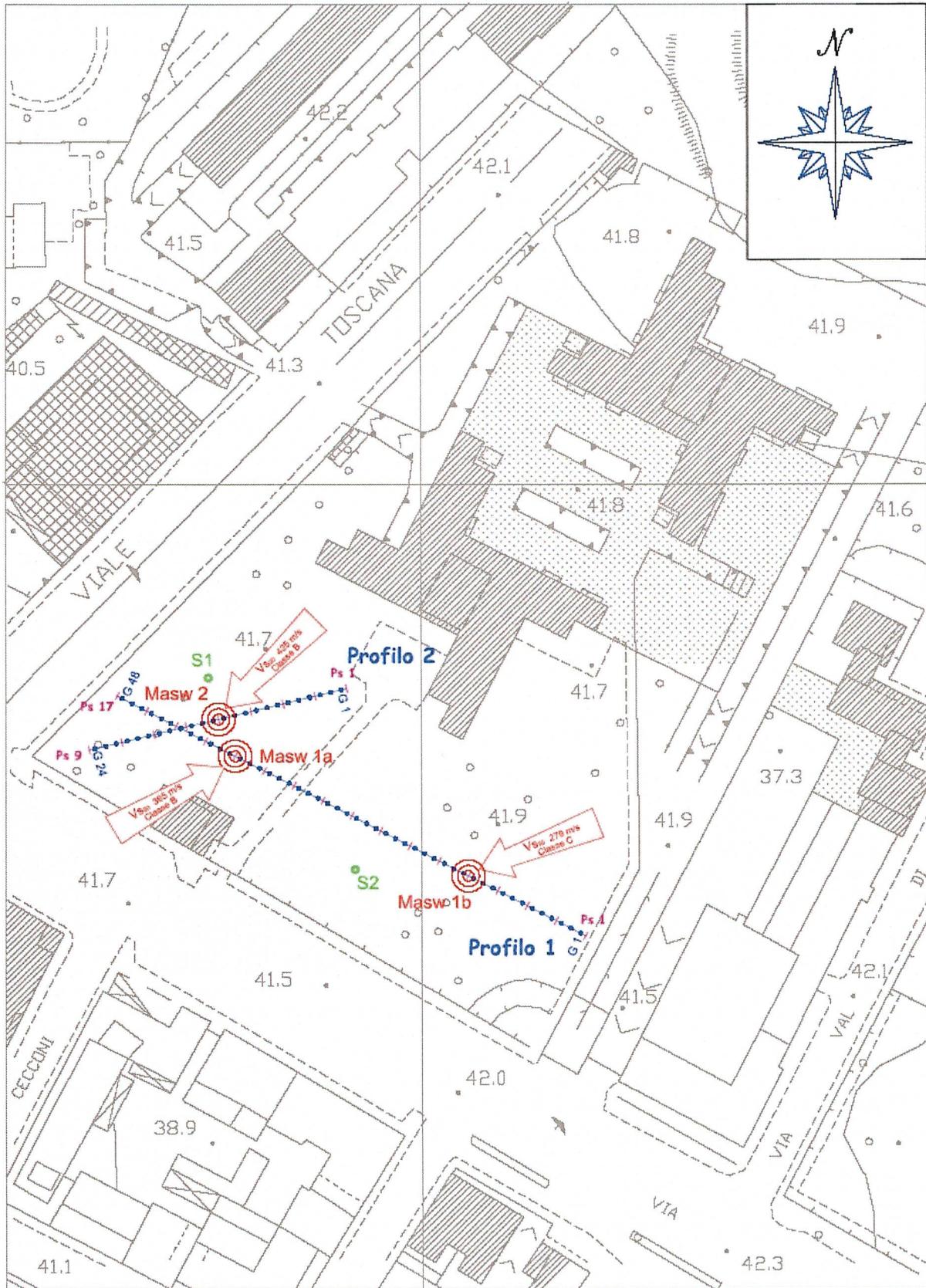
$$c_{ud} = c_{uk}/1.4$$

Prof. m	litologia	ϕ_d	c'_d KPa	c_{ud} KPa
0-2.0	riporto	14		
2.0-3.9	Limo argilloso	14	25	173
3.9-6.5	Sabbie limose	24	10	24
6.5-9.8	Ciottoli e ghiaia in	27		
9.8-16.80	Argille limose	16	17	108
16.80-18.2	Sabbia con ghiaino	25		
18.20-20	Argille limose	14	32	100

Dall'esame dei parametri geotecnici sopra riportati e che saranno utilizzati per le verifiche previste dalla normativa nella **Relazione Geotecnica (elaborato 5B)** , le principali annotazioni che emergono sono:

- l'orizzonte di limo argilloso da 2,0-2,10 m da pdc a 3,9-4,0 m da pdc è risultato alla prova edometrica **rigonfiante ad una $\sigma = 25$ kPa - Isp 25Kpa**. Si tratta di leggeri problemi di rigonfiamento a cui si potrà porre rimedio garantendo un'efficace sistema di drenaggi superficiali che impediscano alle acque di infiltrazioni l'insorgere di fenomeni di rigonfiamento. Anche per tale motivo, su suggerimento dei tecnici che hanno effettuato le prove di laboratorio, come modulo edometrico per le verifiche SLE, si è utilizzato il modulo relativo ad gradino di pressione $\sigma = 200$ kPa.
- l'orizzonte di limi argillosi di cui sopra e le sabbie limose sottostanti fino alla quota di 6,5 m da pdc presentano un **modulo edometrico basso**, così come le argille limose da 9,8 a 16,8 m da pdc nel sondaggio S1 (di riferimento per la progettazione dell'asilo); un modulo edometrico simile è indice della tendenza ad avere dei cedimenti degni di nota.
- l'orizzonte di argilla limosa da 9,8 m a -16,8 m da pdc è risultato alla prova edometrica **rigonfiante ad una $\sigma = 50$ kPa - Isp 50Kpa**. Anche in questo caso si tratta di problemi di leggera entità.
- tutti i campioni sottoposti a verifica del potenziale di liquefacibilità **presentano una curva granulometrica al di fuori del fuso caratteristico dei terreni potenzialmente liquefacibili**. Per tale motivo nelle verifiche SLE in condizioni sismiche non sarà necessario effettuare le verifiche per la liquefacibilità in quanto non si attendono cedimenti indotti da un eventuale sisma ma solo i normali cedimenti da condizioni statiche.

Le indagini sismiche sono state eseguite dallo Studio di Geologia e Geofisica s.r.l. di Siena e per le modalità di esecuzione ed i risultati nel dettaglio si rimanda alla Relazione Tecnica allegata alla presente relazione. Per la campagna geognostica erano stati impostati due stendimenti sismici di 120 ml, però mentre è stato possibile eseguire il profilo sismico 1, parallelo a via di Novoli, il profilo sismico 2 si è dovuto spostare rispetto alla posizione prevista (parallela a viale Toscana in corrispondenza dell'asilo di progetto) e fare di 60 ml, per impossibilità di spazi ed una possibile interferenza con il deposito delle acque piovane interrato. Per acquisire maggiori informazioni, sono state allora eseguite tre prove MASW, di cui di seguito si riporta l'ubicazione.



