

# RG RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

Elaborati modificati a seguito di accoglimento di osservazioni

Sindaco e Assessore all'Urbanistica: GIOVANNI BETTARINI  
Redattore: Arch. PAOLO PINARELLI

Valutazioni: Arch. SILVIA VIVIANI  
Tutela Paesistica: Arch. LUISA GARASSINO  
Indagini geologiche: Dott. LUCIANO LAZZERI - Geotecno  
Indagini idrauliche: Ing. DAVIDE SETTESOLDI - Physis  
Progetto Grafico: Arch. ANTONELLA PERRETTA  
Garante per la comunicazione: Dott.ssa DANIELA BANCHI

Ufficio di Piano Coordinatore: GEOM. ROMANO CHIOCCI

Arch. Efstratios Stavrakis Ing. Emanuele Grazzini  
Arch. Sabrina Solito Geom. Paola Gori  
Geom. Nadia Martini Dott.ssa Giovanna Nardoni  
Gianna Scheggi Maria Matteini  
Geom. Dario Ceni Geom. Luca Cerreti  
Fiammetta Capirossi Donella Ugolini  
Collaboratori:  
Arch. Daniela Chiesi - Dott.ssa Elisa Mariani

Progetto grafico: Antonella Perretta



## ADOZIONE:

Del. C.C. n. 31 del 09.04.2014

## APPROVAZIONE:

Sindaco e Assessore all'Urbanistica: PAOLO OMOBONI  
Redattore: Ing. EMANUELE GRAZZINI

Ufficio Piano - Coordinatore: Geom. Romano Chiocci  
Arch. Efstratios Stavrakis Arch. Sabrina Solito  
Geom. Nadia Martini Gianna Scheggi  
Paola Buti



*COMUNE DI  
BORGIO SAN LORENZO*

*REGOLAMENTO URBANISTICO*  
**Approvazione**

**RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'**  
DGRT 53/R/2011

*Firenze, maggio 2016*

*Dott. Geol.*  
*Luciano Lazzeri*

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1.   | Contenuti e metodologia delle indagini.....   | 2  |
| 2.   | Banca dati geognostici.....   | 4  |
| 3.   | Strutture sismiche e geologiche del territorio.....                                       | 4  |
|      | Carta della pericolosità sismica.....   | 5  |
| 5    | Rischio geomorfologico- approfondimenti.....  | 8  |
| 5.1  | Criteri metodologici.....   | 8  |
| 5.2  | Caratterizzazione geomorfologica generale.....  | 9  |
| 5.3  | Legenda geomorfologica.....   | 9  |
| 5.4  | Criteri per la classificazione di pericolosità geomorfologica.....                        | 11 |
| 5.5  | Approfondimenti cartografici.....   | 12 |
| 6    | Rischio idraulico.....  | 13 |
| 6.1  | Interventi di mitigazione del rischio idraulico.....                                      | 14 |
| 7    | Condizioni di fattibilità.....  | 14 |
| 8.   | Classificazione di fattibilità.....   | 15 |
| 8.1. | Fattibilità geomorfologica.....   | 15 |
| 8.2. | Fattibilità idraulica.....  | 16 |
| 8.3. | Fattibilità sismica.....  | 19 |
| 9    | Fattibilità del Regolamento Urbanistico-Tabella sinottiche.....                           | 21 |
| 10   | Attribuzione di fattibilità alle previsioni delle schede urbanistiche.....                | 26 |
| 11.  | Condizioni idrauliche di fattibilità delle previsioni di RU- Volumi di compensazione..... | 26 |
| 12.  | Fattibilità Opere Pubbliche.....  | 26 |

## 1. Contenuti e metodologie delle indagini

Le condizioni di attuazione delle trasformazioni del territorio contenute nel Regolamento Urbanistico sono strettamente legate alle situazioni di criticità e pericolosità, descritte e messe in evidenza nel quadro conoscitivo del Piano Strutturale e dagli elaborati normativi di pericolosità del RU, resi coerenti alla normativa regionale e di Bacino. Le indagini hanno seguito il seguente percorso

- nel corso delle riunioni della “Conferenza dei servizi”, appositamente aperta con Genio Civile e Autorità di Bacino Arno, sono stati concordati criteri e approfondimenti degli studi geologici e idraulici, di cui sono stati inoltre curati i raccordi con le parti confinanti dei Comuni limitrofi, e i cui risultati hanno portato a:

