

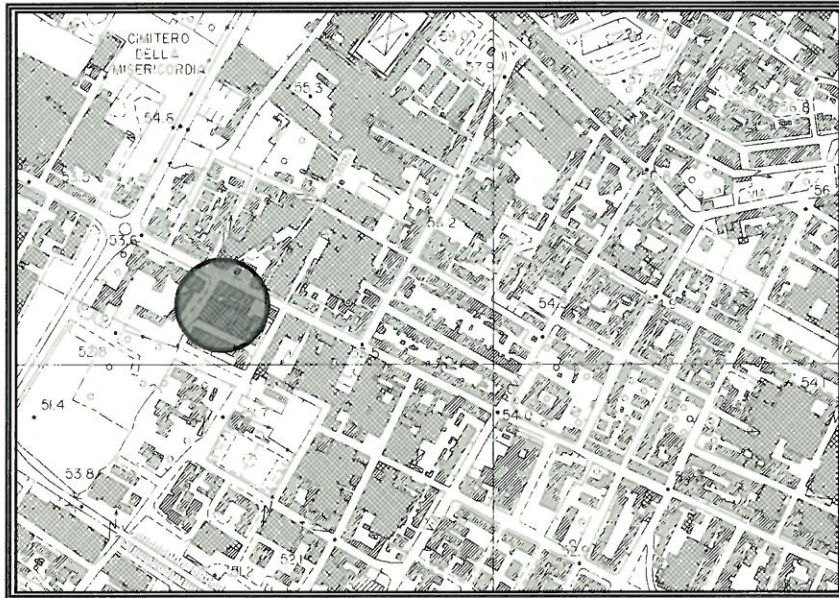
COMUNE DI PRATO



777

PIANO DI RECUPERO
"GALLERIA RONCIONI"
VIA M. RONCIONI n.c. 95-105

COMUNE DI PRATO
SERVIZIO URBANISTICA
24 LUG. 2013
Prot. Gen. n°



COMMITTENTI:

Sigg. BESSI Margherita
SANESI Mauro
SANESI Marco
SANESI Paolo

Esig. aff.

Mauro
Stofen



PROGETTISTI:

Dott. Arch. ISABELLA CAPRIOGLIO

Dott. Ing. CARLO PUGGELLI



STUDIO GEOLOGICO:

Dott. Geol. LUCA AIAZZI
Via F.lli Buricchi n° 8, Vaiano (PO)
c.f. ZZALCU78M18D612Q
e-mail: aiazzi.luca@epap.sicurezza postale.it



OGGETTO:	RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA	
DATA 19.06.2013		

INDICE

1. <i>PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO</i>	2
2. <i>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO E LITOLOGICO</i>	4
3. <i>INDAGINE GEOGNOSTICA E CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA</i>	6
4. <i>CARTE TEMATICHE E DI SINTESI</i>	8
4.1. <i>Carta Geologica e Geomorfologica</i>	9
4.2. <i>Carta della Pericolosità Geomorfologica</i>	9
4.3. <i>Carta della Pericolosità Idraulica</i>	10
4.4. <i>Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica</i>	11
4.5. <i>Carta della Pericolosità Sismica Locale</i>	12
4.6. <i>Carta della Fattibilità (in relazione ai fini edificatori)</i>	13
5. <i>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</i>	15

ELABORATI GRAFICI

- Carta Topografica C.T.R. 1: 10.000
- Planimetria Geologica 1: 2.000
- Particolare con Ubicazione dell'Intervento 1: 400
- Schema Litostratigrafico
- Carta della Pericolosità Geomorfologica 1: 1.000
- Carta della Pericolosità Idraulica 1: 1.000
- Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica 1: 1.000
- Carta della Pericolosità Sismica Locale 1: 1.000
- Carta della Fattibilità 1: 1.000

ALLEGATI

- Certificazioni Indagini R.U. Comunale
- Report Indagine HVSR
- Stratigrafia Pozzo

1. PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente rapporto, redatto su incarico dei Sigg. BESSI MARGHERITA, SANESI MAURO, SANESI MARCO e SANESI PAOLO, espone i risultati emersi da uno studio di Fattibilità Geologica di supporto al "*PIANO DI RECUPERO GALLERIA RONCIONI*", posto in Via M. Roncioni n.c.95-105, Comune di Prato.

Il Piano di Recupero di cui alla presente riguarda un ex complesso industriale con n.2 piani fuori terra, adibito in passato ad attività di filatura a pettine ed a cardato. La porzione in fregio a Via M. Roncioni, che attualmente risulta adibita ad uso commerciale al piano terra e ad uso residenziale al piano primo, sarà oggetto di intervento di recupero, mentre la restante parte del complesso edilizio verrà demolita. Il nuovo edificio in progetto, disposto su n.4 piani fuori terra e piano interrato, presenterà una superficie di impronta al piano terra di circa 310 mq.

Per più specifici dettagli strutturali ed architettonici si rimanda al progetto redatto dal Dott. Arch. Isabella Caprioglio e dal Dott. Ing. Carlo Puggelli dello Studio Tecnico Associato AREA PROGETTI di Prato.

Per attuare quanto sopra descritto, si dovrà procedere mediante Piano di Recupero, che comporta variante allo strumento urbanistico generale.

Lo scopo della presente indagine è stato quello di fornire la documentazione necessaria per la valutazione della fattibilità generale dell'intervento in ottemperanza alla seguente normativa di riferimento:

- **L.R. n. 1 del 03.01.2005**, ("*Norme per il governo del territorio*") e s.m.i. che sostituisce la **L.R. 5/95**;
- **D.P.G.R.T. n. 53/R del 25.10.2011** (regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. n. 1 del 03.01.2005), in materia di indagini geologiche;

- **D.C.C. n. 19 del 21.03.2013** (approvazione del Piano Strutturale del Comune di Prato);
- **O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003**, (*"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*) e s.m.i.;
- **D.M. 14.01.2008**, *"Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni"*;
- **L.R. n. 21 del 21.05.2012**, (*"Disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua"*);
- **D.C.R. n. 72 del 24.07.2007**, (*"Approvazione del Piano di Indirizzo Territoriale"*) in particolare in Allegato al Testo n. 4 *"Corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico"* (ex **D.C.R. n. 12/2000** e **D.C.R. n. 230/1994**: provvedimenti sul rischio idraulico, "adozione di prescrizioni e vincoli");
- **D.P.C.M. 05.11.99**, (*Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del "Rischio idraulico" del Bacino del Fiume Arno*), che sostituisce la delibera 107/97 del C.I.;
- **D.P.C.M. 06.05.2005**: *"Approvazione del Piano di Bacino del fiume Arno, stralcio Assetto Idrogeologico"* che sostituisce la delibera di adozione D.C.I. 185/2004.

Per lo Studio di Fattibilità si è proceduto all'inserimento dell'area oggetto di P.d.R. nella cartografia tematica del **Piano Strutturale** e del **Regolamento Urbanistico Comunale**, del **P.T.C.** e dei **Piani Stralcio** dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

Il Comune di Prato è ovviamente dotato dello Studio Geologico di Supporto al **Piano Strutturale** ed al **Regolamento Urbanistico** vigenti, quindi l'indagine si è basata preliminarmente sul controllo di elaborati già esistenti: Carta Geologica, Carta

Geomorfologica, Carta Litotecnica, Carta Idrogeologica, Carte della Pericolosità Geomorfologica, Idraulica, Sismica Locale, Carta dei battenti idraulici.

In considerazione delle dimensioni dell'area in esame e per una visione adeguatamente dettagliata, sono state utilizzate come supporto cartografico le C.T.R. scala 1: 10.000 e scala 1: 2.000, estendendo lo studio su un'area sufficientemente ampia in relazione all'intervento proposto; si è proceduto sia attraverso rilievi di campagna, sia mediante la raccolta e l'analisi di dati di archivio e di letteratura esistenti, il tutto finalizzato ad una corretta valutazione della fattibilità dell'intervento dal punto di vista delle caratteristiche geologiche del sottosuolo: l'analisi finale ha portato ad una valutazione della Pericolosità e della classe di Fattibilità dell'area in base all'intervento previsto, con la redazione dei relativi elaborati. Si è inoltre proceduto ad uno studio di Microzonazione di Livello 1 con l'esecuzione di un'indagine di sismica passiva HVSR correlata a dati stratigrafici disponibili e riferiti ad aree limitrofe.

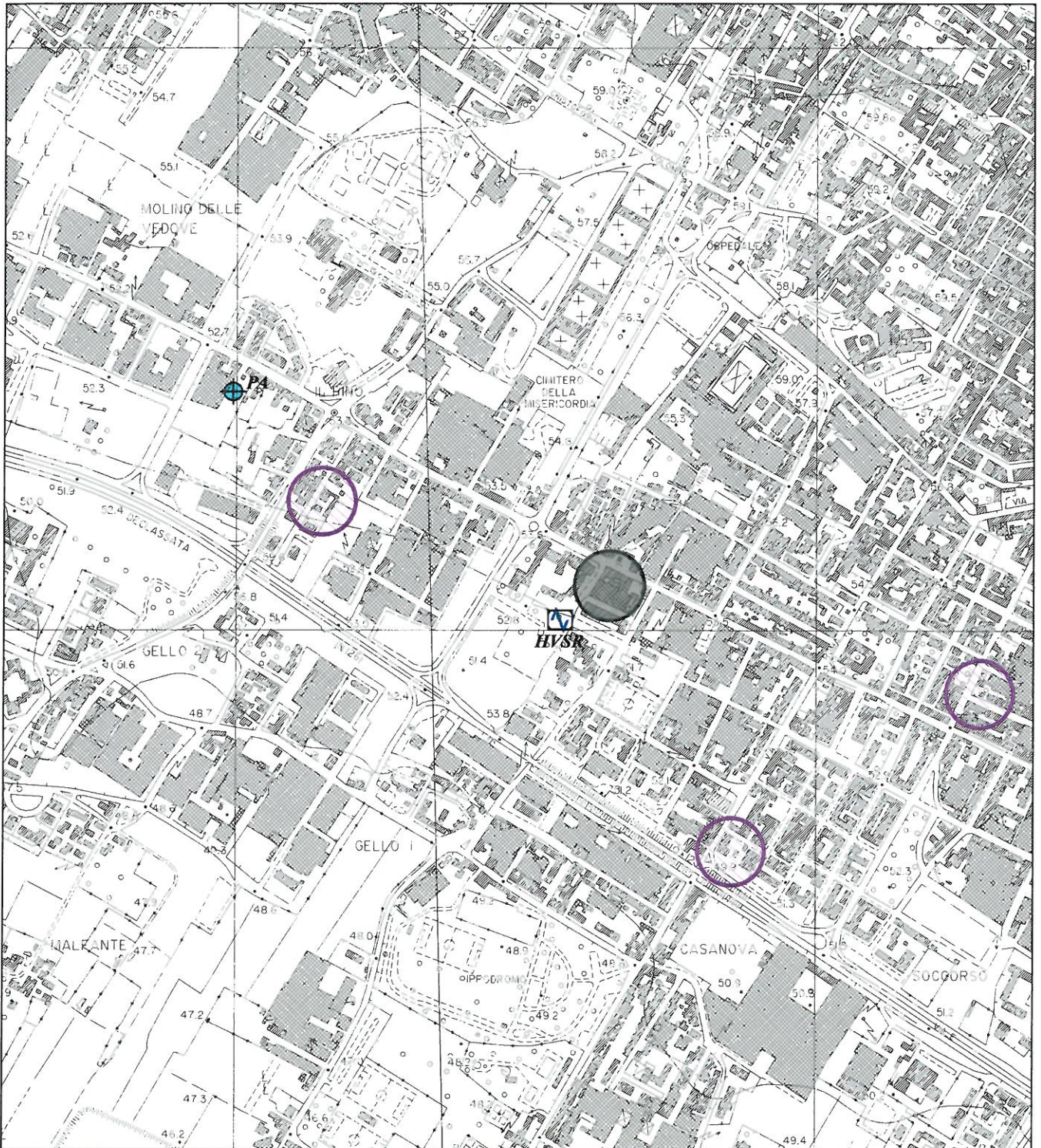
2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO E LITOLOGICO

L'area in esame è ubicata nella porzione sud-occidentale della città di Prato, in fregio a Via M. Roncioni; la quota è di circa 53 m s.l.m. (vd. *Carta Topografica C.T.R. 1: 10.000 e Planimetria Geologica 1: 2.000*).

Ci troviamo in un'area densamente urbanizzata, la morfologia è pianeggiante con lieve acclività in direzione S-SW, in gran parte modificata nel suo aspetto originario dagli interventi antropici. Da sopralluogo ed esame della cartografia non si evidenziano particolari forme morfologiche naturali sul terreno; non si riscontrano inoltre indizi di instabilità quali lesioni e/o fessure sui muri perimetrali dei fabbricati limitrofi, l'area pertanto è caratterizzata da ottime condizioni di stabilità.