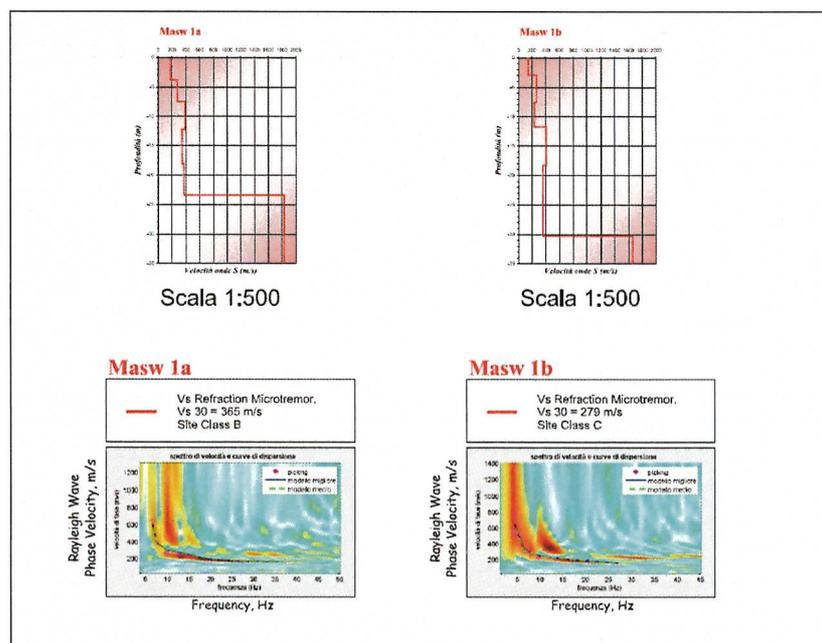
Scala 1:1000

Sostanzialmente i profili sismici e le prove MASW sono in linea con le stratigrafie emerse dai sondaggi. Come è visibile dalla cartografia sopra riportata, le MASW 1a e 2 localizzate nella zona dove sarà edificato l'asilo, in base alle $V_{s,30}$ indicano dei terreni di categoria B ai sensi delle NTC 2008.

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Mentre la MASW 1b, in corrispondenza dove sarà edificato l'auditorium, indica terreni di tipo C. Tale variazione laterale è conforme a quella individuata dalla "Carta Sismica del territorio comunale di Firenze", allestita dal Servizio Attività Geologiche e Valutazione di Impatto Ambientale del Comune di Firenze e che tratteremo nel dettaglio nel paragrafo successivo sulla sismicità dell'area.



3. Sismicità dell'area

Il territorio comunale di Firenze era già stato classificato sismico in base al D.M. del 19 marzo del 1982 ed è stato confermato in comune di 2ª categoria dalla recente ordinanza O.P.C.M. n.3274/03.

Alla zona 2 compete una accelerazione (convenzionale) "a" = 0.25 g.

Per cui si mantiene il suo inserimento nella terza classe dei comuni sismici di II categoria per ciò che concerne la normativa regionale (v. L.R. 17 Aprile 1984, n.21 e s.m.).

Per tali comuni la normativa regionale in materia di indagine geologiche (D.PR.G:R. n.26/R del 27/04/2007) prevede che per i depositi alluvionali "deve essere prescritta una campagna geofisica e geotecnica che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità di contrasto di rigidità sismica dei terreni tra alluvioni e bed-rock sismico". Inoltre poiché siamo in presenza di "terreni granulari fini poco addensati e saturi d'acqua con falda superficiale presumibilmente nei primi 5m dal p.d.c.", sono, in linea teorica, possibili fenomeni di liquefazione in caso di evento sismico, per cui le indagini geotecniche dovranno essere finalizzate anche al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni.

La nuova normativa nazionale in materia (NTC 2008) sostituisce ad una valutazione "zona dipendente" (per territorio comunale), una stima "sito dipendente" (Allegato A del D.M. 14 gennaio 2008).

Per la valutazione dei parametri strettali di un sito bisognerà quindi effettuare una media pesata tra i vari parametri riferiti ad una griglia di riferimento (Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008) come è meglio spiegato di seguito in una nota dell'ex Settore Servizio Sismico Regionale, di cui si riporta anche una griglia predisposta per la Provincia di Firenze

Nota:

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_s > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Infatti, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra 4 punti della griglia di accelerazioni (Allegato B), tramite media pesata utilizzando la formula:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{P_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

in cui: p = valore del parametro di interesse nel punto in esame;

P_i = valore del parametro di interesse nell'iesimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;

d_i = distanza del punto in esame dall'i-esimo punto della maglia suddetta.

Si otterranno così i Parametri Spettrali $P(a_g, F_0, T_c)$.



Regione Toscana
DIREZIONE GENERALE POLITICHE TERRITORIALI ED AMBIENTALI
SETTORE SERVIZIO SISMICO REGIONALE
<http://www.rete.toscana.it/sett/pta/sismica>

Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 Gennaio 2008) All. B - Distribuzione dei punti della griglia per la provincia di Firenze

Note:

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della sisma della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s20-800}$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Infatti, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra 4 punti della griglia di accelerazioni (Allegato B), tramite media pesata utilizzando la formula:

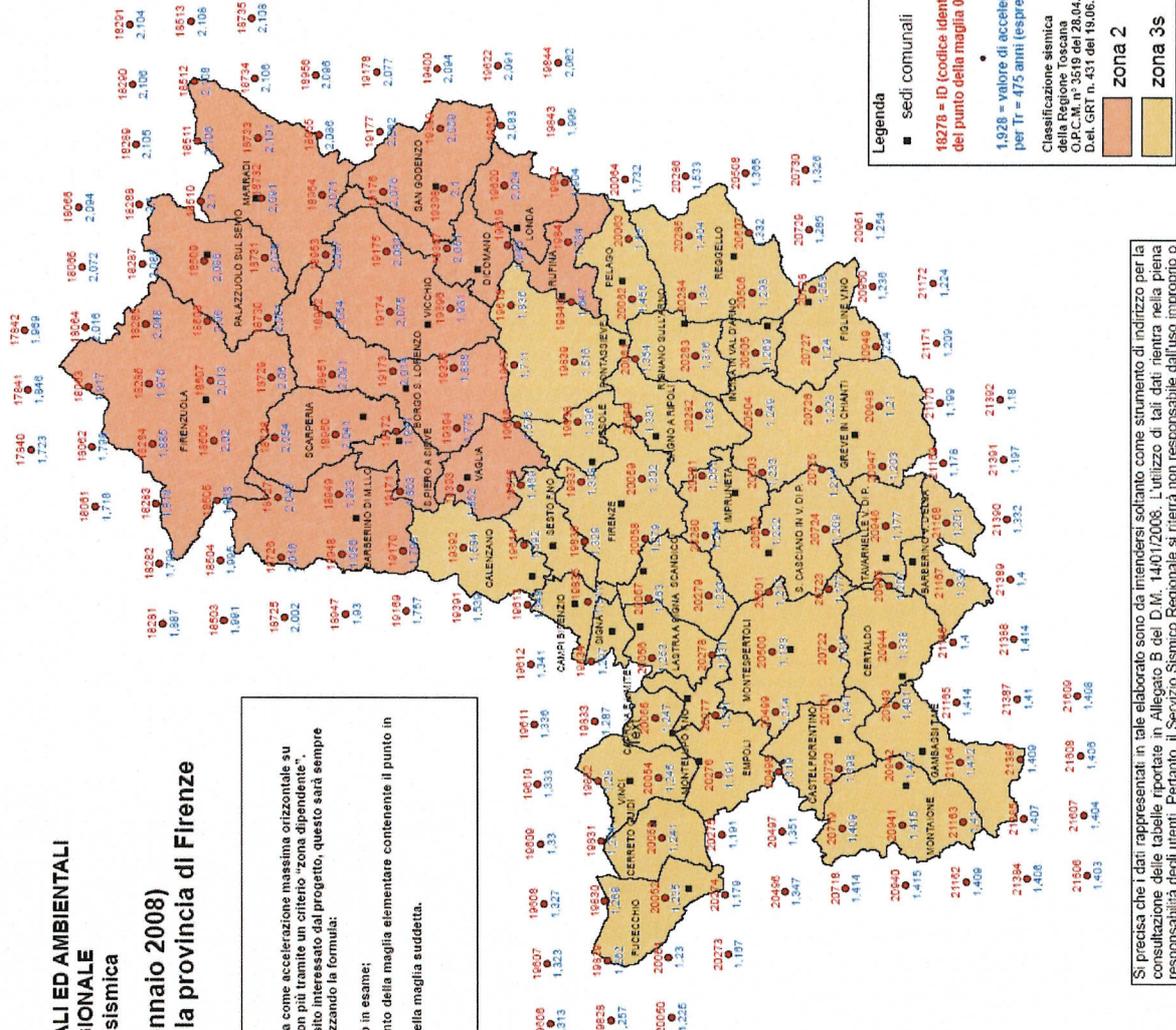
$$p = \frac{\sum p_i}{\sum \frac{d_i}{d_j}}$$

in cui: p = valore del parametro di interesse nel punto in esame;
 p_i = valore del parametro di interesse nell'esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
 d_i = distanza del punto in esame dall'i-esimo punto della maglia suddetta.