- a- completa revisione degli studi idrologico idraulici con particolare evidenza posta per i fenomeni di allagamento con tempi di ritorno trentennale a carico dei corsi d'acqua minori che attraversano il capoluogo in sinistra della Sieve e realizzazione del nuovo elaborato "*carta di pericolosità idraulica*" redatta da PHysis Firenze. Per la fattibilità idraulica sono stati individuati gli interventi strutturali necessari al superamento del rischio idraulico dai corsi d'acqua minori che attraversano il Capoluogo, contenuti nella "*carta degli interventi di progetto*"
- b- nuova redazione della "*carta di pericolosità sismica*" sulla base degli studi di Microzonazione sismica realizzati nel 2012-2013 con finanziamento della Regione toscana.
- c- aggiornamento degli elaborati delle "*carta geomorfologica*" e "*carta della pericolosità geomorfologica*" in scala 1:10.000 su tutto il territorio a modifica e sostituzione dei precedenti .
- d- approfondimento dei rilievi geomorfologici in scala 1:2000 delle frazioni con formazione di cartografia di "pericolosità geologica" delle aree ove sono individuati gli interventi di trasformazione del RU: Capoluogo (zona Fornace), Luco, Panicaglia, Ronta. I rilievi di sono stati estesi anche per i perimetri dei centri abitati delle frazioni minori di Razuolo, Grezzano, Sagginale, Faltona, Casaglia e Polcanto.
- e- Relazione geologica di Fattibilità contenente le aggiornate classificazioni di pericolosità e fattibilità. Su questa base sono state definite le relative NTA recepite nelle norme generali e nelle prescrizioni delle Schede urbanistiche.

Con l'Approvazione del RU i *nuovi elaborati* che vanno a far parte del quadro conoscitivo del **Piano strutturale**, conformi alla DGR 53/R/2009 e adeguati alla versione aggiornata del PAI Arno geomorfologico 2016 e del PGRA idraulico 2016, sono:

- *carta geomorfologica tav. A 2016*
- *carta della pericolosità geologica tav. B 2016*
- *carta della pericolosità idraulica 2016*
- *studi di microzonazione sismica 2012 con adeguamento Tav. 5 2016*

Mantengono la validità nel quadro conoscitivo gli elaborati del Piano Strutturale 2009 "Carta geologica" e "Carta idrogeologica" e inoltre le "carte di pericolosità idraulica" nelle aree non oggetto di approfondimenti, come specificato al paragrafo 6.

Gli elaborati del **Regolamento Urbanistico**, modificati rispetto alla adozione in seguito alle richieste fatte in CdF, sono:

- *Pericolosità sismica tav.1/2016 CAPOLUOGO* scala 1 a 5000
- *Pericolosità sismica tav.2/2016 FRAZIONI* scala 1 a 5000: Ronta, Panicaglia, Luco, Grezzano, Sagginale, Polcanto
- *Pericolosità geologica tav.3/2016* scala 1 a 2000: Ronta, Panicaglia, Casaglia, Polcanto

- *Carta sinottica della Fattibilità tav.4/2016* CAPOLUOGO scala 1 a 5000 su base pericolosità idraulica:

- *Carta sinottica della Fattibilità tav.5/ 2016* FRAZIONI scala 1 a 5000 su base pericolosità geomorfologica:

- *NTA* contenute nella relazione di fattibilità

Sono inoltre elaborati normativi di riferimento per il RU:

- *Carte degli interventi di messa in sicurezza* per il superamento del rischio trentennale

- *Carta della pericolosità idraulica stato di progetto* ai sensi della DGR 53/R/2011

Con il quadro conoscitivo aggiornato si è proceduto alla classificazione della Fattibilità geologica con le relative NT, specificate mediante la attribuzione della *fattibilità nelle singole Schede di trasformazione* rappresentate in sintesi con *le tavole sinottiche di Fattibilità (tavv. 4 e 5 già elencate)*. Le sue classi forniscono il grado di limitazioni alle destinazioni d'uso del territorio e, attraverso le prescrizioni geologiche, le modalità di realizzazione di tali previsioni in funzione della pericolosità riscontrata. Le prescrizioni individuano studi ed indagini da effettuare a livello di piano attuativo e intervento diretto, ovvero indicano le opere necessariamente da realizzare per la mitigazione del rischio secondo i risultati degli studi che fanno parte del RU o di eventuali studi successivi.