CARTA TOPOGRAFICA

CARTA TECNICA REGIONALE 1: 10.000



Area in esame



Ubicazione prove penetrometriche
(fonte R.U. Comunale)



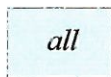
Stazione microtremore
a stazione singola



Pozzo per acqua (fonte ISPRA)

PLANIMETRIA GEOLOGICA

Scala 1: 2.000



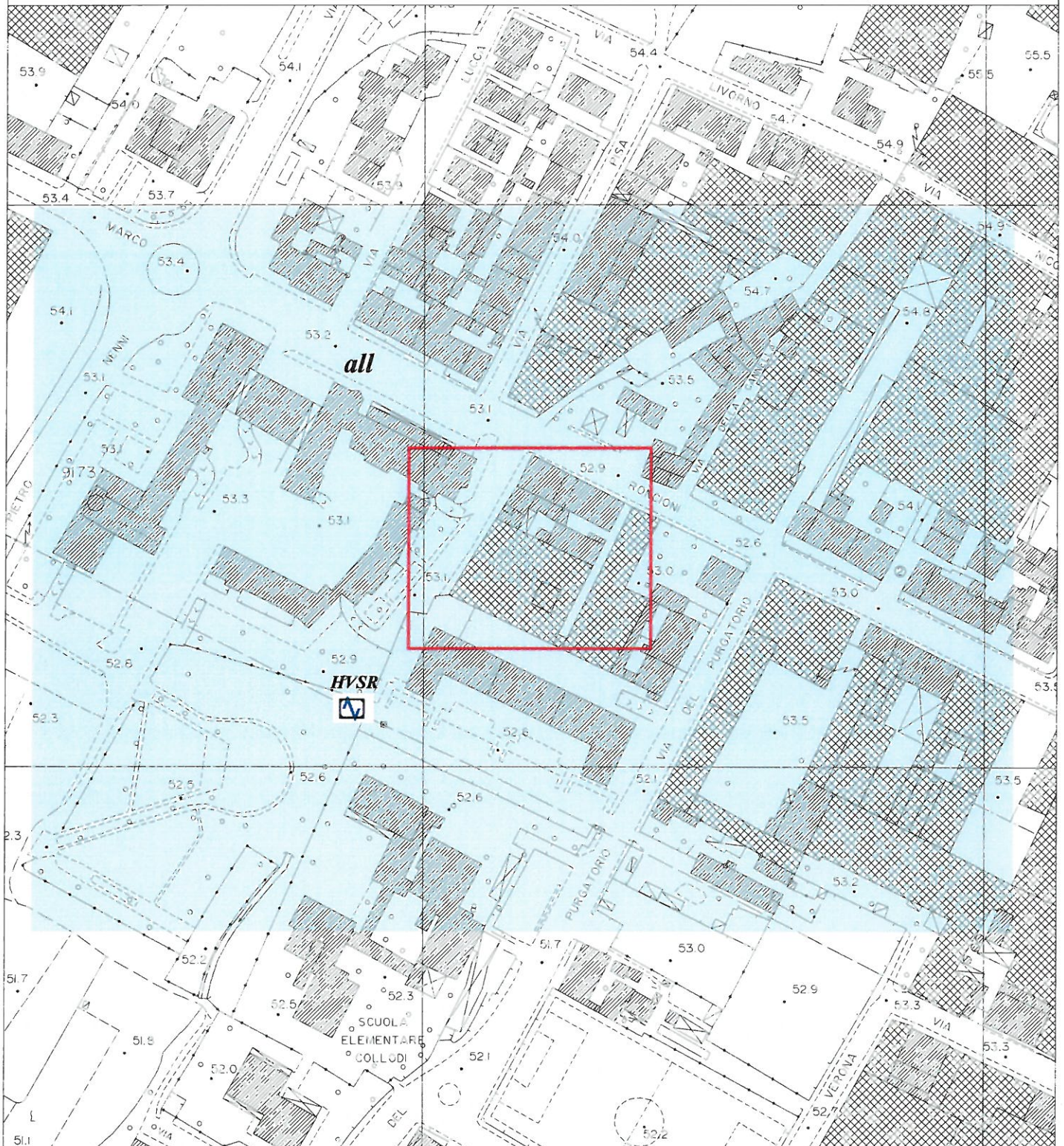
Depositi alluvionali attuali e recenti
QUATERNARIO



Area in esame

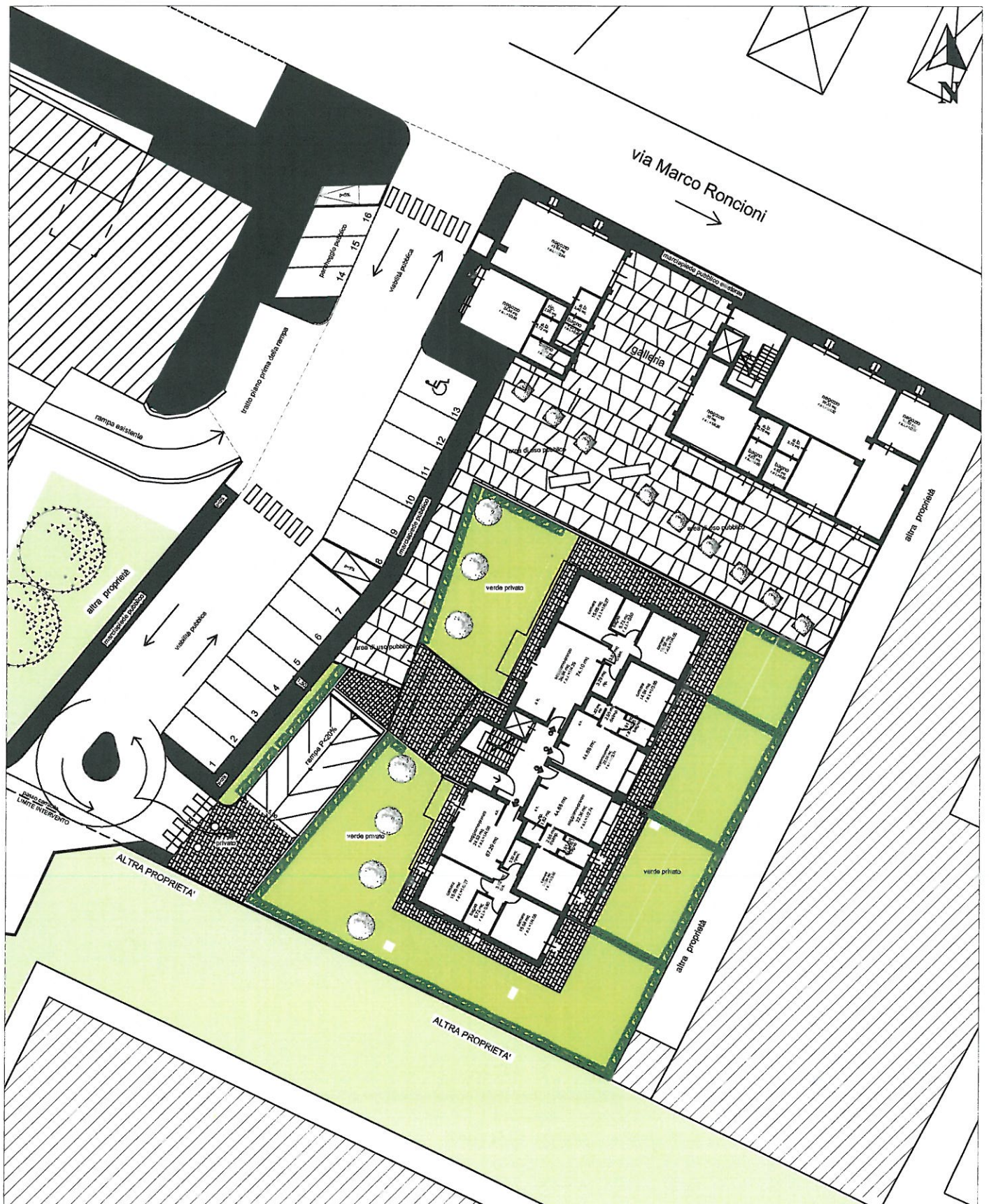


Stazione microtremore
a stazione singola



PARTICOLARE CON UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

Scala 1: 400



Dal punto di vista geologico, ci troviamo in corrispondenza della parte mediana della pianura alluvionale formatasi per il colmamento del bacino lacustre che nel Quaternario antico occupava la depressione Pistoia-Prato-Firenze. Il riempimento dell'antico lago è avvenuto principalmente per l'apporto solido di immissari provenienti dal versante settentrionale, dove per cause tettoniche documentate da numerosi studi a carattere regionale l'attività erosiva è stata per lungo tempo molto marcata. La deposizione era caratterizzata da ambienti di delta-conoide la cui evoluzione era regolata dai rapporti fra la sedimentazione terrigena e la subsidenza del fondale; gli ambienti sedimentari di conoide fluviale e di delta lacustre si succedevano non solo arealmente, ma anche in senso temporale.

Nella fase terminale del colmamento si sono formate zone palustri la cui permanenza si è protratta sino in tempi storici. Infine, in epoche recenti ed attuali i corsi d'acqua impostatisi sulla pianura al termine del colmamento hanno depositato una coltre alluvionale di spessore variabile, che ha determinato l'attuale morfologia subpianeggiante.

In particolare il sito in esame è ubicato in corrispondenza della conoide formata dal Fiume Bisenzio al punto di sbocco nel paleolago; geologicamente quindi siamo in presenza di "**depositi alluvionali recenti ed attuali**" (Quaternario) ed il sottosuolo sarà costituito in prevalenza da sedimenti grossolani quali *ciottolami e ghiaie* in matrice limo-sabbiosa. Tali depositi possono essere ricondotti ad una facies di sedimentazione tipica di conoide sommersa: al tetto di tale sequenza si ritrovano modesti spessori di materiali più fini legati a fenomeni di esondazione fuori alveo nella fase finale del colmamento.

Conoscenze di carattere regionale e studi specifici effettuati sulla pianura permettono di valutare la profondità e la costituzione litologica del substrato roccioso al di sotto dei sedimenti fluvio-lacustri: per la zona in questione è presumibilmente costituito dalle "*Formazioni Liguridi*" ed è posto ad una profondità superiore a 150-200 m dal piano di campagna.

Per quanto riguarda l'aspetto idrogeologico, gli orizzonti di ghiaie e ciottolami presentano una buona permeabilità per porosità primaria e costituiscono acquiferi di buona produttività. Riferendosi a studi geologici e idrogeologici svolti nell'area ("La falda idrica della conoide di Prato" - Landini, Pranzini, Venturucci e "Le aree di salvaguardia di alcuni pozzi nella conoide di Prato" - Gabbani, Pranzini *et alii*) e agli elaborati di supporto al P.S., si può notare lo stato di forte sfruttamento della falda nella zona di Prato. La "tavola d'acqua" (livello della falda) si presenta fortemente depressa a causa degli ingenti emungimenti sia di tipo industriale che idropotabile, infatti i modelli piezometrici indicano per l'area in esame un livello della falda intorno a - 27 m dal p.c. Ad ogni modo, e questo sarà verificato in occasione della campagna geognostica della fase esecutiva, non si esclude l'esistenza di seppur modeste linee di filtrazione più superficiali.

3. INDAGINE GEOGNOSTICA E CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA

In via preliminare è stato condotto uno studio geomorfologico e geologico di superficie; successivamente, sulla base delle verifiche in situ e delle conoscenze derivanti da pratica geologica, al fine di ottenere un'adeguata caratterizzazione del terreno, in questa fase si è ritenuto necessario e sufficiente fare riferimento ai dati di indagini dirette reperibili all'interno della documentazione di corredo al R.U. Comunale; sono stati individuati report derivanti da campagne geognostiche del 1995 e del 1997. In tali campagne furono eseguite prove penetrometriche CPT (Riferimento prove n. 194-342-658).

La profondità max delle prove penetrometriche risultò essere di 13,4 m, alla data delle indagini il livello freatico non risultava presente.

I risultati della campagne geognostiche eseguite nel 1995 e 1997 sono riportati sui report ed allegati in appendice.

I dati acquisiti dall'analisi degli istogrammi penetrometrici, elaborati secondo i metodi di Begeman, Schmertman e Searle, nonché integrati con altri dati noti di stratigrafie in zona, hanno consentito la ricostruzione litologica del sottosuolo come illustrato nello *Schema Litostratigrafico 1: 100*.

Lo *Schema Litostratigrafico* rappresenta la sintesi di tutti i dati litologici ricavabili dall'indagine eseguita ed illustra chiaramente i rapporti fra i vari litotipi. Sono stati definiti distinti livelli quando è stata riscontrata una ben definita variazione litologica in un ambito spaziale ristretto.

La successione stratigrafica generale per l'area di interesse specifico è così schematizzabile:

- *Pavimentazione e/o materiale di riporto (p.c. - 0,6÷0,8 m);*
- *Limo sabbioso debolmente argilloso con presenza di livelli ghiaiosi e ciottolosi (0,6÷0,8 - 5,0÷8,0m);*
- *Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limosa (oltre 5,0÷8,0 m di profondità).*


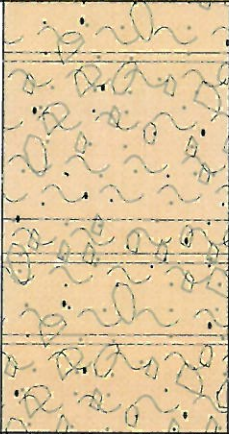
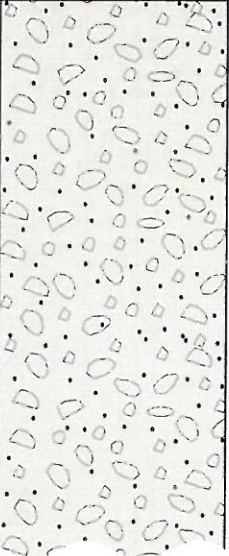
Come evidenziato nelle Conclusioni, in fase di redazione della Relazione Geologica e Geotecnica Esecutive, si procederà con una campagna geognostica ad hoc, al fine di verificare con precisione la stratigrafia e di ricavare i parametri geomeccanici di riferimento per tutte le verifiche di ordine geotecnico, tuttavia il riferimento – essenzialmente di carattere stratigrafico – alle prove penetrometriche eseguite in passato in aree limitrofe è senz'altro indicativo di terreni con caratteristiche geomeccaniche sufficienti alle realizzazioni progettuali.