Si otterranno così i Parametri Spettrali (Reg. Fo, Tc).

COMUNE	ag (T ₀ =T ₁ /5anni) del capoluogo (in g/10)	ZONA SISMICA
Firenzola	1,550	2
Fradozino sul Senio	2,050	2
Marradi	2,050	2
Benvenuto di Mugello	1,820	2
Scamporrino	2,020	2
Borgo San Lorenzo	1,840	2
Vicchio	1,950	2
Dossena	1,850	2
San Godenzo	2,050	2
San Piero a Sieve	1,850	2
Signa	1,930	2
Prato	1,710	2
Castelnuovo	1,350	3S
Castelfranco	1,450	3S
Sette Fiorentino	1,350	3S
Fiesole	1,340	3S
Campi Bisenzio	1,310	3S
FIRENZE	1,310	3S
Palermo	1,550	3S
Signa	1,250	3S
Barano di Ripoli	1,300	3S
Scandicci	1,250	3S
Reggello	1,240	3S
Impruneta	1,240	3S
San Casciano in Val di Pesa	1,210	3S
Greve in Chianti	1,210	3S
Folline Valdarno	1,250	3S
Tavarnelle Val di Pesa	1,150	3S
Barcenaia Val d'Elsa	1,230	3S
Vinci	1,250	3S
Fucecchio	1,210	3S
Carrara e Limite	1,230	3S
Lastra e Signa	1,270	3S
Montepulciano Fiorentino	1,230	3S
Empoli	1,220	3S
Montespertoli	1,150	3S
Castelfiorentino	1,250	3S
Montebone	1,210	3S
Cernusco	1,350	3S
Gambassi Terme	1,410	3S
Cerreto Guidi	1,350	3S
Rignano sul Reno	1,350	3S
Ingegn. Val Carno	1,250	3S

Ver. 03 Aprile 2008



Legenda

- sedi comunali
- 10278 = ID (codice identificativo del punto della maglia 0,05°)
- 1,928 = valore di accelerazione per Tr = 475 anni (espressa in g/10)

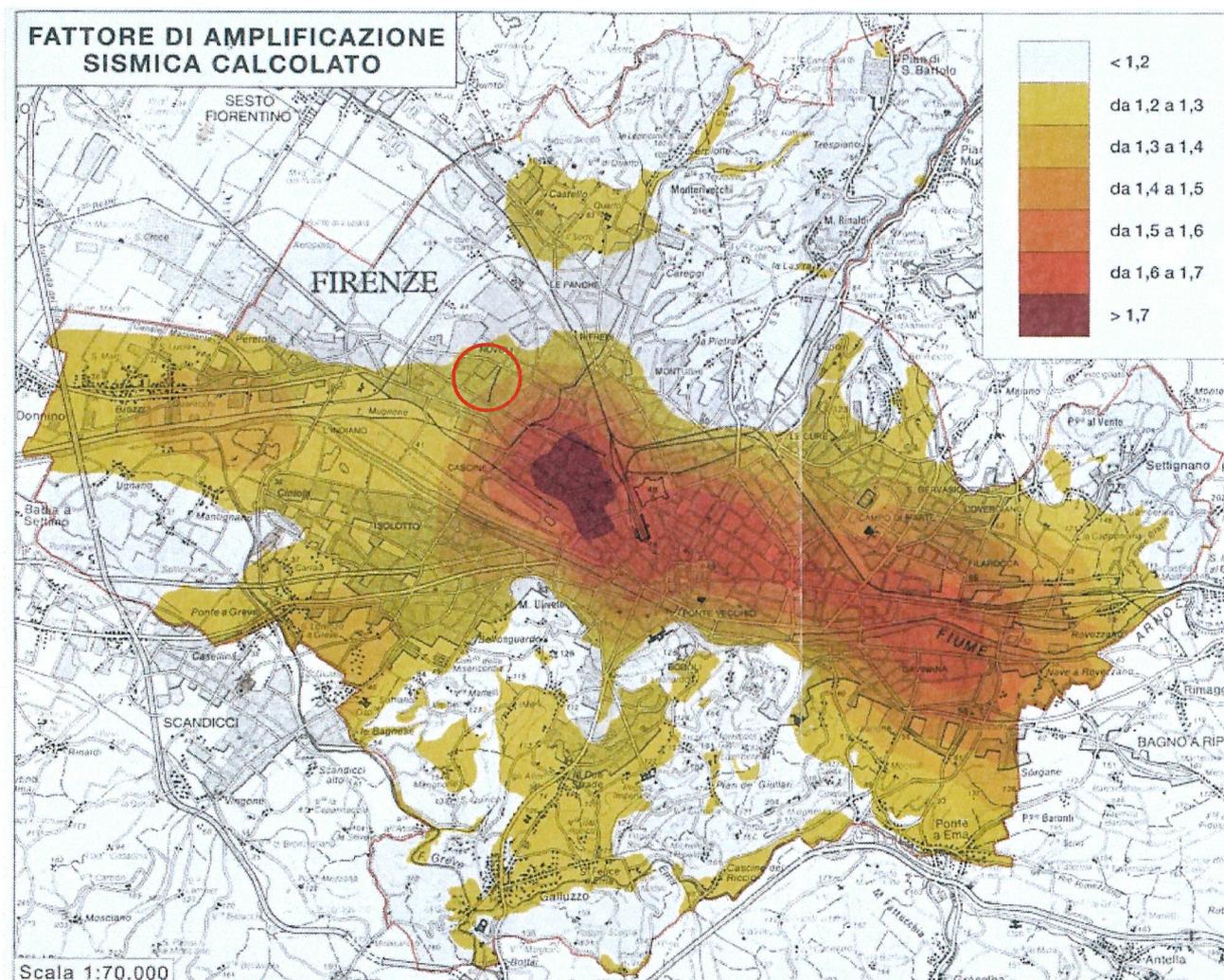
Classificazione sismica della Regione Toscana
 O.P.C.M. n° 3519 del 28.04.2008
 Det. GRT n. 431 del 19.06.2008

zona 2 (orange)

zona 3s (yellow)

Si precisa che i dati rappresentati in tale elaborato sono da intendersi soltanto come strumento di indirizzo per la consultazione delle tabelle riportate in Allegato B del D.M. 14/01/2008. L'utilizzo di tali dati rientra nella piena responsabilità degli utenti. Pertanto, il Servizio Sismico Regionale si riserva non responsabile dall'uso improprio o inopportuno dei suddetti dati.

Il Servizio Attività Geologiche e Valutazione di Impatto Ambientale del Comune di Firenze, nell'ambito di un accordo di Ricerca con il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli studi di Firenze ha prodotto uno studio sulla sismicità dell'area fiorentina, che è stato acquisto come ulteriore studio conoscitivo per la redazione del presente lavoro.