## 2 Banca dati geognostici

Con l'effettuazione degli studi di microzonazione, nella "carta delle indagini", si è proceduto alla raccolta e selezione dei dati significativi e attendibili. In altre parole alcune indagini costituite da prove penetrometriche di pochi metri non sono state considerate utili, mentre sono state raccolte tutte le indagini successive al 36/R/2009, sebbene quasi mai rilevanti per gli elementi sismici: i dati sono contenuti in CD.

## 3 Strutture geologiche e sismiche del territorio

Il territorio comunale di Borgo San Lorenzo copre un vasto tratto del bacino del Fiume Sieve: nel versante meridionale affiora il basamento roccioso della Serie Toscana, costituito dalle arenarie quarzoso-feldspatiche e calcaree alternate a marne, siltiti e argilliti con lenti di selce della Formazione delle "Arenarie del Cervarola" (in letteratura conosciuto anche come Macigno di Londa), cui è sovrascorso con andamento NE-SO lungo l'allineamento di Polcanto il "complesso di Canetolo" (Liguridi) con le arenarie quarzoso-feldspatiche grossolane alternate a argilliti della Formazione delle "Arenarie di Monte Senario"; al contatto è presente un consistente orizzonte a comportamento plastico costituito dal "Complesso Caotico" e dalle "Marne di Galiga" (o Marne di San Polo).

A nord, con allineamento corrispondente al corso del Fiume Sieve, il basamento roccioso è troncato da un'importante dislocazione che delimita il graben del bacino del Mugello, con

substrato profondo alcune centinaia di metri sotto i depositi fluvio-lacustri. Questi affiorano su tutto il versante settentrionale fino all'emergenza del basamento roccioso costituito dalle torbiditi a prevalenza marnoso-siltosa con intercalazioni di banconi arenacei della Formazione delle "Arenarie di Castel Guerrino". Qui la Serie Toscana è sovrascorsa sulla Serie Umbro-Romagnola rappresentata dalle arenarie e siltiti gradate, quarzoso-feldaspatiche, micacee e dolomitiche, alternate a marne siltose della Formazione della "Marnosa-Arenacea".

Il sovrascorrimento mantiene l'orientamento appenninico NE-SO e coincide con un discontinuo orizzonte a comportamento plastico (Ronta) argilloso-marnoso attribuibile alla Formazione "Marne Varicolori" della Serie Toscana.

Il Complesso fluvio-lacustre del bacino del Mugello al contatto settentrionale con il basamento roccioso è costituito da consistenti affioramenti di conglomerati di conoide alluvionale sovrapposti a sabbie di delta-conoide. modellati in successivi terrazzamenti che hanno dato origine ai caratteristici pianalti, su cui sorgono le più importanti frazioni, tagliati dalle profonde forre di erosione torrentizie e da erosioni incipienti. All'altra estremità, a sud, lungo la scarpata di faglia individuata con un sondaggio profondo in località Sagginale (S14), la conoide di consistente spessore in facies subaerea è limitata al margine orientale del territorio. In successione a tali depositi segue una potente serie di argille limose lacustri di cui si ipotizza spessore di almeno 200-300 metri; a differenza di altre aree del bacino del Mugello (Barberino di M.) non sono stati segnalati depositi lignitiferi. Nel Pleistocene Superiore con il colmamento del bacino lacustre si vengono ad impostare le condizioni di pianura alluvionale che, legate alle variazioni del livello marino connesse alle fasi glaciali, attraversano varie fasi erosive, raggiungendo infine un assetto prossimo all'attuale.

## 4 Carta della pericolosità sismica













Il comune di Borgo San Lorenzo è classificato ai sensi della DGRT 431/2006 in classe 3 ( $ag/g=0.15$ ) e tale confermato nella DGRT 878/22012 di aggiornamento.