In questa fase si è inoltre proceduto ad uno studio di Microzonazione di Livello 1 con l'esecuzione di un'indagine di sismica passiva HVSR, che ha condotto alla redazione della Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica relativa all'area in esame.

Per le caratteristiche tecniche della strumentazione e per l'elaborazione dei dati si rimanda al report allegato.

SCHEMA LITOSTRATIGRAFICO

Scala 1: 100

Prof. m	Stratigrafia	Descrizione Litologica	Falda
0,6÷0,8		<i>Pavimentazione e/o materiale di riporto</i>	
5,0÷8,0		<i>Limo sabbioso debolmente argilloso con presenza di livelli ghiaiosi e ciottolosi</i>	
13,4		<i>Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limosa</i>	

Mediante l'indagine HVSR è stato possibile definire le principali frequenze di vibrazione del terreno, da confrontare poi con quelle previste per le strutture in progetto.

L'indagine ha evidenziato un unico picco di frequenza a 0,5 Hz, che mostra un'ampiezza pari a 2, quindi non molto elevata.

4. CARTE TEMATICHE E DI SINTESI

Gli elaborati di base che si è considerato ai fini del presente studio sono:

- Carta Topografica scala 1: 10.000
- Planimetria Geologica scala 1: 2.000
- Carta della Pericolosità Geomorfologica scala 1: 1.000
- Carta della Pericolosità Idraulica scala 1: 1.000
- Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica 1: 1.000
- Carta della Pericolosità Sismica Locale scala 1: 1.000
- Carta della Fattibilità scala 1: 1.000

Come detto in premessa, il Comune di Prato è già dotato – come allegati allo Studio Geologico di supporto al P.S. ed R.U. Comunale – delle Carte Geologica, Geomorfologica, e delle Pericolosità; con la presente si sono ridefiniti tali caratteri con maggior dettaglio (scala 1: 2.000 e 1: 1.000) e con riferimento specifico al tipo di intervento proposto.

Nei paragrafi che seguono verranno prese in rassegna brevemente, indicando per ogni elaborato le caratteristiche salienti e gli aspetti che coinvolgono le eventuali scelte progettuali.

4.1. Carta Geologica e Geomorfologica

In questo elaborato è descritta la situazione litologica e la distribuzione delle formazioni; essendo l'area rilevata di modeste dimensioni e situata in aperta pianura, non sono presenti elementi tettonici o morfologici di rilievo. La descrizione di dettaglio delle formazioni affioranti dell'area vasta è esposta nel *Paragrafo 2* attinente la geologia ed a cui si rimanda per eventuali chiarimenti.

4.2. Carta della Pericolosità Geomorfologica

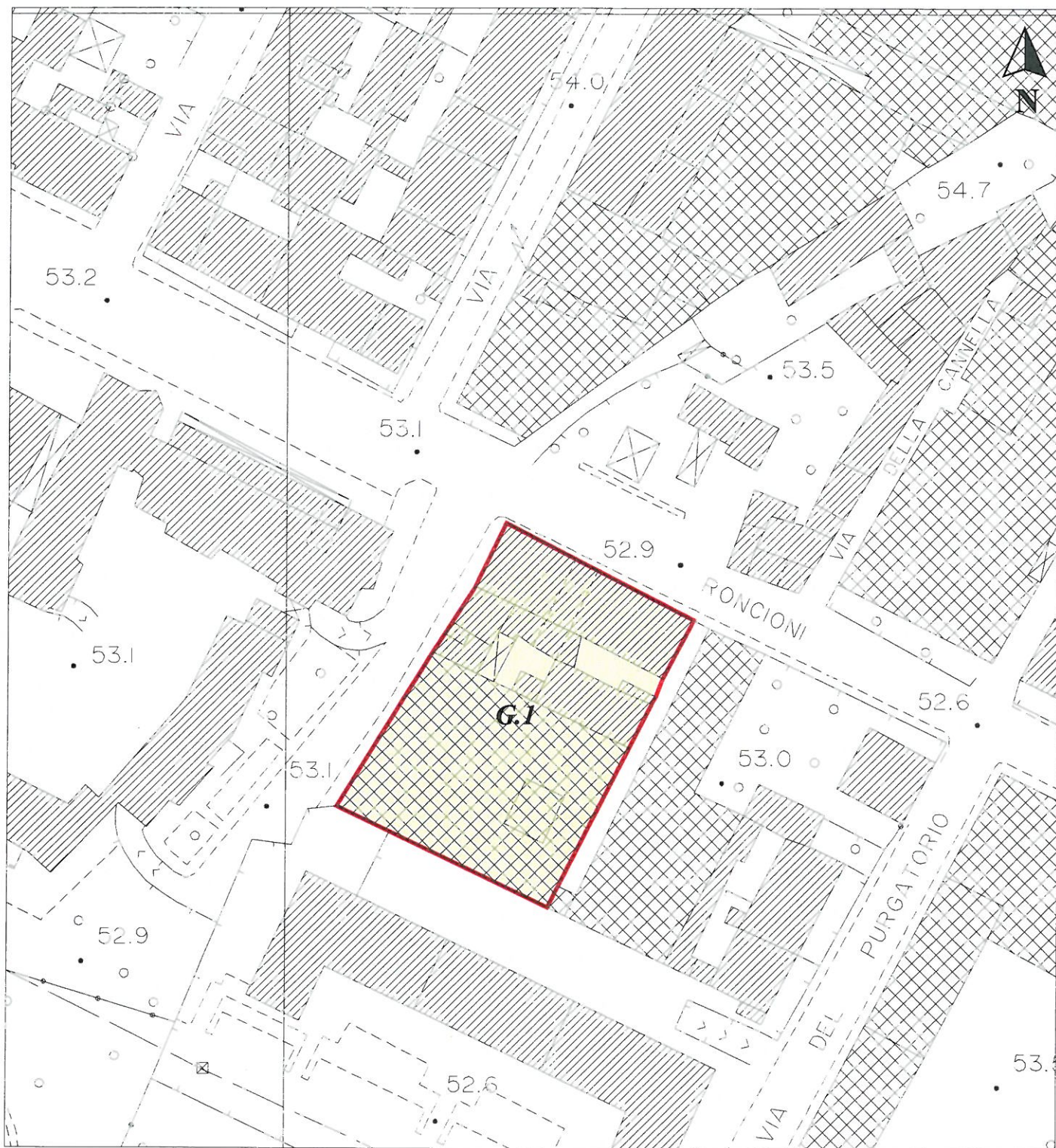
Questo elaborato, riprodotto alla scala 1: 1.000, fa riferimento alla *Carta della Pericolosità Geomorfologica (Tav. Af.7)* allegata allo Studio Geologico di supporto al P.S. Comunale.

Nello specifico l'area interessata dal Piano di Recupero è inserita nelle seguenti classi di pericolosità:

Classe G.1 - (Pericolosità geomorfologica bassa): area in cui non sussistono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

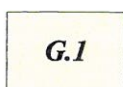
Tenuto conto di tutte le problematiche che gravano sull'area in esame ed in considerazione delle vigenti norme in materia sopra elencate, ai sensi del D.P.G.R.T. n. 53/R del 25 Ottobre 2011 si conferma:

PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA BASSA (G.1): - aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.



CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

Scala 1: 1.000



Pericolosità Geomorfológica bassa (G.1)



Perimetro area P.d.R.

4.3. Carta della Pericolosità Idraulica

Questo elaborato, riprodotto alla scala 1: 1.000, fa riferimento alla *Carta della Pericolosità Idraulica (Tav. Af.9)* allegata allo Studio Geologico di supporto al P.S. Comunale.

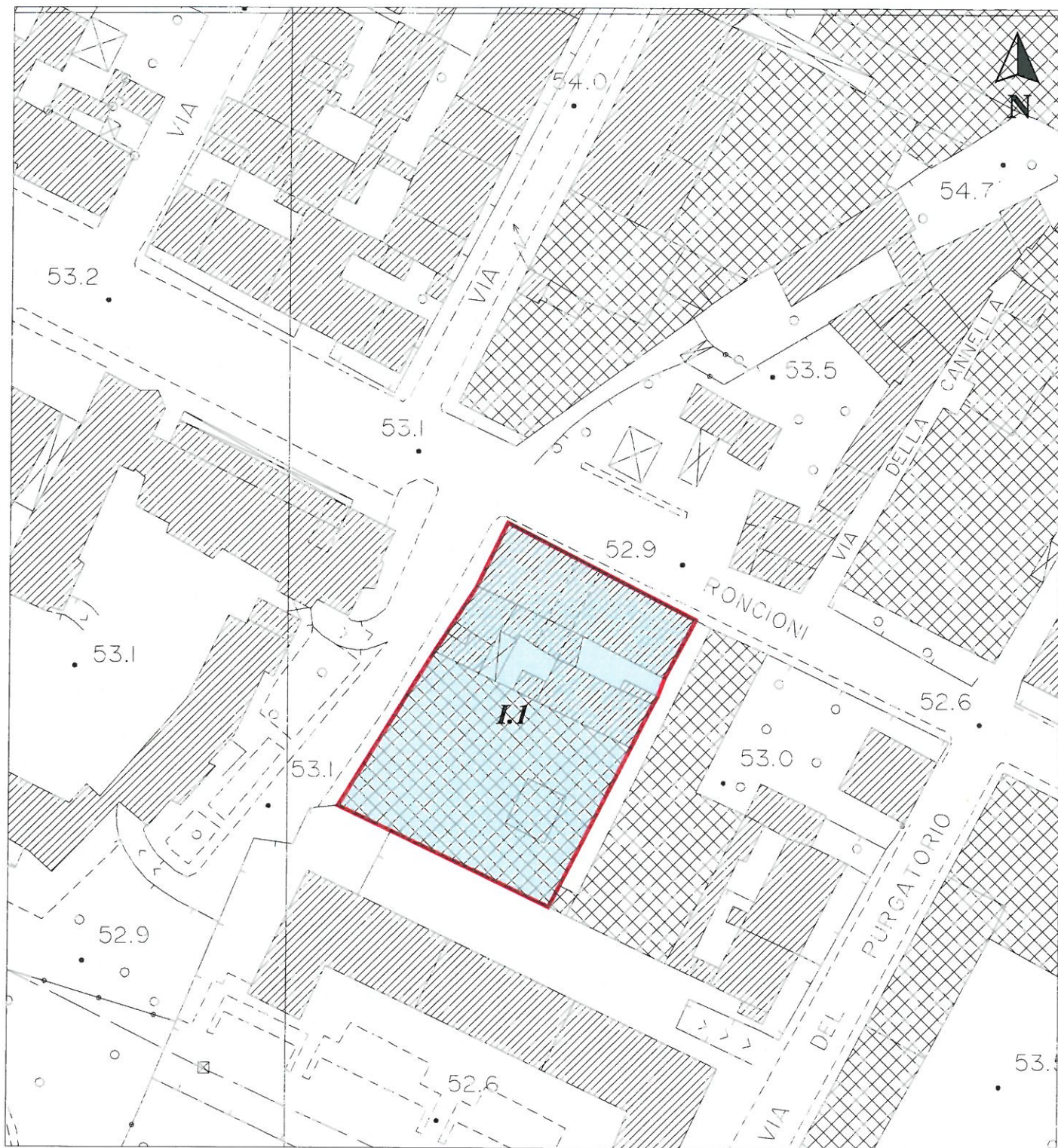
Nello specifico l'area interessata dal Piano di Recupero è inserita nelle seguenti classi di pericolosità:

Classe I.1 - (Pericolosità idraulica bassa): aree morfologicamente rilevate.

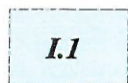
Il *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)*, approvato con *D.P.C.M. 06.05.2005*, nella "*Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica – livello di dettaglio 1: 10.000*", inserisce l'area in esame in classe P.I.1 (aree a pericolosità moderata): comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $200 < TR \leq 500$ anni.

Secondo l'art. 8 delle N.T.A., nelle aree P.I.1 e P.I.2 "sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio"; quindi nulla osta all'intervento in progetto.

L'intervento in progetto verrà realizzato nel rispetto della *D.C.R. n. 72 del 24.07.2007* (ex *D.C.R. n. 12 del 25.01.2000* e *D.C.R. n. 230 del 21.06.94*): non risulta nelle vicinanze alcun corso d'acqua tra quelli inseriti nell'elenco "*corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico*", né corsi d'acqua secondari che possano interferire – anche in caso di esondazione (vd. *Carta Topografica C.T.R. 1: 10.000* e *Planimetria Geologica 1: 5.000*) – con l'area in esame, pertanto ci troviamo al di fuori del campo di applicazione delle "misure generali di salvaguardia" definite nell'*art. 36, comma 3* dell'Allegato A-Elaborato 2 (disciplina del piano) del PIT (Piano di Indirizzo Territoriale della Toscana).



CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA
Scala 1: 1.000



Pericolosità Idraulica bassa (I.1)



Perimetro area P.d.R.

In merito al *D.P.C.M. 05.11.99*: Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del "Rischio idraulico" del bacino del fiume Arno, che sostituisce la Delibera 107 del C.I. e fa riferimento ai seguenti elaborati cartografici:

- Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno
- Carta delle aree di pertinenza fluviali
- Carta guida delle aree allagate

l'area in esame non risulta inserita in alcuna perimetrazione.

Tenuto conto di tutte le problematiche che gravano sull'area in esame ed in considerazione delle vigenti norme in materia sopra elencate, ai sensi del D.P.G.R.T. n. 53/R del 25 Ottobre 2011 si attribuisce una:

PERICOLOSITA' IDRAULICA BASSA (I.1): aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- non vi sono notizie storiche di inondazioni;
- sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

4.4. Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica

In questa fase si è proceduto con uno studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 e limitato all'area del Piano di Recupero in esame.

Come esposto in precedenza, è stata realizzata un'indagine geofisica di tipo sismico con misure di rumore ambientale a stazione singola di registrazione ed analisi HVSR.



CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Scala 1: 1.000

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI



Zona 1



Depositi alluvionali fluvio-lacustri
150-200 m



Substrato litoide

L'indagine ha evidenziato un unico picco di frequenza a 0,5 Hz, che mostra un'ampiezza pari a 2, quindi non molto elevata; tale picco indica la presenza di uno spessore di depositi alluvionali fluvio-lacustri di almeno 150-200 m che sovrastano il substrato litoide. Ciò risulta in accordo con la stratigrafia allegata di un pozzo per acqua profondo circa 75 m e posto nelle vicinanze (fonte dato ISPRA).

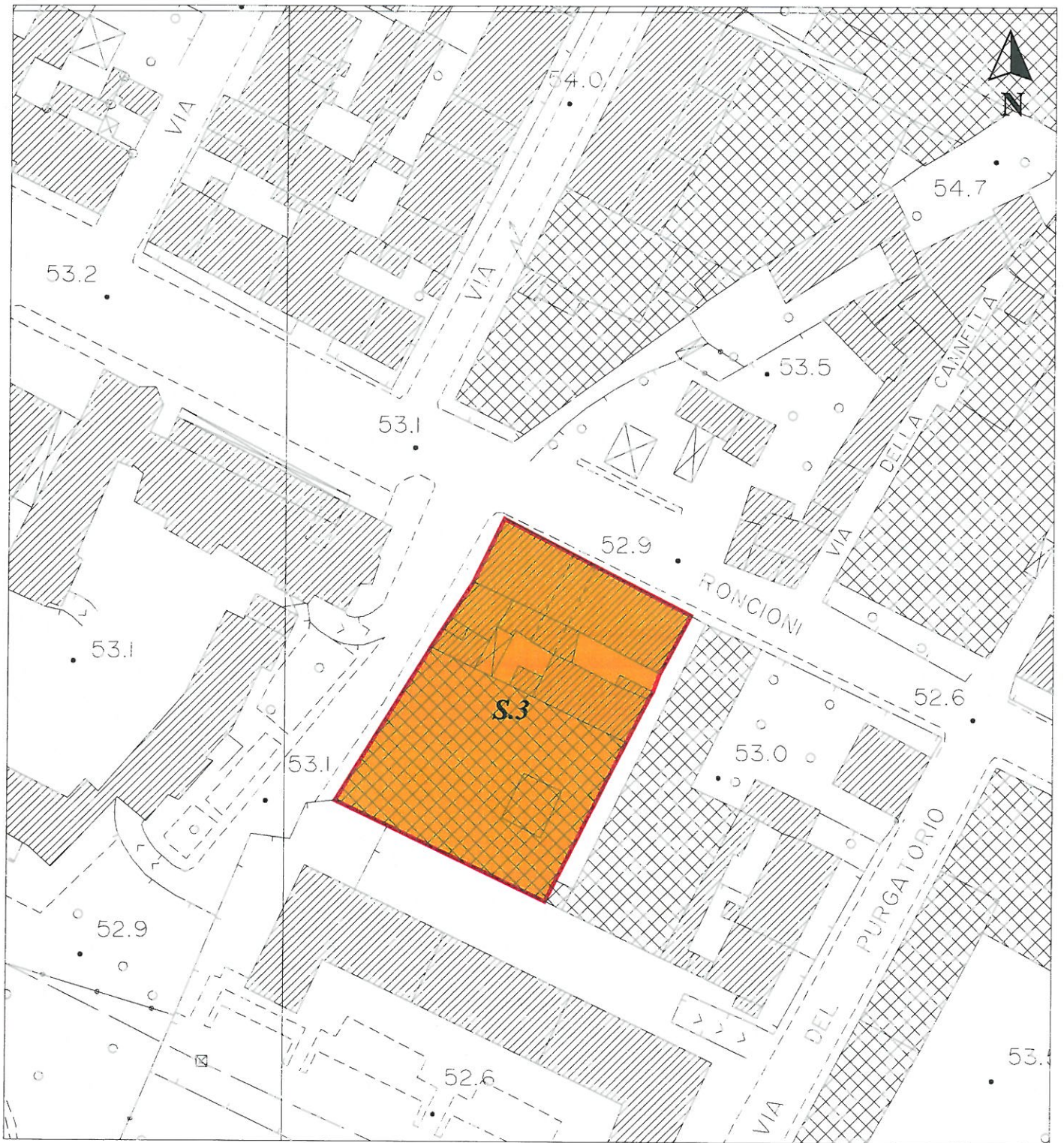
L'area in esame è stata inserita in Zona 1 – Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali.

4.5. Carta della Pericolosità Sismica Locale

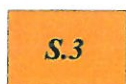
In seguito all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 e successive modifiche integrazioni, la Regione Toscana ha provveduto a formulare una nuova proposta di classificazione dell'intero territorio regionale (Del. 431/2006); il territorio del Comune di Prato è stato inserito in zona 3 (accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $a_g/g < 0,15$).

Dall'analisi degli elementi geologici, geomorfologici, delle indagini svolte direttamente sul sito ed anche in aree limitrofe, sono evidenziate le aree dove possono verificarsi effetti locali o di sito, la cui valutazione preliminare ai fini della riduzione del rischio sismico consente di rappresentare:

- 1) probabili fenomeni di amplificazione stratigrafica, topografica e per morfologie sepolte;
- 2) la presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
- 3) i contatti fra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
- 4) accentuazione della instabilità dei pendii;
- 5) terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento;
- 6) terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.



CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE
Scala 1: 1.000



Pericolosità Sismica Locale elevata (S.3)



Perimetro area P.d.R.

All'interno del nuovo Piano Strutturale del Comune di Prato è presente la *Carta della Pericolosità Sismica locale ZMPSL (Tav. Af.8)*; tale carta inserisce l'area oggetto di Piano di Recupero nelle seguenti classi di pericolosità:

Pericolosità Sismica locale elevata (S.3):

- zone con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti;
- aree costituite da conoidi alluvionali e/o con detritici.

Per individuare i possibili effetti di amplificazione sismica, oltre naturalmente a rilievi ed osservazioni di superficie, facciamo riferimento all'indagine HVSR descritta in precedenza, ai dati stratigrafici esistenti ed alle indagini penetrometriche di corredo al R.U. Comunale.

Dall'analisi comparata di tutti gli elementi a disposizione si conferma:

PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ELEVATA (S.3): zone con possibile amplificazione per effetti stratigrafici.

4.6. Carta della Fattibilità (in relazione ai fini edificatori)

L'elaborato di Fattibilità, costituisce anch'esso uno dei documenti obbligatori dell'indagine di supporto alla pianificazione urbanistica, inoltre come previsto dalla Deliberazione G.R.T. n. 53/R del 25 Ottobre 2011, tiene conto principalmente delle varie Carte di Pericolosità e delle indicazioni fornite dai Progettisti circa le tipologie di intervento e le destinazioni d'uso; ciò non significa che si debba necessariamente avere una correlazione diretta tra pericolosità e fattibilità, si dovrà infatti tenere conto delle destinazioni d'uso delle singole aree e dell'importanza degli interventi.

In base alla normativa ed ai criteri di cui sopra si individuano le seguenti classi di Fattibilità:

Fattibilità senza particolari limitazioni (F.1) – si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia;

Fattibilità con normali vincoli (F.2) - si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia;

Fattibilità condizionata (F.3) – si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro mancanza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi;

Fattibilità limitata (F.4) – si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Il grado di approfondimento delle indagini geognostiche di supporto alla redazione della Relazione Geologica e Geotecnica Esecutive viene quindi definito in funzione della classe di Fattibilità in cui l'intervento si colloca.



CARTA DELLA FATTIBILITA'
 Scala 1: 1.000



Fattibilità Geologica senza particolari limitazioni (Fg.1)
 Fattibilità Sismica condizionata (Fs.3)
 Fattibilità Idraulica senza particolari limitazioni (Fi.1)



Perimetro area P.d.R.

In base all'intervento edilizio previsto, consistente essenzialmente in nuova costruzione di edificio residenziale con tensioni trasmesse al terreno di una certa significatività, riteniamo opportuno attribuire all'area oggetto di Piano di Recupero, le seguenti fattibilità:

FATTIBILITA' GEOLOGICA SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI (Fg.1)

FATTIBILITA' IDRAULICA SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI (Fi.1)

FATTIBILITA' SISMICA CONDIZIONATA (Fs.3)

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Analizzato il tipo di intervento progettuale e considerata la classe di fattibilità attribuita, possiamo affermare che l'utilizzo dell'area è compatibile con le caratteristiche geologiche dei terreni, naturalmente adottando opportune tipologie di fondazione ed eventuali interventi di consolidamento che dovranno essere scelti sulla base della caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni di sedime e dell'inquadramento sismico sito-dipendente, che saranno parte integrante della *Relazione Geologica* e della *Relazione Geotecnica Esecutiva*. Queste ultime, da redigere in una seconda fase, conterranno tutti i dati di parametrizzazione geomeccanica e tutte le verifiche di ordine geotecnico.

Le vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008 e relativa Circolare del C.S.L.P. n. 617 del 02.02.2009) prevedono che debba essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo

(mediante studi specifici di risposta sismica locale per arrivare quindi a definire la categoria di suolo di fondazione) e che venga definita la stratigrafia di dettaglio con un numero di verticali adeguato alla tipologia di intervento progettuale. Ovviamente deve essere accertata la presenza di falde, loro profondità ed escursione stagionale, devono essere valutate le caratteristiche geomeccaniche dei terreni, così da fornire ai Progettisti i parametri necessari per i calcoli strutturali.

Naturalmente una quantificazione esatta delle indagini da effettuare, sia in termini di quantità sia in termini di profondità sarà possibile solo in fase esecutiva sulla base delle risultanze delle prime prospezioni.

Si esprime parere favorevole alla Fattibilità, riservandoci - *se richiesto dalla D.L. o dall'Ufficio competente* - ulteriori approfondimenti od interventi, qualora sorgessero problemi non previsti dalla presente relazione.-

Vaiano, li 19.06.2013

Dott. Geol. LUCA AIAZZI



ALLEGATO

Certificazioni Indagini R.U. Comunale



Numero identificativo indagine: 194

Prova penetrometrica statica - data esecuzione: 24/09/1997

Rel. Geologica del 02/10/1997 / Archivio

Pratica edilizia tipo: 493/98 numero: 44432 anno: 1998

Località: PRATO

Indirizzo: VIA ANCONA

Coord G.B. (x: 1.667.157,66 y: 4.860.216,07)

Quota media p.c. 0 m s.l.m.

ELABORATI DELLA PROVA

Prof.Min [m]	Prof.Max [m]	Res.Punta [Kg/cmq]	Attr:Lat. [Kg/cmq]	Rapp.
0.0	0.2	18.0	0.87	21
0.2	0.4	25.0	1.6	16
0.4	0.6	34.0	2.33	15
0.6	0.8	63.0	3.53	18
0.8	1.0	68.0	3.73	18
1.0	1.2	64.0	3.67	17
1.2	1.4	61.0	3.73	16
1.4	1.6	53.0	3.67	14
1.6	1.8	53.0	3.67	14
1.8	2.0	58.0	2.47	23
2.0	2.2	39.0	2.53	15
2.2	2.4	41.0	1.73	24
2.4	2.6	37.0	2.33	16
2.6	2.8	33.0	1.87	18
2.8	3.0	35.0	2.07	17
3.0	3.2	36.0	3.87	9
3.2	3.4	86.0	5.33	16
3.4	3.6	90.0	1.87	48
3.6	3.8	39.0	1.33	29
3.8	4.0	33.0	1.73	19
4.0	4.2	34.0	2.67	13
4.2	4.4	47.0	1.53	31
4.4	4.6	31.0	3.27	9
4.6	4.8	62.0	2.0	31
4.8	5.0	78.0	1.93	40

5.0	5.2	40.0	1.27	31
5.2	5.4	37.0	2.33	16
5.4	5.6	40.0	2.0	20
5.6	5.8	95.0	5.8	16
5.8	6.0	214.0	2.6	82
6.0	6.2	284.0	7.13	40
6.2	6.4	240.0	5.2	46
6.4	6.6	205.0	5.07	40
6.6	6.8	153.0	6.07	25
6.8	7.0	209.0	3.13	67
7.0	7.2	183.0	4.67	39
7.2	7.4	281.0	11.13	25
7.4	7.6	400.0	6.0	67

Numero identificativo indagine: 658

Prova penetrometrica statica - data esecuzione: 04/12/1995

Rel. Geologica del 12/12/1995 / Archivio

Pratica edilizia tipo: 563/94 numero: 44135 anno: 1994

Località: PRATO

Indirizzo: VIA CASERTA

Coord G.B. (x: 1.667.853,76 y: 4.859.629,07)

Quota media p.c. 0 m s.l.m.