Estratto dalla "Carta sismica del territorio comunale" (Coli M., Di Noi G., Lacanna G., Marchetti e., Pini G., Ripepe M., Rubellini P. - Firenze 2008): Fattore di amplificazione sismica calcolato.

Per l'allestimento della cartografia sopra riportata, è stato mappato il fattore di amplificazione sismica calcolato con il programma di calcolo Shake 91 utilizzando il modello geologico-tecnico derivato dalla carta litotecnica di Firenze prodotta dal medesimo servizio geologico comunale e citata in precedenza.

Per lo studio del presente lavoro, di tale "mappatura" è stato acquisito lo ".shp" con il quale è stata costruita la cartografia in scala 1:2.000 di seguito riportata.

Come si era già accennato in precedenza, il piazzale antistante i palazzi della Regione Toscana è suddivisibile in due zone, una dove sarà edificato l'asilo con un fattore di amplificazione sismica compreso tra 1,2 e 1,3 e l'altro, dove potrebbe essere realizzato l'auditorium, con un fattore compreso tra 1,3 e 1,4.

Una simile difformità è essenzialmente legata alle variazioni litologiche emerse anche dalle indagini geognostiche eseguite, a riprova della validità di effettuare una valutazione sismica "sito" dipendente.

Considerando che l'asilo in base alle NTC 2008 è un tipo di costruzione con una vita nominale $V_N \geq 50$ anni

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

ed una **Classe d'uso III**

2.4.2 CLASSI D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

e considerando che il periodo di riferimento per l'azione sismica è pari a:

2.4.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.4.1)$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

Tabella C2.4.I. - Intervalli di valori attribuiti a V_R al variare di V_N e C_U

VITA NOMINALE V_N	VALORI DI V_R			
	CLASSE D'USO			
	I	II	III	IV
≤ 10	35	35	35	35
≥ 50	≥ 35	≥ 50	≥ 75	≥ 100
≥ 100	≥ 70	≥ 100	≥ 150	≥ 200

il periodo V_R è ≥ 75 anni

Considerando poi che il terreno su cui si localizza l'intervento è pianeggiante (categoria topografica T1), l'amplificazione attesa è esclusivamente quella stratigrafica.

Tabella 3.2.V - Espressioni di S_S e di C_C

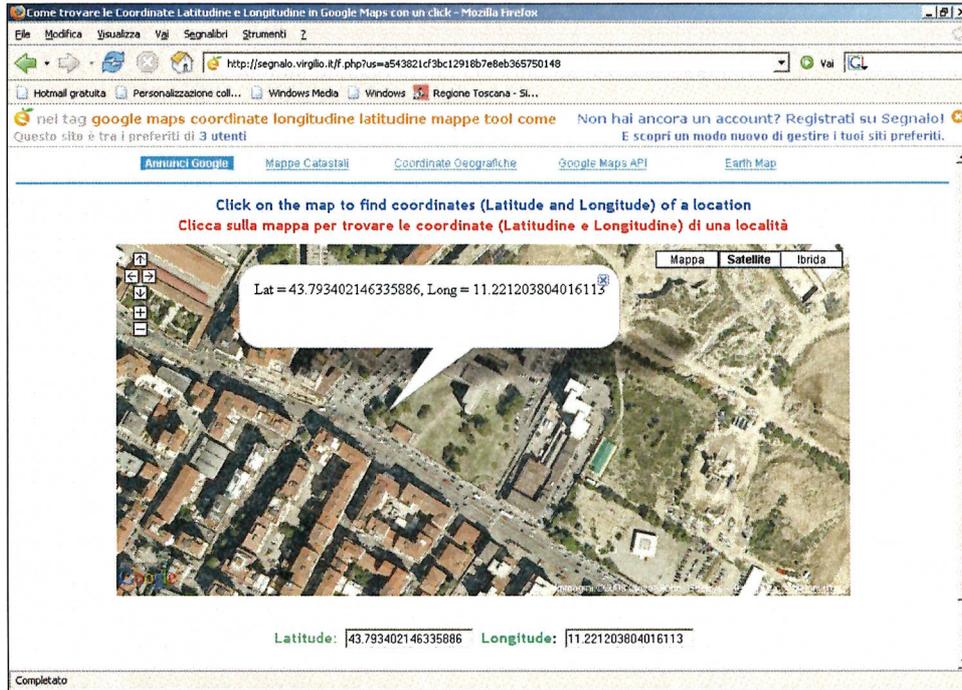
Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 3.2.IV - Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

3.1 Parametri e coefficienti sismici

Per la determinazione dei parametri sismici si è pertanto proceduto identificando le coordinate decimali esatte del luogo dove sarà edificato l'asilo, utilizzando un programma di puntamento disponibile in rete.



Latitudine: 43.793402146335886
Longitudine: 11.221203804016113



Per il calcolo si sono utilizzati due programmi disponibili gratuitamente in rete, uno messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Spettri NTV vers.1.0.3.xls) e l'altro disponibile sul sito della Geostru. I due metodi sostanzialmente hanno dato risultati simili; di seguito si riportano i risultati ottenuti col il programma della Geostru che sono stati utilizzati per le verifiche in condizione dinamiche eseguite nella Relazione Geotecnica e che dovranno essere usati per il dimensionamento delle strutture.

Latitudine

Longitudine

Vita nominale

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	45	0,055	2,579	0,264
Danno (SLD)	75	0,066	2,595	0,277
Salvaguardia vita (SLV)	712	0,153	2,396	0,306
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0,192	2,399	0,314
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	75			

Calcolo dei coefficienti sismici

Opere di sostegno Paratie

stabilità dei pendii

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss Amplificazione stratigrafica	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>
Cc Coeff. funz categoria	<input type="text" value="1,44"/>	<input type="text" value="1,42"/>	<input type="text" value="1,39"/>	<input type="text" value="1,39"/>
St Amplificazione topografica	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>

Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,014	0,044	0,055
kv	0,006	0,007	0,022	0,028
Am _{ax} [m/s ²]	0,650	0,777	1,804	2,263
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno

Sito in esame.

latitudine: 43,7934021463359
longitudine: 11,2212038040161
Classe: 3
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 19836	Lat: 43,8126Lon: 11,2039	Distanza: 2548,881
Sito 2 ID: 19837	Lat: 43,8139Lon: 11,2731	Distanza: 4749,232
Sito 3 ID: 20058	Lat: 43,7626Lon: 11,2057	Distanza: 3640,527
Sito 4 ID: 20059	Lat: 43,7640Lon: 11,2749	Distanza: 5413,208

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 75anni
Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 45 [anni]
ag: 0,055 g
Fo: 2,579
Tc*: 0,264 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 75 [anni]
ag: 0,066 g
Fo: 2,595
Tc*: 0,277 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 712 [anni]
ag: 0,153 g
Fo: 2,396
Tc*: 0,306 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 1462 [anni]
ag: 0,192 g
Fo: 2,399
Tc*: 0,314 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,200
Cc: 1,440
St: 1,000
Kh: 0,012
Kv: 0,006
Amax: 0,650
Beta: 0,180

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,420
St: 1,000
Kh: 0,014 **coefficiente sismico orizzontale**
Kv: 0,007 **coefficiente sismico verticale**
Amax: 0,777 **accelerazione massima**
Beta: 0,180

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,390
St: 1,000
Kh: **0,044 coefficiente sismico orizzontale**
Kv: **0,022 coefficiente sismico verticale**
Amax: **1,804 accelerazione massima**
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,200
Cc: 1,390
St: 1,000
Kh: 0,055
Kv: 0,028
Amax: 2,263
Beta: 0,240

4. Preparazione del terreno di imposta

Durante la Progettazione Definitiva è emersa la necessità di effettuare ulteriori accertamenti ed indagini per risolvere due problematiche connesse con la preparazione del terreno di imposta:

- 1) vista l'interferenza dell'opera con la vasca antincendio posta nel prato antistante i palazzi regionali e di cui non si conosceva le corrette dimensioni e la corretta ubicazione in quanto era a disposizione solo una vecchia planimetria cartacea non in scala, è stato necessario effettuare degli scavi per mettere a giorno gli spigoli di cui successivamente è stata battuta la posizione tramite stazione totale GPS dai tecnici del Genio Civile di Firenze.
- 2) vista l'entità degli scavi di posa della fondazione pari a 2 m per ca. 1000 m² per un totale di ca. 2000 m³ di volume di terra di scavo, si è verificata la natura del suolo e del sottosuolo in riferimento ai dettami di cui al *D.Lgs 152/06* e del *D.Lgs. del 16/1/2008 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del Decreto Legislativo 3 aprile del 2006 n.152, recante norme in materia ambientale.* (Ex Art. 186. Terre e rocce da scavo) facendo eseguire delle analisi chimiche, allegate alla presente relazione, al fine di riutilizzare in loco il materiale scavato.

4.1 Ubicazione e smantellamento vasca antincendio

Dagli scavi effettuati per mettere a giorno gli spigoli della vasca antincendio, realizzata in calcestruzzo, e dal rilievo topografico eseguito dai tecnici del Genio Civile di Firenze, si è potuto accertare che le dimensioni reali della vasca sono sostanzialmente diverse da quelle previste, e che la sovrapposizione dell'asilo è più importante di quello che era stato possibile ipotizzare in base alla vecchia planimetria in possesso.

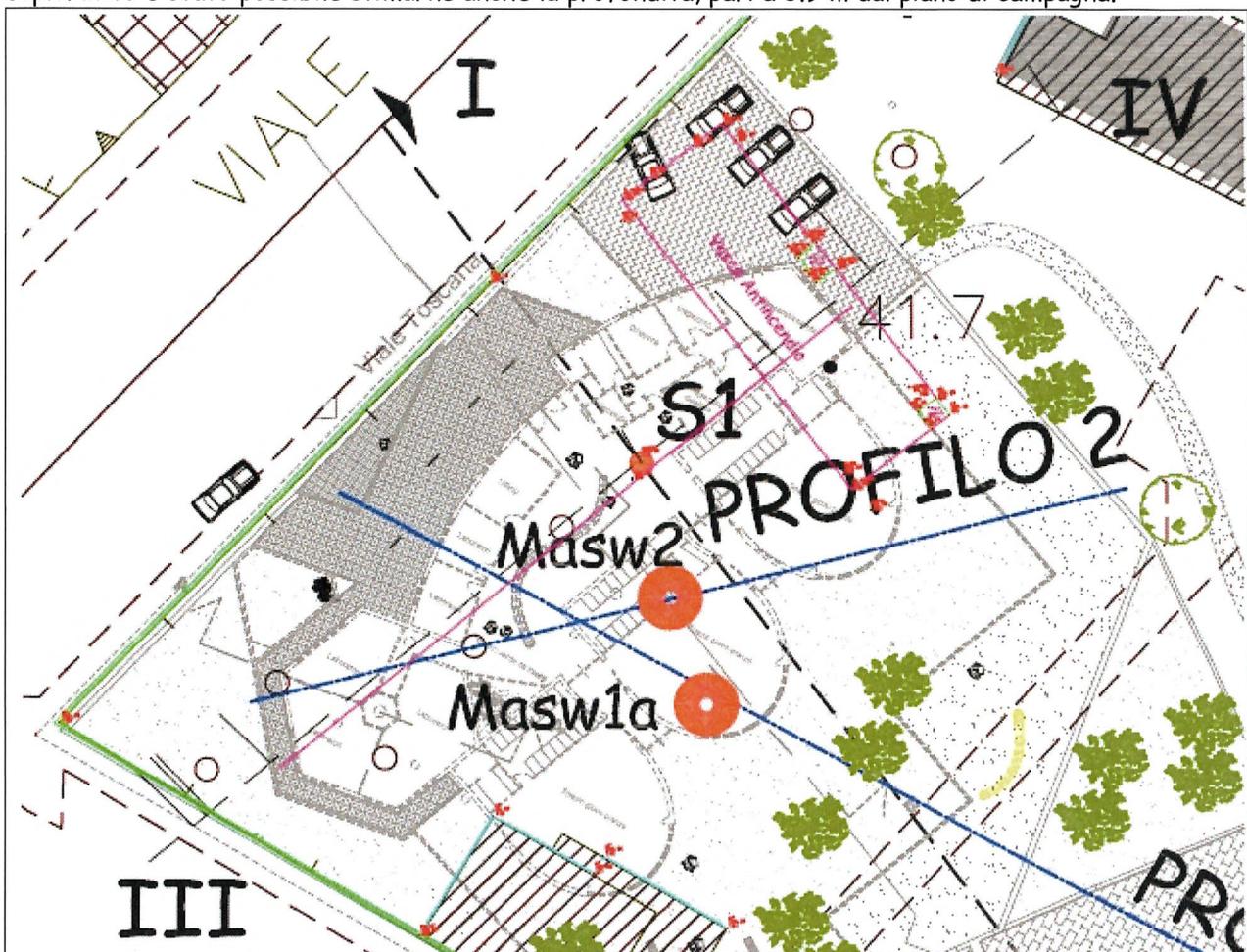


Spigolo della vasca in corrispondenza di uno dei due pozzetti esplorativi

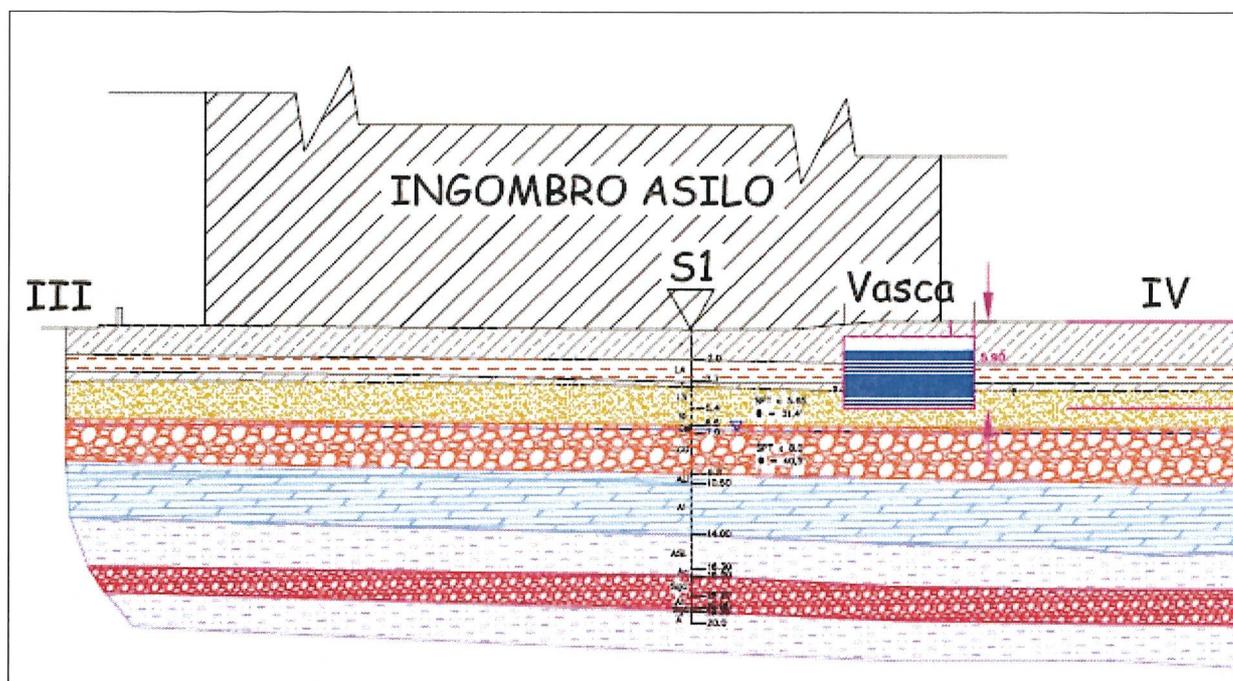


Spigolo della vasca più a nord, situato in vicinanza della stazione di rilevamento atmosferico della Provincia di Firenze

La corretta ubicazione della vasca è stata riportata in planimetria di progetto e nella sezione geologica III-IV, per apprezzare la sovrapposizione con l'asilo; calando delle sonde in un pozzetto esplorativo è stato possibile stimarne anche la profondità, pari a 5.9 m dal piano di campagna.