ELABORATI DELLA PROVA

Prof.Min [m]	Prof.Max [m]	Res.Punta [Kg/cmq]	Attr.Lat. [Kg/cmq]	Rapp.
0.0	0.2	93.0	1.93	48
0.2	0.4	60.0	1.0	60
0.4	0.6	89.0	1.47	61
0.6	0.8	19.0	1.2	16
0.8	1.0	66.0	1.73	38
1.0	1.2	28.0	1.8	16
1.2	1.4	28.0	4.8	6
1.4	1.6	52.0	1.47	35
1.6	1.8	72.0	1.47	49

1.8	2.0	88.0	2.67	33
2.0	2.2	122.0	2.0	61
2.2	2.4	93.0	4.4	21
2.4	2.6	174.0	3.27	53
2.6	2.8	168.0	2.87	59
2.8	3.0	92.0	1.8	51
3.0	3.2	40.0	2.87	14
3.2	3.4	76.0	7.0	11
3.4	3.6	164.0	6.53	25
3.6	3.8	108.0	3.07	35
3.8	4.0	42.0	1.73	24
4.0	4.2	78.0	1.33	59
4.2	4.4	184.0	2.73	67
4.4	4.6	118.0	2.6	45
4.6	4.8	117.0	2.13	55
4.8	5.0	26.0	2.67	10
5.0	5.2	26.0	2.07	13
5.2	5.4	15.0	2.53	6
5.4	5.6	22.0	2.27	10
5.6	5.8	23.0	1.87	12
5.8	6.0	32.0	2.27	14
6.0	6.2	35.0	2.27	15
6.2	6.4	32.0	2.6	12
6.4	6.6	28.0	1.93	15
6.6	6.8	24.0	1.67	14
6.8	7.0	22.0	1.73	13
7.0	7.2	26.0	1.73	15
7.2	7.4	26.0	2.6	10
7.4	7.6	29.0	4.13	7
7.6	7.8	54.0	3.07	18
7.8	8.0	104.0	6.27	17
8.0	8.2	80.0	4.2	19
8.2	8.4	67.0	2.8	24

8.4	8.6	51.0	2.4	21
8.6	8.8	44.0	5.27	8
8.8	9.0	102.0	5.4	19
9.0	9.2	111.0	4.27	26
9.2	9.4	82.0	5.27	16
9.4	9.6	110.0	2.2	50
9.6	9.8	96.0	2.27	42
9.8	10.0	144.0	2.87	50
10.0	10.2	99.0	9.53	10
10.2	10.4	235.0	2.07	114
10.4	10.6	93.0	7.53	12
10.6	10.8	81.0	1.8	45
10.8	11.0	87.0	3.27	27
11.0	11.2	106.0	5.0	21
11.2	11.4	83.0	5.93	14
11.4	11.6	132.0	4.73	28
11.6	11.8	91.0	5.33	17
11.8	12.0	180.0	3.2	56
12.0	12.2	150.0	4.53	33
12.2	12.4	124.0	3.53	35
12.4	12.6	176.0	4.8	37
12.6	12.8	190.0	6.13	31
12.8	13.0	161.0	4.73	34
13.0	13.2	132.0	7.33	18
13.2	13.4	248.0	5.4	46

Numero identificativo indagine: 342

Prova penetrometrica statica - data esecuzione: 10/10/1995

Rel. Geologica del 31/10/1995 / Archivio

Pratica edilizia tipo: 60/96 numero: 6594 anno: 1996

Località: PRATO

Indirizzo: VIA GIOVANNI PASCOLI

Coord G.B. (x: 1.668.293,86 y: 4.859.888,19)

Quota media p.c. 0 m s.l.m.

ELABORATI DELLA PROVA

Prof.Min [m]	Prof.Max [m]	Res.Punta [Kg/cmq]	Attr:Lat. [Kg/cmq]	Rapp.
0.2	0.4	44.0	0.47	94
0.4	0.6	85.0	2.87	30
0.6	0.8	56.0	3.13	18
0.8	1.0	76.0	23.13	3
1.0	1.2	91.0	5.93	15
1.2	1.4	93.0	6.47	14
1.4	1.6	81.0	5.6	14
1.6	1.8	67.0	6.33	11
1.8	2.0	57.0	6.07	9
2.0	2.2	54.0	6.2	9
2.2	2.4	54.0	4.87	11
2.4	2.6	69.0	1.47	47
2.6	2.8	134.0	7.33	18
2.8	3.0	97.0	4.67	21
3.0	3.2	60.0	4.2	14
3.2	3.4	53.0	6.8	8
3.4	3.6	75.0	2.53	30
3.6	3.8	99.0	2.67	37
3.8	4.0	67.0	2.27	30
4.0	4.2	34.0	2.87	12
4.2	4.4	35.0	2.87	12
4.4	4.6	37.0	2.47	15
4.6	4.8	40.0	2.13	19
4.8	5.0	38.0	1.4	27
5.0	5.2	49.0	3.8	13
5.2	5.4	48.0	1.2	40

5.4	5.6	120.0	2.07	58
5.6	5.8	99.0	3.0	33
5.8	6.0	65.0	3.67	18
6.0	6.2	72.0	1.4	51
6.2	6.4	125.0	2.67	47
6.4	6.6	74.0	7.0	11
6.6	6.8	125.0	2.87	44
6.8	7.0	71.0	1.93	37
7.0	7.2	39.0	0.67	58
7.2	7.4	48.0	2.4	20
7.4	7.6	38.0	2.67	14
7.6	7.8	35.0	4.2	8
7.8	8.0	73.0	4.33	17
8.0	8.2	114.0	3.33	34
8.2	8.4	45.0	2.27	20
8.4	8.6	34.0	2.27	15

ALLEGATO

Report Indagine HVSR



COMUNE DI PRATO

TITOLO:

**INDAGINI GEOFISICHE DI TIPO SISMICO
MISURE DI RUMORE AMBIENTALE
A STAZIONI SINGOLE DI REGISTRAZIONE
ANALISI "HVSr"
PIANO DI RECUPERO GALLERIA RONCIONI
- VIA MARCO RONCIONI N.C. 95-105 -
COMUNE DI PRATO**

COMMITTENTE:

Sigg. Bessi Margherita, Sanesi Mauro, Sanesi Marco e Sanesi Paolo

OGGETTO:

RELAZIONE TECNICA



DATA:
14 Giugno 2013

TRIGEO S.N.C.
VIA MAZZINI, 18 - 52011 SOCI (AR)
VIA BOLOGNESE, 289 - 50139 LA LASTRA - FIRENZE
TEL/FAX 0575 294500 - CELL. 3392288117
TEL/FAX 055 9062212 - 3287213928
P.IVA 02024110518
E-MAIL: info@trigeo.it - www.trigeo.it

TRIGEO S.N.C.
di Giovanni Andrea B. e Maurizio B. e c. s.
Via Mazzini n°18 - 52011 - SOCI (AR)
P.IVA 02024110518
Tel/Fax 0575 294500 - 055 9062212
Cell. 339 2288117 - 328 7213928
www.trigeo.it - info@trigeo.it

INDICE

INTRODUZIONE.....	2
1.0 SCHEMA OPERATIVO.....	3
2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE (METODO H/V) [DA D. ALBARELLO E S. CASTELLARO].....	3
3.0 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	7
4.0 CAMPAGNA DI ACQUISIZIONE E SCHEDE DI ACQUISIZIONE.....	9
5.0 ANALISI DEI DATI E VALUTAZIONI DI QUALITÀ DELLE MISURE.....	12
6.0 INTERPRETAZIONE DELLE MISURE H/V.....	16
7.0 REPORT DEI RISULTATI – SIGNIFICATIVITÀ E CLASSIFICAZIONE DELLE MISURE	17
UBICAZIONE MISURA HVSr – PRATO 1.....	21

INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati delle indagini geofisiche di tipo sismico “passive” che utilizzano il “noise” o rumore ambientale per rilevare le caratteristiche fisiche del sottosuolo, per la definizione delle geometrie e delle caratteristiche elastiche dei terreni, in funzione della relazione tra la forma dello spettro di risposta del terreno, la struttura e caratteristiche elastiche del sottosuolo.

Nel mese di Giugno 2013, per conto della committenza, in un’area accanto all’edificio industriale in **Via Roncioni 95-105 – Comune di Prato**, nell’ambito di un progetto del piano di recupero denominato – Piano di recupero Galleria Roncioni –, è stata eseguita una misura di rumore sismico ambientale con tecnica HVSr (**Figura 1**).

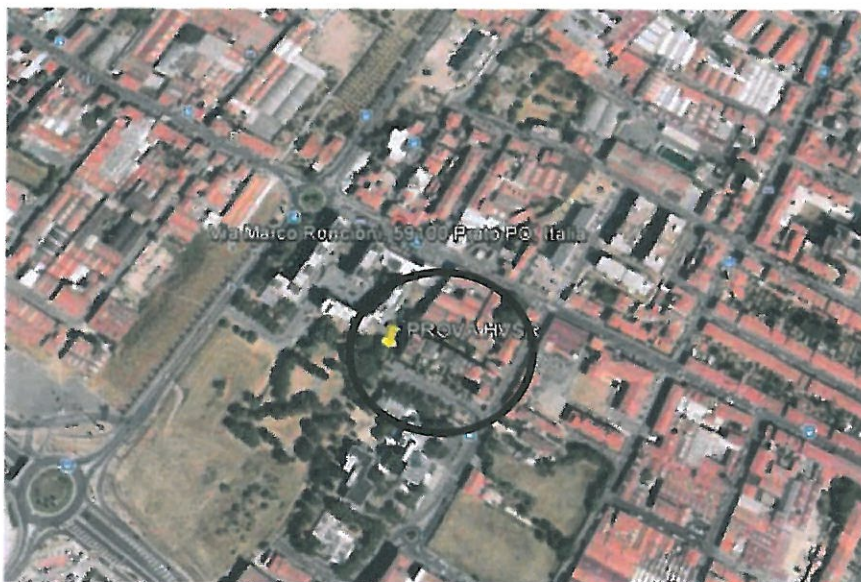


Figura 1: Area dove è stata eseguita la misura di rumore sismico a stazione singola (Via Roncioni 95-105 Comune di Prato).

Di seguito viene descritto lo schema operativo e le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati e viene fornito un report dei risultati oltre ad una scheda di

acquisizione per la misura, così come indicato dalle linee guida del progetto SESAME (Site Effects Assessment using Ambient Excitations).

1.0 SCHEMA OPERATIVO

In seguito viene riportata la corretta ubicazione della misura HVSr (PRATO 1) eseguita.

La misura di microtremore a stazione singola deve avere una durata commisurata alla frequenza di indagine di interesse. Le misure di tipo passivo mirano a determinare caratteristiche medie del moto del suolo associato alle vibrazioni ambientali. Si tratta quindi di misure che devono risultare statisticamente rappresentative del fenomeno analizzato.

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

Nel nostro caso la durata delle misure è stata pari a **1200 secondi (20 minuti)**.

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

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

2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE (METODO H/V) [DA D. ALBARELLO E S. CASTELLARO]

Esistono due configurazioni sperimentali per lo studio del rumore sismico ai fini geognostici:

1. la configurazione a stazione singola
2. la configurazione ad antenna sismica (array)

La prima è basata sull'analisi dell'ampiezza delle componenti spettrali del campo di vibrazioni ambientali misurato nelle tre direzioni dello spazio, mentre nella seconda vengono analizzati i rapporti di fase tra i treni d'onda che attraversano un'antenna sismica (array) ovvero una distribuzione di sensori disposti con geometrie variabili alla superficie del terreno.

Quello trattato nel presente lavoro riguarda la configurazione a stazione singola.

La prova comunemente nota con il termine H/V (prova di Nakamura) o HVSr acronimo per *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* è una tecnica di indagine applicata la prima volta da Nogoshi e Igarshi (1970) e resa nota da Nakamura (1989).

Si tratta di una valutazione sperimentale dei rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e le componenti verticali (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno misurati in un punto con apposito sismometro a tre componenti.

I dettagli riguardo a questo tipo di analisi sono efficacemente raccolti nel web-site del progetto Sesame. Nel sito si trova anche l'indicazione per accedere ad un pacchetto software open source dedicato a questo tipo di analisi. L'esito di questa prova è una curva sperimentale che rappresenta il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali in funzione della frequenza di vibrazione (**Fig. 2**). Le frequenze alla quali la curva H/V mostra dei massimi sono legate alle frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura.

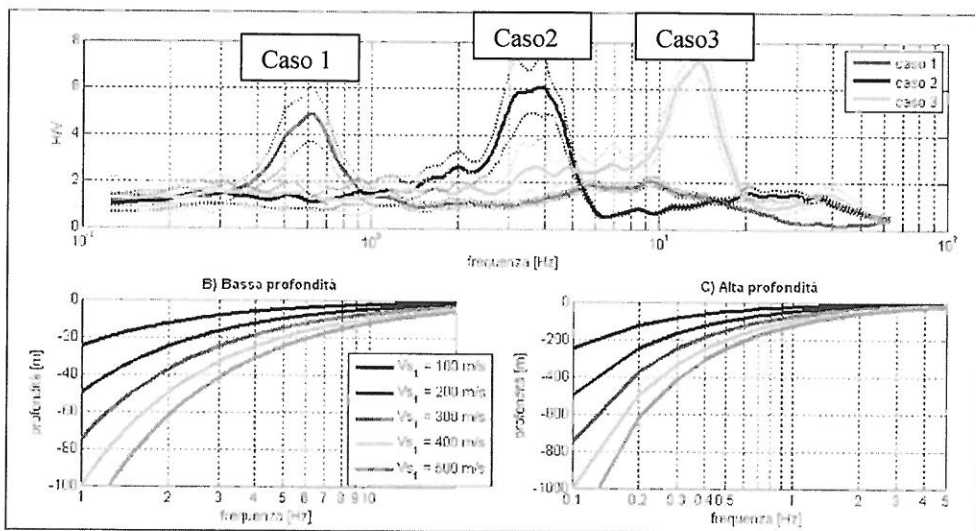


Figura 2) Esempio di bedrock sismico a diverse profondità che genera risonanze a diverse frequenze. Caso 1: bedrock a 300 m di profondità. Caso 2: bedrock a 20 m di profondità. Caso 3: bedrock a 4 m di profondità; B) relazione V-f₀-H alle medio-alte frequenze; C) relazione V-f₀-H alle medio-basse frequenze.

Quando la misura è effettuata su un basamento sismico affiorante (e quindi dove non sono attesi fenomeni di risonanza sismica) la curva non mostra massimi significativi e si assesta intorno ad ampiezza 1 (**Fig. 3**).

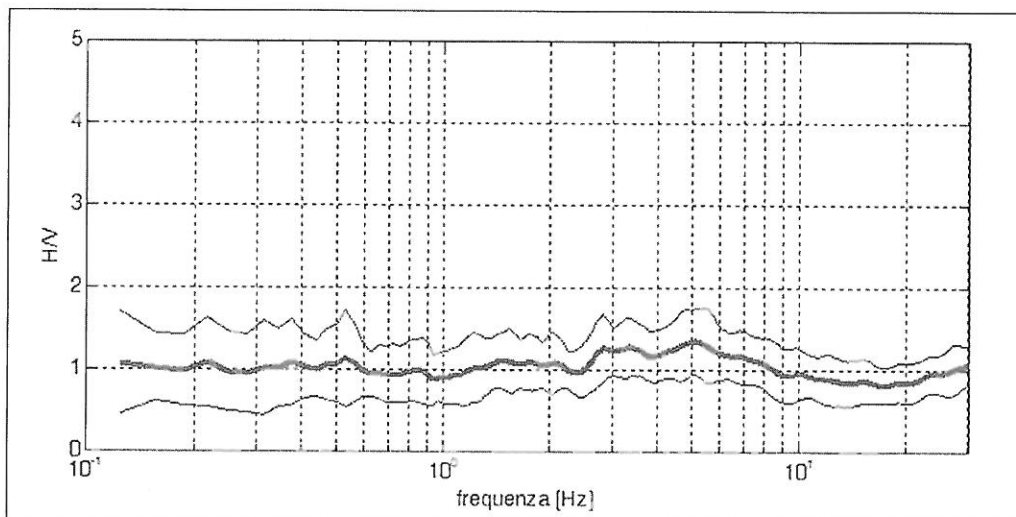


Figura 3 - Curva H/V di un sito su roccia non fratturata e morfologicamente piatta. Si noti l'assenza di amplificazione per risonanza in tutto il dominio delle frequenze.

Pertanto, questa prova ha lo scopo di mettere in luce la presenza di fenomeni di risonanza sismica e consentire una stima delle frequenze alle quali il moto del terreno può risultare amplificato a causa di questi fenomeni. Contestualmente fornisce indicazioni di tipo qualitativo sull'entità delle risonanze attese. In generale, la stima della frequenza di risonanza f sarà tanto più precisa quanto maggiore è il contrasto di impedenza sismica responsabile del fenomeno, ovvero dove sono maggiori gli effetti potenzialmente pericolosi. Inoltre, se i risultati della prova sono invertiti mediante opportune procedure numeriche, soprattutto se in associazione ad altre indicazioni sperimentali (per esempio le curva di dispersione delle onde superficiali, prove Down Hole, sismica a rifrazione) possono fornire vincoli importanti al profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo.

In casi semplici (coperture soffici al disopra di un basamento sismico rigido), è possibile stabilire una relazione fra lo spessore dello strato soffice, la velocità media delle onde S all'interno di quest'ultimo (V_s) e la frequenza di risonanza fondamentale f dello strato, nella forma:

$$f = \frac{V_s}{4h}$$

Poiché la tecnica H/V indica la risonanza verticale locale nell'assunzione di una configurazione puramente 1D (sono ammesse solo variazioni verticali del profilo di velocità), essa è sensibile alle variazioni stratigrafiche laterali, permettendo di discriminare geometrie 1D da geometrie

2D, entro i limiti di visibilità imposti dalla legge fisica $\lambda f = V$ (lunghezza d'onda per frequenza = velocità).

In Fig. 4 è illustrato il caso di due misure effettuate a 40 m di distanza reciproca, una delle quali situata su terreno limoso sovrastante un paleoalveo di ghiaie posto a circa 12 m di profondità; l'altra situata sullo stesso terreno, ma dove non si incontra il livello di ghiaie. È evidente come nel primo caso si generi a 6 Hz una risonanza dei limi sopra le ghiaie, del tutto assente nel secondo caso. Nonostante la vicinanza dei luoghi, il sito 1 è più sfavorevole dal punto di vista degli effetti sismici di sito rispetto al sito 2 per strutture antropiche con modi propri attorno a 6-8 Hz.

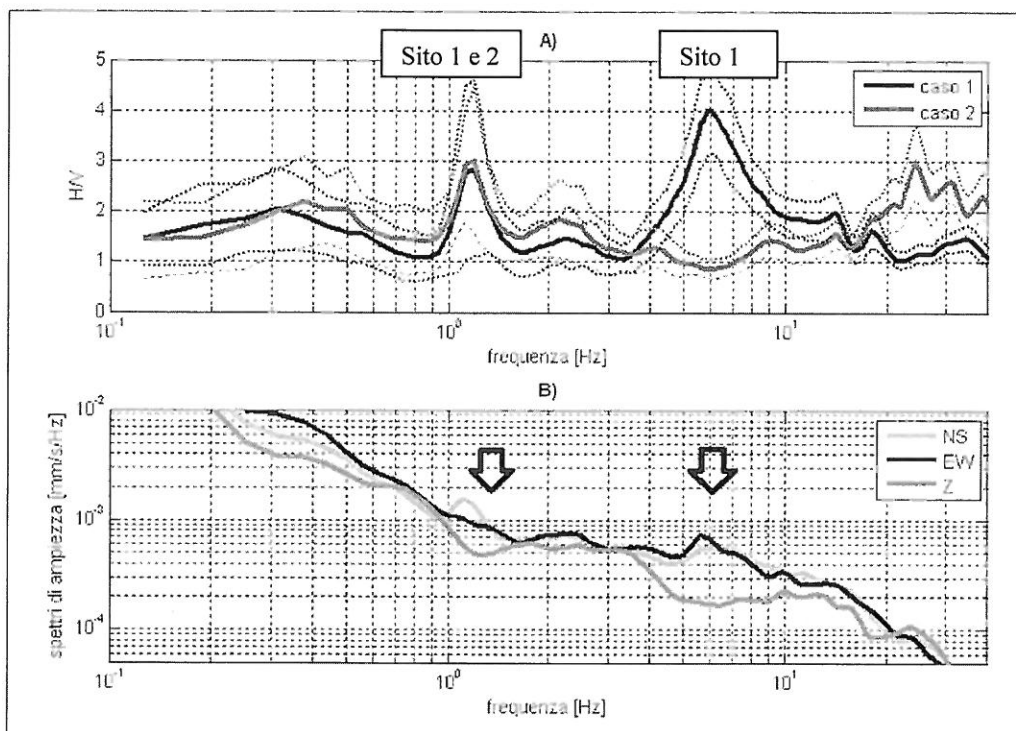


Figura 4 - A) Esempi di curve H/V registrate a 40 m di distanza. Nella curva 1 emerge una risonanza a 6 Hz legata alla presenza di un livello di ghiaie a 12 m di profondità che è assente nella curva relativa al sito 2. Nel dominio delle medio basse frequenze le curve sono statisticamente uguali. B) Spettri delle singole componenti del moto (NS, EW e Z) registrati nel sito 1. **Le frecce evidenziano le forme "a ogiva" caratterizzate da un minimo locale della componente verticale che caratterizzano le risonanze di natura stratigrafica.**

Dal punto di vista fisico nel campo delle vibrazioni ambientali sono presenti sia onde di volume (P e S) che onde di superficie (Love e Rayleigh). Non è però possibile prevedere a priori per un dato sito l'entità del contributo relativo delle onde di volume e delle onde di superficie (nei diversi modi di propagazione) al campo d'onda delle vibrazioni ambientali. I rapporti relativi delle diverse fasi

cambiano in funzione delle frequenze, della situazione stratigrafica e della distribuzione delle sorgenti all'intorno della stazione di misura.

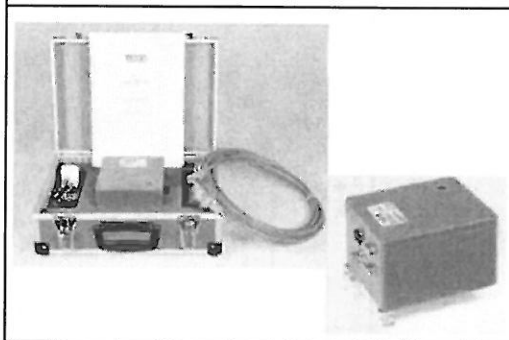
Tuttavia questa eterogeneità non influenza la stima della frequenza di risonanza fondamentale, ma solo l'ampiezza della curva H/V in corrispondenza di f , ampiezza che va quindi interpretata con cautela.

3.0 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata nel presente lavoro risulta essere:

SISMOMETRO SR04S3 "GeoBox" della Sara electronic instruments, di cui si riportano sotto (Fig.5) le caratteristiche tecniche, dotato di 3 velocimetri GS11D 4.5 Hz Geospace, Technology – Huston – Texas –USA con frequenza di ca. 4.5 Hz di cui si allega l'ultimo certificato di calibrazione.

Alimentazione:	10-16Vdc (batteria interna)	FIG.5
Consumo di energia:	< 1 W	
Numero canali:	3	
Convertitore A/D:	24 bit (2 Δ)	
Range dinamico:	124dB @ 100SPS	
Campionamento:	simultaneo sui tre canali	
Sampling rates:	10-600	
Impedenza d'ingresso:	300 kOhm	
Sensibilità:	2V p-p (119nV/count)	
Real Time Clock:	+/-10ppm (-20/+50°C)	
Sincron. Real Time Clock:	GPS via FPS modulato	
Precisione rispetto a UTC:	<50 μ s	
Antenna GPS:	amplificata con 10mt di cavo e connettore BNC	
CPU:	AVR RISC processor @ 11,592MHz	
Interfaccia dati sismici:	RS232, cavo USB in dotazione	
Formato dati:	protocollo binario SADC20HS	
Velocità:	115200 baud	
Interfaccia dati GPS:	RS232	
Formato dati:	NMEA; 4800 baud, n,8,1	
Contenitore:	Alluminio IP66	
Temperatura operativa:	-30/+60°C	



4.0 CAMPAGNA DI ACQUISIZIONE E SCHEDE DI ACQUISIZIONE

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

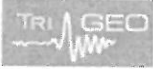
Quando questo non fosse possibile è necessario tener conto dei possibili effetti indotti dai terreni artificiali rigidi in questo tipo di misure. Bisogna inoltre evitare possibili movimenti dello strumento nel corso della misura (basculamenti, assestamenti del suolo, ecc.) e curare la messa in bolla dei sensori, controllando al termine della misura che questa sia stata conservata. Infine, le eventuali parti mobili della strumentazione devono essere poste al riparo da spostamenti d'aria, va evitato il contatto con elementi mobili (fili d'erba, ecc.). Una lista di cautele per l'esecuzione di questo genere di misura è stata messa a punto nell'ambito del progetto **SESAME**.

Le misure effettuate nel presente lavoro seguono le linee guida presentate dal progetto **SESAME**.