Estratto dalla Tav. 5B in scala 1:500 - da cui è apprezzabile la sovrapposizione in pianta



La vasca antincendio è stata disegnata anche nella sezione geologica III-IV allestita in scala 1:200 nella Tav. 5B e qui riportata in scala 1:5.00

Una volta verificata la normativa in materia e sentito il parere dei locali Vigili del Fuoco, è stato deciso che la vasca (peraltro sovradimensionata rispetto alle necessità previste dalla normativa) sarà completamente smantellata e sostituita con una vasca antincendio in altro materiale e funzionale al bisogno (vale a dire per un volume di ca. 80 m³), che sarà collocata utilizzando parte dello scavo necessario per lo smantellamento della vecchia, ma al di fuori dell'area occupata dalle strutture dell'asilo.

4.2 Riutilizzo e smaltimento del terreno di scavo

Le analisi chimiche onde accertare lo stato dei primi due metri di terreno al fine di un suo riutilizzo in loco, sono state eseguite da Idro-Consult Laboratori Riuniti s.a.s. - Calenzano.

La Relazione Analitica redatta dai tecnici incaricati ha accertato che la "caratterizzazione chimica dei materiali evidenzia il rispetto dei valori limite di cui al D.Lgs. 152/06 parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, Tab.1 Colonna A qualora tale materiale rimanesse in situ".

In considerazione di ciò è stato deciso di utilizzare il materiale, una volta sottoposto a vagliatura in cantiere per l'eliminazione della frazione più grossolana costituita da laterizi, cemento, etc..., per riempire fino alla quota di imposta delle fondazioni (a meno 2 m dal piano di campagna attuale) il vuoto lasciato dallo smantellamento della vasca antincendio. Ovviamente tale riempimento andrà eseguito a regola d'arte cercando di ottenere valori di peso specifico e caratteristiche geotecniche simili a quelle del terreno limitrofo. Una volta smantellata la vasca e setacciato il materiale, questo andrà steso per successivi spessori di 50 cm che andranno di volta in volta costipati con rulli lisci fino all'ottenimento del peso specifico desiderato e verificato tramite prove in sito ed in laboratorio (tipo Proctor) periodiche.

Al termine del riempimento andranno eseguite delle Prove Penetrometriche statiche sia sul piano di fondazione in situ che su quello riportato per confrontare i risultati ed eventualmente costipare uniformemente il piano di posa delle fondazioni.

Passando ad una stima indicativa dei volumi di terra da mobilitare, onde valutare la frazione che andrà comunque portata in discarica e quantificare in via orientativa i costi per la preparazione del piano di posa:

MATERIALE DA SCAVARE: 2000m^3 con un peso specifico $\gamma = 1,7 \text{ t/m}^3 = 3400\text{t}$ ca

MATERIALE RIUTILIZZATO: Se si ipotizza che il materiale scavato, una volta sottoposto a setacciatura, sarà riutilizzabile per un 70%, il materiale a disposizione per un suo riutilizzo **corrisponde a ca. 2380 t**, per cui:

Riempimento Vasca antincendio: $85\text{m}^2 \times 4\text{m} = 340\text{m}^3 + 115\text{m}^2 \times 6\text{m} = 690 \text{ m}^3 = 1030 \text{ m}^3$ a cui sottrarre il volume che sarà occupato dalla nuova vasca (80m^3)= totale 950 m^3 , per cui andrà ottenuto, attraverso il costipamento, un $\gamma = 1,98 \text{ t/m}^3$. **Totale 1881 t ca**

Spalmatura di circa 30 cm su una superficie di 900 m^2 ca. sul prato antistante i palazzi regionali o creazione di dune nel giardino dell'asilo per un **totale di 499 t ca.**

MATERIALE DA MANDARE IN DISCARICA: il materiale costituito da inerti da mandare in discarica sarà di ca. **1020 t**

E' opportuno ricordare che la stima dei volumi effettuata non può essere precisa, ed è solamente una stima orientativa al fine di stimare i costi probabili per la preparazione del piano di posa, in quanto non è possibile stimare correttamente la quantità di materiale che potrà essere riutilizzato, non potendo conoscere la densità del materiale grossolano (frammenti di laterizi, cemento, etc...) per l'intero volume di terreno che sarà scavato.

In ogni caso onde fornire dei costi orientativi dei movimenti in terra necessari, è stata presa visione del mercato locale, ed in base all'ipotesi sopra formulata si è stimato quanto segue:

opera	prezzo unitario	importo
Scotico del terreno vegetale per la profondità di 20 cm	2,5 euro/mq	2.500,00 €
Scavo di sbancamento con mezzo meccanico	4,50 euro/mc	9.000,00 €
Vagliatura del materiale proveniente dallo scavo	5,5 euro/mc	11.000,00 €
Trasporto e conferimento a discarica dei materiali inerti provenienti dagli scavi	10,80 euro/ton	10.404,00 €
Demolizione della vasca	27,74 euro/mc	7869,00 €
Rinterro con mezzi meccanici comprensivo di costipamento	7,19 euro/mc	6650,00 €
TOTALE		47.423,00 €

Per quanto riguarda le prove in sito e di laboratorio necessarie per controllare la densità del materiale soggetto a costipamento:

Prove penetrometriche statiche in n.8			
Descrizione attività	u.m.	Costo unitario indicativo	Costo
Compenso a corpo per carico, trasporto e carico, in A/R delle attrezzature di perforazione	cad.	331,22 €	331,22 €
Installazione della attrezzatura su ciascun punto della prova	cad.	149,52 €	1196,16 €
Prova penetrometrica con punta meccanica	ml	22,89 €	1831,20 €
Prove Proctor di laboratorio in n.8	cad.	200,00 €	1600,00 €
TOTALE			4958,58 €

Le prove di cui sono indicative; spetterà al tecnico incaricato della redazione della Relazione Geologica a livello di Progettazione Esecutiva, definire le più appropriate prove in sito e di laboratorio, fermo restando il budget sopra indicato.

4.3 Preparazione del sottofondo

Come già detto in precedenza i primi due metri di terreno di riporto saranno asportati e tutta la base della fondazione, una volta eseguito il costipamento descritto in precedenza, sarà preparata posizionando uno strato di pietrischetto spezzato per uno certo spessore.