Inoltre per la misura eseguita è stata compilata una scheda, sempre seguendo il modello di quella riportata nelle linee guida SESAME e qui di seguito vengono riportate.



Fig.6: Documentazione fotografica acquisizione punto Prato1.

DATA	ORARIO	LUOGO
12 giugno 2013	6.30 PM	Via Roncioni 95-105, Prato
OPERATORE	Coordinate GPS	
	Latitudine	4387394
	Longitudine	1108539
	Quota (mslm)	
TIPO DI STAZIONE	TIPO DI SENSORI	TIPO DI ARCHIVIAZIONE
Sara electronic Instruments -SR04S3 -	3 Velocimetri GS11D 4.5 Hz Geospace, LP	Notebook - TOSHIBA SATELLITE
NOME FILE		NUMERO PUNTO DI MISURA
MT_20130612_183905.SAF		Prato 1
AMPLIFICAZIONE	FREQ.DI CAMPIONAMENTO Hz	DURATA REGISTRAZIONE (sec)
74nV/count	300	1200
CONDIZIONI METEO	VENTO	ASSENTE
	PIOGGIA	ASSENTE
	TEMPERATURA (approssimata)	25°C
	altre osservazioni	
TIPO DI SUOLO	TERRENO	compatto
	LITOLOGIA	GHIAIA - LIMO - ARGILLA
	ANTROPICO	NO
	SUOLO	non saturo
ACCOPPAMENTO ARTIFICIALE SENSORE SUOLO	NO	
DENSITA' DI EDIFICI NELLE VICINANZE	Alta	
TRANSIENTI		DISTANZA DALLA STAZIONE
macchine	Si	50m
camion	Si	
persone a piedi	Si	
altro		
SORGENTE DI RUMORE MONOCROMATICO	NO	
PRESENZA DI STRUTTURE VICINE	Si Abitazioni ed Alberi	
	ALTEZZA	DISTANZA DALLA STAZIONE
		ca. 5 m
OSSERVAZIONI	disturbo nei segnali dovuto al traffico siamo in area verda ma in zona urbana	

5.0 ANALISI DEI DATI E VALUTAZIONI DI QUALITÀ DELLE MISURE

Le serie temporali registrate nelle tre componenti del moto vengono analizzate secondo procedure spettrali di vario tipo (FFT, wavelet, ecc.) fino alla produzione delle curve H/V, dove H è la media di due componenti spettrali orizzontali ortogonali. Si rimanda a SESAME (2004) e D'Amico et al. (2008) per due possibili protocolli di analisi. Tuttavia va rilevato che in presenza di un buon segnale e di fenomeni di risonanza significativi, i diversi protocolli producono gli stessi esiti.

Prima di qualsiasi interpretazione delle curve H/V sono indispensabili due accorgimenti:

- 1) la curva H/V deve essere statisticamente significativa, ossia essere caratterizzata da una deviazione in ampiezza e in frequenza ridotta. Quando questa caratteristica non sia presente sin dall'inizio, essa va ricercata tramite una pulizia del tracciato. Esistono diversi metodi per "pulire" una curva H/V.
- 2) la curva H/V non va mai osservata da sola ma sempre congiuntamente agli spettri delle singole componenti da cui essa deriva. Questo permette di discernere agevolmente i picchi di natura stratigrafica da quelli generati da fonti di disturbo di natura antropica (motori elettrici, ecc.). In condizioni normali le componenti spettrali NS, EW e Z (verticale) hanno ampiezze simili. Alla frequenza di risonanza si genera spesso un picco H/V legato ad un minimo locale della componente spettrale verticale che determina una forma "a occhio" o "a ogiva" come quella indicata dalle frecce in Fig. 4 ed in Fig. 7. Questa forma è indicativa di risonanze stratigrafiche.

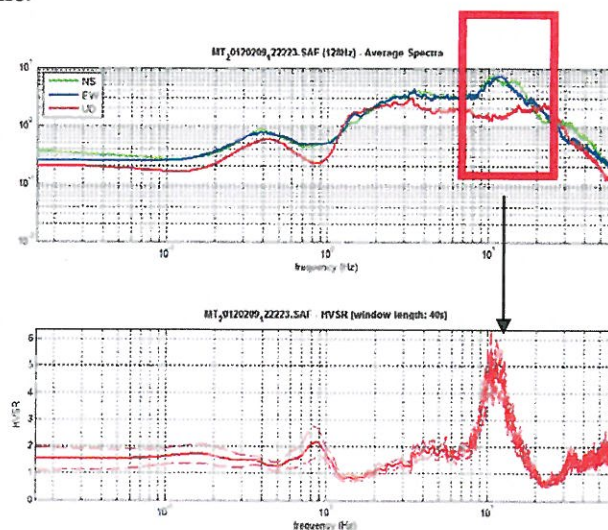


Figura 7: forma ad occhio o a "ogiva" tipica di una risonanza stratigrafica

Nel 2004 il progetto SESAME ha stabilito una serie di criteri per la valutazione della significatività dei picchi H/V. Si tratta essenzialmente di criteri di tipo statistico che hanno lo scopo di segnalare situazioni poco chiare per le quali sono necessarie ulteriori indagini (ripetizione della misura, variazione delle condizioni di accoppiamento con il terreno, ecc.).

La prima parte di questi criteri è dedicata alla valutazione dell'attendibilità statistica della curva H/V. In pratica, individuata la frequenza del picco di risonanza, i criteri aiutano a verificare se la registrazione è stata effettuata per un periodo abbastanza lungo e analizzata per un numero sufficiente di intervalli di tempo adeguati.

La seconda parte è dedicata alla valutazione della chiarezza del picco H/V. In pratica viene analizzata la morfologia del picco e si valuta semplicemente se il picco ha una forma geometricamente ben definita. Questa parte dei test SESAME va interpretata con cognizione di causa perché solo un contatto netto tra litotipi diversi dal punto di vista meccanico genera picchi nitidi. Al contrario, le transizioni graduali (per es. roccia fratturata su roccia sana, passaggi da limo-argilloso a sabbia-limosa, ecc.) generano più spesso amplificazione in una banda larga di frequenze. In questo caso eventuali non superamenti dei criteri SESAME non significano che non ci siano risonanze importanti ma solo che non ci sono picchi singoli ben definiti.

Naturalmente, i criteri SESAME (2004) risultano non soddisfatti nei siti che non presentano amplificazione.

I criteri SESAME (2004) considerano significativi solo picchi con ampiezza H/V superiore a 2. Questo criterio ha carattere puramente empirico. Tuttavia va tenuto presente che massimi H/V di ampiezza inferiore a 2 indicano bassi contrasti di impedenza e, in questo caso, la frequenza corrispondente al massimo della curva H/V potrebbe fornire una indicazione meno precisa della frequenza di risonanza delle onde S. Questo non significa che il massimo osservato non sia fisicamente significativo, ma solo che l'interpretazione della curva va effettuata con maggiore cautela ed utilizzando procedure di inversione più raffinate.


Questi criteri hanno solo carattere statistico e non tengono conto di altre caratteristiche del campo di vibrazioni utili per individuare misure potenzialmente poco attendibili. Per ovviare a questi limiti, nell'ambito delle attività di microzonazione successive al terremoto di L'Aquila dell'aprile 2009, sono state definiti altri criteri di classificazione delle misure H/V che integrano le proposte nell'ambito del progetto SESAME (Albarello et al., 2010). Anche in questo caso, lo scopo è di fornire all'operatore impegnato nell'interpretazione dei risultati alcuni criteri di giudizio sulla qualità delle singole misure.

CRITERI DI SESAME (2004)

Criteria per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]	$f_0 > 10 / L_w$ $n_c(f_0) > 200$ $\sigma_{\lambda}(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_{\lambda}(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$
Criteria per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$ Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ $A_0 > 2$ $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_{\lambda}(f)] = f_0 \pm 5\%$ $\sigma < \epsilon(f_0)$ $\sigma_{\lambda}(f_0) < \theta(f_0)$

L_w n_w $n_c = L_w \cdot n_w \cdot f_0$ f f_0 σ $\epsilon(f_0)$ A_0 $A_{H/V}(f)$ f^- f^+ $\sigma_{\lambda}(f)$ $\sigma_{\log A_{H/V}(f)}$ $\theta(f_0)$	lunghezza della finestra numero di finestre usate nell'analisi numero di cicli significativi frequenza attuale frequenza del picco H/V deviazione standard della frequenza del picco H/V valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma < \epsilon(f_0)$ ampiezza media della curva H/V alla frequenza f_0 ampiezza media della curva H/V alla frequenza f frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$ frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_{\lambda}(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$ valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_{\lambda}(f) < \theta(f_0)$
---	--

Valori di soglia per σ e $\sigma_{\lambda}(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_{\lambda}(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log A_{H/V}(f_0)}$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

	INDAGINI GEOFISICHE DI TIPO SISMICO MISURE DI RUMORE AMBIENTALE A STAZIONI SINGOLE DI REGISTRAZIONE ANALISI "HVSr" – PIANO DI RECUPERO GALLERIA RONCIONI	Giugno 2013
		Comune di Prato
		Pag. 15 di 22

CLASSIFICAZIONE MISURE H/V – [Albarello et. Al. 2010]

Obiettivo della classificazione è fornire una indicazione immediata circa la qualità delle singole misure H/V, con lo scopo di aiutare gli operatori nella fase interpretativa e nel confronto con altri dati osservati. Questo tipo di classificazione trova il suo principale impiego nella redazione delle mappe delle indagini relative al livello I della microzonazione sismica. I criteri proposti sono più rigidi di quelli di SESAME in quanto includono elementi di giudizio non contemplati in precedenza, quali:

1. durata complessiva della registrazione che deve essere tale da produrre stime "robuste" del campo medio delle vibrazioni ambientali
2. stazionarietà temporale dei rapporti spettrali
3. isotropia del segnale in termini dei rapporti spettrali
4. assenza di rumore elettromagnetico
5. andamento complessivo della curva H/V

Si confrontano misure ottenute con spettri lisciati con una finestra triangolare al 5% della frequenza centrale. Valori maggiori dell'ampiezza della finestra di lisciamento possono essere utilizzati per migliorare la leggibilità della curva in fase di interpretazione.

Vengono proposte tre classi di qualità:

Classe A: H/V affidabile e interpretabile: può essere utilizzata anche da sola

1. la forma dell'H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% circa della durata della misura (*stazionarietà*)
2. le variazioni azimuthali di ampiezza non superano il 30% del massimo (*isotropia*)
3. non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse (*assenza di disturbi*)
4. i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale (*plausibilità fisica*)
5. i criteri di SESAME per una curva H/V attendibile (primi 3 criteri) sono verificati (*robustezza statistica*)
6. la misura è durata almeno 15/20 minuti (*durata*)

ECCEZIONE: misure effettuate su roccia integra affiorante o in zone alluvionali fini con basamento sismico molto profondo (tipicamente > 1 km) possono non mostrare alcun picco statisticamente significativo della curva H/V nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, a causa dell'assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati. In questi casi, in cui la curva H/V apparirà piatta e con ampiezza circa pari a 1, il criterio 5 risulterà non verificato anche se la misura è di fatto attendibile. In questo solo caso la misura può ricadere nella classe A ma si consiglia di ripetere la misura per confermare l'effettiva assenza di massimi significativi.

Classe B: curva H/V sospetta (da "interpretare"): va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze

1. almeno una delle condizioni della classe A non è soddisfatta, a condizione che non si ricorra nell'ECCEZIONE citata per la Classe A

Classe C: curva H/V scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata

1. misura di tipo B nella quale la curva H/V mostra una ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva), indice di un movimento dello strumento durante la misura
2. misura di tipo B nella quale si evidenzia la presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di potenziale interesse

I criteri delineati sopra non riguardano l'interpretazione in chiave geologico-stratigrafica della curva, per la quale sono richiesti ulteriori criteri (per esempio i criteri SESAME per la "chiarezza" del picco).

Per le sole Classi A e B si possono pertanto definire due sottoclassi delle classi precedenti, ossia:

Tipo 1. Presenta almeno un picco "chiaro" secondo i criteri di SESAME: *possibile risonanza*

Tipo 2. Non presenta picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse: *assenza di risonanze*

6.0 INTERPRETAZIONE DELLE MISURE H/V

Le misure H/V possono essere utilizzate negli ambiti:

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

Il presente lavoro prevede in questa fase solo uno studio esplorativo delle misure H/V nell'ambito della microzonazione.

In questo contesto, le misure H/V hanno lo scopo di individuare la presenza di fenomeni di risonanza sismica dando indicazioni sulle frequenze interessate dal fenomeno. In funzione di questi risultati è possibile fornire indicazioni qualitative e relative sull'entità del contrasto di impedenza responsabile del fenomeno di risonanza e informazioni sullo spessore delle coperture che ne sono responsabili. Elementi chiave di questo genere di applicazione delle misure H/V sono: un buon controllo geologico dell'area di interesse e la disponibilità di un campione significativo di siti di misura (almeno 2 o 3) per ciascuna delle diverse unità litologiche o formazioni affioranti nella zona esplorata e potenzialmente interessanti ai fini della caratterizzazione sismica. Vengono prese in considerazione solo **misure di classe A o B** secondo la classificazione riportata sopra.