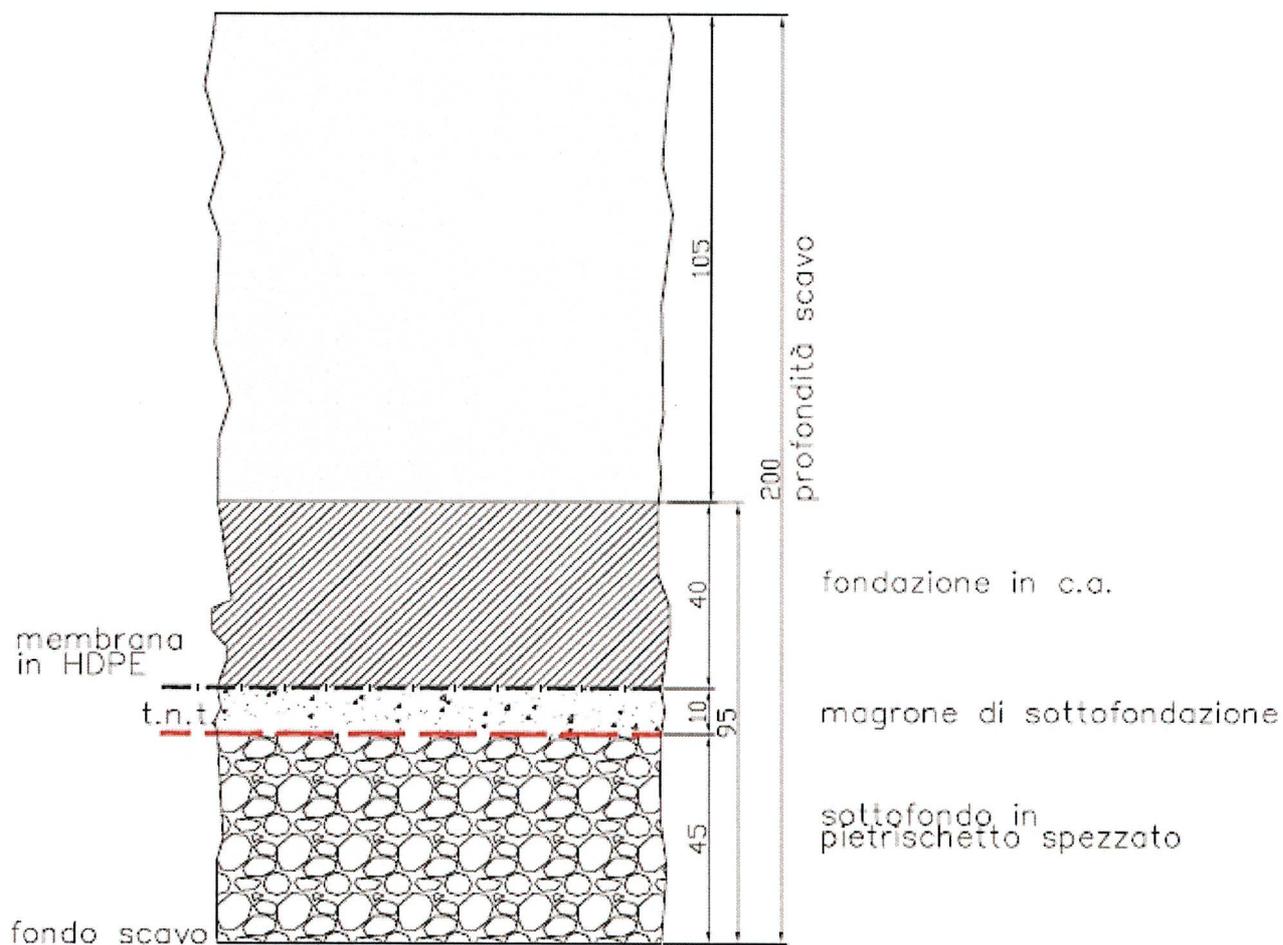
Inizialmente si era fatta l'ipotesi di diverse soluzioni che prevedevano uno strato di pietrischetto variabile dai 30 ai 60 cm, per poi decidere per uno strato di pietrischetto di 45 cm.

In base al Prezzario del Bollettino degli Ingegneri riferito alla Provincia di Firenze si riportano di seguito la valutazione dei costi, esclusivamente per ciò che concerne la sistemazione del piano di posa:

Spessore pietrisco 45 cm:

opera	prezzo unitario	importo
Sottofondo pietrischetto	49,60 mc	23.100,00 €
Tessuto non tessuto	3,86 mq	3.995,00 €
Membrana in HDPE	9,57 mq +	10.440,00 €
TOTALE		37.535,00 €

Di seguito si riporta uno schema costruttivo della preparazione del piano di posa della fondazione:



4.4 Riepilogo dei costi per la preparazione del piano di posa delle fondazioni

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei costi necessari per la preparazione del piano di posa delle fondazioni:

opera	importo
Scavi di fondazione e smantellamento della vasca	47.423,00 €
Prove in sito e in laboratorio	4.958,58 €
Preparazione sottofondo	37.535 €
TOTALE	89.916,58 €

Conclusioni

Sono stati condotti tutti i necessari approfondimenti e studi concernenti gli aspetti geologici dell'area dove sarà realizzato l'asilo di infanzia da realizzarsi in via di Novoli a Firenze.

Gli studi sono stati corredati di una serie di indagini sia geognostiche che chimiche al fine di garantire una panoramica completa della natura dell'intervento.

E' stato così possibile stimare i parametri geotecnici ed i coefficienti sismici che dovranno essere utilizzati per la verifica delle strutture, valutare l'interazione dell'opera dal punto di vista idrogeologico ed idraulico, verificare la sovrapposizione dell'asilo con una vecchia vasca antincendio posta nei giardini davanti il Palazzo B della Regione Toscana, valutarne lo smantellamento e la sostituzione, e stimare via orientativa i costi necessari per la preparazione del piano di posa delle fondazioni.

A livello di Progettazione esecutiva dovranno essere svolte ulteriori indagini per verificare le caratteristiche del terreno di imposta.

L'opera dovrà essere quindi realizzata avendo cura di seguire le indicazioni emerse come necessarie dall'analisi geologica sovra esposta.

Dott.Geol. Manuela Germani

ALLEGATO

Stratigrafie e foto sondaggi

COMMITTENTE: Regione Toscana		SONDAGGIO N° 1		DATA: 16/03/09						
CANTIERE: Palazzi della Regione Toscana		LOCALITA': Novoli (FI)		OPERATORE: Cesaretti						
Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cm ²	Vane Test kg/cm ²	Campioni	Cass. Catalog.	Falda	Piezometro
1		Terreno di riporto; limo argilloso marrone scuro con svariati frammenti di laterizi e svariati inclusi lapidei.	0.20		2.1 1.6					
2		Limi argillosi marroni con qualche incluso carbonatico millimetrico e tracce di ossidazione. A media-buona consistenza. a 3,5 rinvenuti micro frammenti di laterizi: RIPORTO			3.1					
3					f.s.		2.90			
4		Sabbie con limo e/o limi con sabbia nocciola. La granulometria della sabbia è fine e si presentano mediamente addensate.	3.90		2.1		3.40			
5					1.6					
6		Sabbie debolmente limose marrone chiaro a grana medio-fine poco addensate.	5.40	8-9-9						
7		Ciottoli in matrice sabbio-limosa. Dim. Max 100 cm. I ciottoli sono di natura arenacea (a 7.0 m si rileva acqua nel sondaggio)	6.50	5.65 PC						
8		Ciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa più o meno abbondante.	7.00						6.75	
9				14-43-29						
10		Argille limose variegata grigio-chiaro-ocra con numerosi inclusi carbonatici e fiammate di ossidazione nerastre. Molto consistenti (poket fuori scala). Poco plastiche.	9.80	8.00 PC						
11			10.50		f.s.		10.30			
12		Argille variegata marrone - grigio chiaro e nero con inclusi carbonatici come sopra ma con aumento della componente argillosa e diminuzione della resistenza.			3.8		R			
13					3.8		10.80			
14					3.6					
15					4.0					
16					4.8					
17					4.5					
18					4.2					
19			14.00		3.5					
20		Argille sabbio-limose variegata ocra - grigio chiaro con intercalazioni di livelli con inclusi carbonatici biancastri e livelli più sabbiosi ocra.			2.0					
21		Argille grigie con rari ciottoli	16.30		3.0					
22		Sabbie grossolane con ghiaio marroni in matrice limosa, addensate	16.80		3.8					
23		Argilla variegata grigio chiara - avana con svariati inclusi lapidei millimetrici.	18.20		4.0					
24		Sabbie grossolane con ghiaio marroni in matrice limosa, addensate	19.00		2.2					
25		Argilla variegata grigio chiara - avana come da 18.20 a 19.00 ma con diminuzione sensibile della quantità di inclusi lapidei	19.20		2.2					
26			20.00		2.0					
27					3.4					
28					3.8					
29					4.0					
30					2.2					
31					2.2					
32					2.0					
33					3.4					
34					3.8					
35					4.0					
36					4.0					
37					4.0					
38					3.8					
39					3.8					
40					3.8					
41					3.8					
42					3.8					
43					3.8					
44					3.8					
45					3.8					
46					3.8					
47					3.8					
48					3.8					
49					3.8					
50					3.8					
51					3.8					
52					3.8					
53					3.8					
54					3.8					
55					3.8					
56					3.8					
57					3.8					
58					3.8					
59					3.8					
60					3.8					
61					3.8					
62					3.8					
63					3.8					
64					3.8					
65					3.8					
66					3.8					
67					3.8					
68					3.8					
69					3.8					
70					3.8					
71					3.8					
72					3.8					
73					3.8					
74					3.8					
75					3.8					
76					3.8					
77					3.8					
78					3.8					
79					3.8					
80					3.8					
81					3.8					
82					3.8					
83					3.8					
84					3.8					
85					3.8					
86					3.8					
87					3.8					
88					3.8					
89					3.8					
90					3.8					
91					3.8					
92					3.8					
93					3.8					
94					3.8					
95					3.8					
96					3.8					
97					3.8					
98					3.8					
99					3.8					
100					3.8					
101					3.8					
102					3.8					
103					3.8					
104					3.8					
105					3.8					
106					3.8					
107					3.8					
108					3.8					
109					3.8					
110					3.8					
111					3.8					
112					3.8					
113					3.8					
114					3.8					
115					3.8					
116					3.8					
117					3.8					
118					3.8					
119					3.8					
120					3.8					
121					3.8					
122					3.8					
123					3.8					
124					3.8					
125					3.8					
126					3.8					
127					3.8					
128					3.8					
129					3.8					
130					3.8					
131					3.8					
132					3.8					
133					3.8					
134					3.8					
135					3.8					
136					3.8					
137					3.8					
138					3.8					
139					3.8					
140					3.8					
141					3.8					
142					3.8					
143					3.8					
144					3.8					
145					3.8					
146					3.8					
147					3.8					
148					3.8					
149					3.8					
150					3.8					
151					3.8					
152					3.8					
153					3.8					
154					3.8					
155					3.8					
156					3.8					
157					3.8					
158					3.8					
159					3.8					
160					3.8					
161					3.8					
162					3.8					
163					3.8					
164					3.8					
165										

GEOTECNICA PALAZZI-GIOMARELLI SRL

Via di Vittorio 3 - 53042 CHIANCIANO TERME

tel 0578/63921 - fax 0578/63987 e-mail geotecnicapalazzi@geotecnicapalazzi.com

MD 0909 rev.B

COMMITTENTE: Regione Toscana			SONDAGGIO N° 2		DATA: 17/03/09					
CANTIERE: Palazzi della Regione Toscana			LOCALITA': Novoli (FI)		OPERATORE: Cesaretti					
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T. (n° Colpi)	Probet Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Cass. Catalog.	Falda	Piezometro
1		Terreno di riporto: limo sabbio-argilloso marrone scuro con svariati frammenti di laterizi e svariati inclusi lapidei.								
2		Argilla limo sabbiosa marrone a media-buona consistenza	2.10		3.2					
3		Argilla limo sabbiosa marrone a media-buona consistenza	3.00		3.4					
3		Terreno di riporto: argilla sabbio limosa marrone con frammenti di laterizi. Da 3.8 a 4.0 frammenti dim. max 3x7 cm	3.80		3.8					
4		Terreno di riporto: argilla sabbio limosa marrone con frammenti di laterizi. Da 3.8 a 4.0 frammenti dim. max 3x7 cm	4.00		4.0					
4		Sabbie con argilla marroni variegate rossastre. La granulometria della sabbia è fine e si presentano mediamente addensate	4.80		3.4		4.60			
5		Argilla limo-sabbiosa marrone plastica e poco consistente.	5.10		2.8		4.60			
5		Graduale passaggio a Sabbie debolmente limose marrone chiaro a granulometria medio poco addensate.	5.10	5-8-9	3.5					
6		Graduale passaggio a Sabbie debolmente limose marrone chiaro a granulometria medio poco addensate.	6.50	5.80 PC	0.6					
7		Ciottoli e ghiaia in matrice sabbio-limosa. Dim. Max 10x10 cm. I ciottoli sono di natura arenacea e calcareo-mamosa (da 7.8 diminuzione della dimensione dei ciottoli)	7.90	17-28-13	1.2				6.47	
8		Ciottoli e ghiaia molto sporche in abbondante matrice sabbio-limosa a volte prevalente. Da 10.60 a 11.10 sabbia limosa grossolana con ghiaia. A 8.0 m livello carbonioso.	8.10	8.10 PC						
9		Ciottoli e ghiaia molto sporche in abbondante matrice sabbio-limosa a volte prevalente. Da 10.60 a 11.10 sabbia limosa grossolana con ghiaia. A 8.0 m livello carbonioso.	11.10							
11		Argille limose variegate ocra e grigio chiaro con fiammate di ossidazione nerastre. Media-buona consistenza.	12.20		3.2		11.50			
12		Argille limose variegate marrone - grigio chiaro e nero come sopra ma con inclusi carbonatici biancastri e perdita consistenza.	13.00		3.0		12.20			
13		Ciottoli in matrice sabbio argillosa con livelli millimetrici carboniosi	13.80		3.0					
14		Sabbie argillo-limose marrone scuro a granulometria grossolana con livelli di ghiaio. Addensate	14.80		1.8/2.1					
15		Sabbie argillo-limose marrone scuro a granulometria grossolana con livelli di ghiaio. Addensate	14.80		2.4/2.1					
16		Graduale passaggio ad argille limose variegate ocra-nero-rossastre con sporadici inclusi carbonatici biancastri. (da 16.80 a 17.00 livello di sabbie argillose con qualche ciottolo)	17.40		2.7					
17		Graduale passaggio ad argille limose variegate ocra-nero-rossastre con sporadici inclusi carbonatici biancastri. (da 16.80 a 17.00 livello di sabbie argillose con qualche ciottolo)	17.40		3.2					
18		Argilla grigia variegata ocra a buona consistenza, poco plastica. Da 17.40 a 17.90 passaggio con numerosi inclusi carbonatici biancastri.	18.90		1.7					
19		Come sopra ma cambio di colore in ocra con passaggi grigio chiaro: aumento della componente sabbiosa ed degli inclusi lapidei.	19.60		1.8					
20		Sabbie grossolane con ghiaio marroni in matrice limosa, addensate.	20.40		2.6				n° 5 cassette	
20		Sabbie grossolane con ghiaio marroni in matrice limosa, addensate.	20.40		2.6				20.00	
21		Letture piezometrica in data 18/3/2009 - - 6.47 m da p.d.c								

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

Preparato da:

Controllato da:





Foto Sondaggio S2