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

Se tutte le stime H/V dell'area sono state ottenute utilizzando le stesse procedure numeriche per l'analisi del dato (durata delle misure, ampiezza e caratteristiche delle finestre di lisciamiento, ecc.) sarà possibile distinguere in prima approssimazione le aree dove ci si aspetta la presenza nel sottosuolo di variazioni significative del contrasto di impedenza sismica alla base delle coperture (ampiezza H/V > 3) da zone dove questi contrasti hanno ampiezze ridotte (H/V < 3). Sulla base delle frequenze di risonanza determinate sperimentalmente sarà poi possibile fornire una stima di massima degli spessori delle coperture soffici responsabili dei possibili fenomeni di risonanza osservati. Un abaco utile in questo senso, che è stato utilizzato nell'ambito delle attività per il livello 1 di microzonazione sismica nell'area interessata dal terremoto aquilano dell'Aprile 2009 (Albarello et al., 2010), è fornito in **Fig.8**

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

Fig. 8 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (F_0) determinate dalle misure H/V.

Va sottolineato ancora una volta che i risultati prodotti a partire da un'interpretazione semplificata delle misure H/V, quale quella effettuata mediante l'abaco in Fig.8 hanno carattere statistico e semiquantitativo e vanno considerati solo previo confronto con le indicazioni derivanti da prove indipendenti (sezioni geologiche di dettaglio, sondaggi geognostici, ecc.).

7.0 REPORT DEI RISULTATI – SIGNIFICATIVITÀ E CLASSIFICAZIONE DELLE MISURE

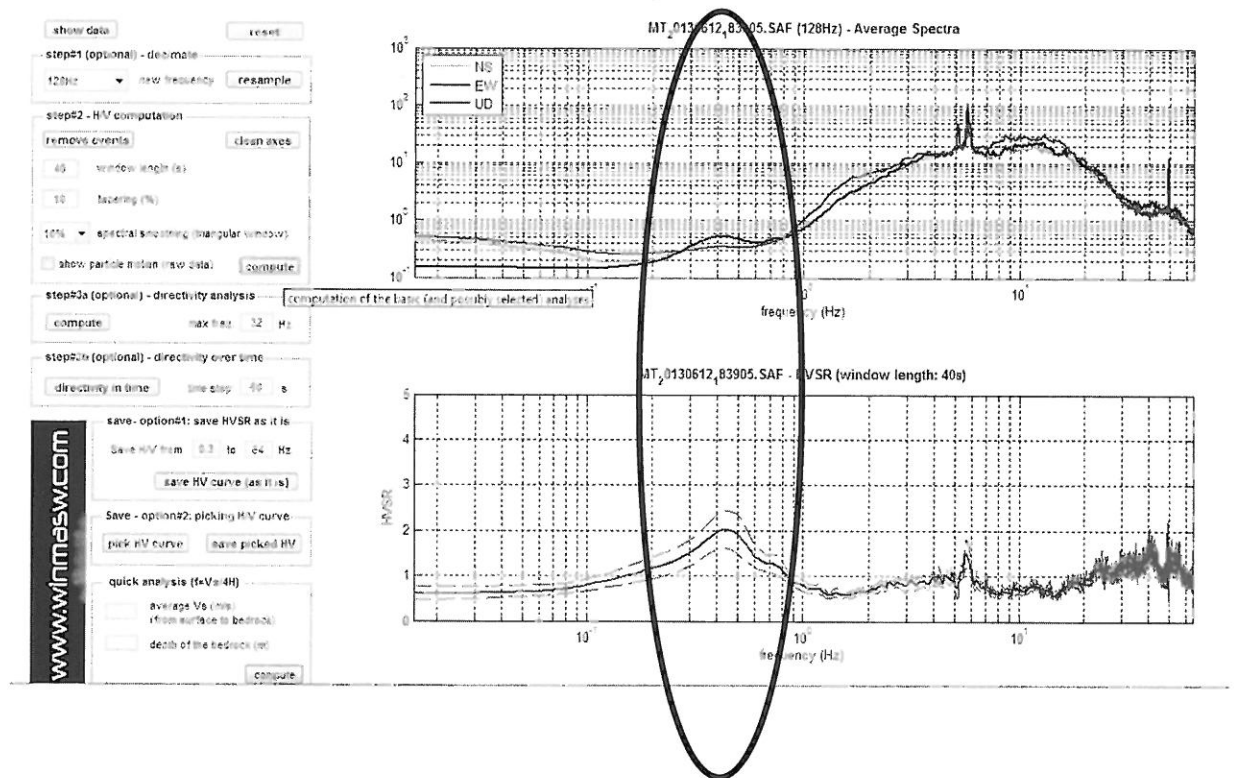
Vengono qui riportati i Report dell'elaborazione del punto di misura secondo la tecnica H/V mediante software **WINMASW 4.8 pro.**

Viene indicata la significatività dei picchi secondo i criteri di SESAME 2004.

Viene indicata la classificazione delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

Il dato è stato quindi ripulito dai transienti attribuibili a disturbi locali e puntuali.
 Sul dato ripulito è stata quindi eseguita l'elaborazione.

HVSR Prato 1



E' individuabile 1 picco a 0,5 Hz ed che mostra un'ampiezza non molto elevata = 2.
 Si riportano di seguito il report dei risultati e la significatività secondo i criteri SESAME:

Prato 1

Dataset: MT_20130612_183905.SAF
 Sampling frequency (Hz): 128
 Window length (sec): 40
 Length of analysed temporal sequence (min): 14.6
 Tapering (%): 10

In the following the results considering the data in the 0.0-1.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 0.5 (± 0.2)

Peak HVSr value: 2.0 (± 0.4)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

#1. [$f_0 > 10/L_w$]: $0.5 > 0.25$ (OK)

#2. [$n_c > 200$]: $761 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 < 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

#1. [exists f- in the range [$f_0/4, f_0$] | $A_{H/V}(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 0.2Hz (OK)

#2. [exists f+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $A_{H/V}(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 0.9Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $2.0 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[A_{h/v}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)

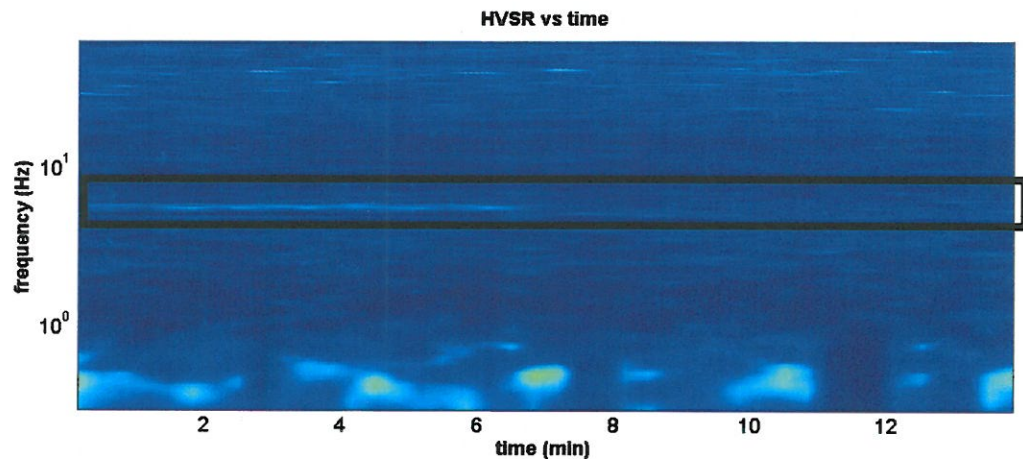
#5. [$\sigma_{f_0} < \epsilon(f_0)$]: $0.150 > 0.091$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.411 < 2.5$ (OK)

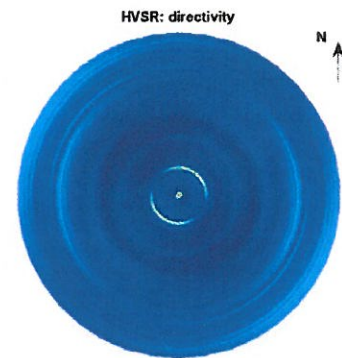
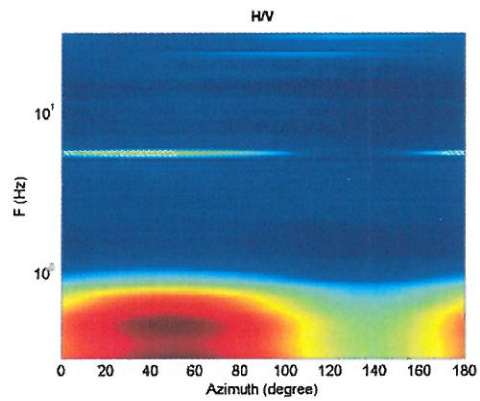
Infine viene indicata la classificazione (di qualità) delle Misure di H/V secondo Albarello et al. 2010.

LA PACE 1 – CLASSE A: H/V affidabile e interpretabile. **Sottoclasse TIPO 1:** Presenta almeno un picco “chiaro” secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza.

1) Stazionarietà rispettata



2) Isotropia rispettata



- 3) Assenza di disturbi: rispettata
- 4) Plausibilità fisica: rispettata
- 5) Robustezza statistica: rispettata
- 6) Durata: rispettata

Arezzo, lì 14/06/2012

TRIGEO s.n.c.
 di Giovanni Andreoli, Giuseppe Giannocchetti
 Via Mazzini n°16 - 50117 - SOCI (AR)
 P. IVA 0575294500
 Tel/Fax 0575 294500 - 055 9062212
 Cell. 3392288117 - 055 7213623
 www.trigeo.it - info@trigeo.it

UBICAZIONE MISURA HVSr – PRATO 1



UBICAZIONE MISURA HVSr – PRATO 1

TRIGEO SNC

VIA MAZZINI, 18 – 52011 SOCI (AR)
TEL/FAX 0575 294500 - CELL. 3392288117

info@trigeo.it

www.trigeo.it

VIA BOLOGNESE 289 – 50139 LA LASTRA – FIRENZE
TEL/FAX 055 9062212 – CELL. 3287213928

ALLEGATO

Stratigrafia Pozzo



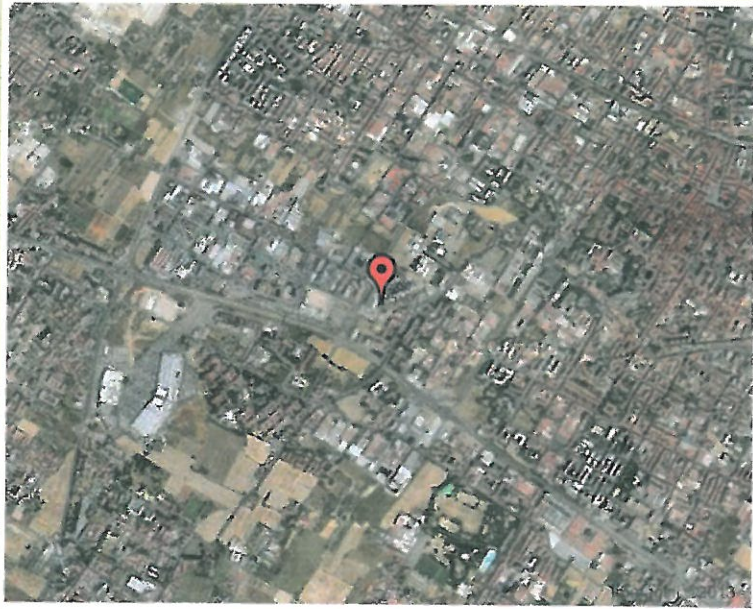
Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo (Legge 464/1984)

Scheda indagine

Codice: 193718
Regione: TOSCANA
Provincia: PRATO
Comune: PRATO
Tipologia: PERFORAZIONE
Uso: INDUSTRIALE
Profondità (m): 75.00
Quota pc slm (m): 54
Anno realizzazione: 1988
Numero diametri: 3
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): ND
Portata esercizio (l/s): 4.167
Numero falde: 3
Numero filtri: 0
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): ND
Numero strati: 15
Longitudine ED50 (dd): 11.079166
Latitudine ED50 (dd): 43.878609
Longitudine WGS84 (dd): 11.078203
Latitudine WGS84 (dd): 43.877634

(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	22	22	700
2	22	49.5	27.5	600
3	49.5	75	25.5	500

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	47	50	3
2	68	69.5	1.5
3	71.5	73	1.5

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
MAR / 1988	44	46.5	2.5	

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	1.5	1.5		RIPORTO
2	1.5	5	3.5		ARGILLA GIALLA
3	5	21	16.0		ARGILLA CON LIVELLI DI GHIAIA
4	21	23	2.0		GHIAIA
5	23	27	4.0		ARGILLA GIALLA
6	27	47	20.0		GHIAIA
7	47	50	3.0		GHIAIA CON ACQUA

8	50	51	1.0	ARGILLA GIALLA
9	51	59	8.0	ARGILLA CELESTE
10	59	59.5	0.5	ARGILLA CON GHIAIA
11	59.5	68	8.5	ARGILLA GIALLA
12	68	68.5	0.5	GHIAIA
13	68.5	71.5	3.0	ARGILLA GIALLA
14	71.5	72	0.5	GHIAIA
15	72	75	3.0	ARGILLA GIALLA

ISPRA - Copyright 2010