Con lo studio di microzonazione sismica (2013), in accordo con la struttura regionale di controllo, si è pervenuti alle carte MOPS delle aree di Capoluogo e delle frazioni più importanti: Ronta, Luco e Panicaglia, ed inoltre Grezzano e Polcanto. Per la costruzione della carta della pericolosità sismica (tavv.1 e 2) sulla base degli spessori e delle successioni litologiche ricostruiti da sondaggi, stendimenti geofisici e misure di frequenza e con il calcolo dei valori di velocità  $V_s$ , sono state individuate le seguenti classi in relazione alle zone di microzonazione:

### 4.1 Criteri di passaggio dalla microzonazione alla pericolosità sismica

Nella seguente tabella sono rappresentate le classi di pericolosità adottate in relazione alle Mops:

| ZONA SISMICA   | CLASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA |
|--|---------------------------------|
| <u>Zone stabili</u>  |                                 |
| <p><b>S</b> Substrato lapideo stratificato affiorante con coperture di alterazione inferiori a 3 metri</p> <p><b>NS</b> Substrato lapideo non stratificato affiorante con coperture di alterazione inferiori a 3 metri</p> | S2                              |
| <u>Zone stabili suscettibili di amplificazione topografica</u>   |                                 |
| <p>Zona 1 (cod.2001)</p> <p><b>S</b> <del>NS</del> Substrato lapideo affiorante con coperture di alterazione inferiori a 3 metri</p>   | S2                              |
| <u>Zone stabili suscettibili di amplificazione per contrasto di impedenza</u>  |                                 |
| <p>Zona 2 (cod.2002)</p> <p><b>C</b> <math>V_{ag} / V_{ag}^* &gt; 100m</math></p>  | S2                              |
| <p>Zona 3 (cod.2003)</p> <p><b>B</b> <math>at_1 &lt; 10 m</math></p> <p><b>CDE</b> <math>V_{ag}, V_{cg}, V_s &gt; 100 m</math></p>   | S3                              |
| <p>Zona 4 (cod.2004)</p> <p><b>E</b> <math>V_s</math> (spessori n.d.)</p> <p><b>C</b> <math>V_{ag} &gt; 100m</math></p>  | S2                              |
| <p>Zona 5 (cod.2005)</p> <p><b>B</b> <math>at_1 &lt; 5 m</math></p> <p><b>E</b> <math>V_s</math> (spessori n.d.)</p> <p><b>C</b> <math>V_{ag} &gt; 100m</math></p>   | S2                              |
| <p>Zona 6 (cod.2006)</p> <p><b>A</b> <math>at_2, at_3 &lt; 10 m</math></p> <p><b>C</b> <math>V_{ag}, V_{ag}^* &gt; 100m</math></p>   | S2                              |
| <p>Zona 7 (cod.2007)</p> <p><b>F</b> <math>dt, cl &lt; 30 m</math></p> <p><b>S</b> <math>AC, AMS &gt; 100m</math></p>  | S3                              |

|   |    |
|---|----|
| <p>Zona 8 (cod.2008)</p>  <p>Vcg, VcgS (spessori n.d.)<br/>AC, AMS &gt;100m</p>                | S3 |
| <p>Zona 9 (cod.2009)</p>  <p>at2, at3 &lt;30 m<br/>Vcg, VcgS 10 - 30m</p>                      | S3 |
| <p>Zona 10 (cod.2010)</p>  <p>Vcg, Vs &lt;30 m<br/>Vag, Vag* &gt;50m</p>                       | S3 |
| <p>Zona 11 (cod.2011)</p>  <p>Vcg &lt;10m<br/>ACG, FMA &gt;100m</p>                            | S3 |
| <p>Zona 12 (cod.2012)</p>  <p>at1, cl &lt;15m<br/>FMA, ACG, mv &gt;100m</p>                    | S3 |
| <p>Zona 13 (cod.2013)</p>  <p>at1, cl &lt;10m<br/>Vcg, Vs 10 - 20m<br/>Vag, Vag* 50 - 100m</p> | S3 |
| <p>Zona 14 (cod.2014)</p>  <p>dt &lt; 30m<br/>GAL (spessore n.d.)</p>                        | S3 |
| <p>Zona 15 (cod.2015)</p>  <p>dt, cl &lt;15m<br/>Vag, Vag* &gt;100m</p>                      | S3 |
| <p>Zona 16 (cod.2016)</p>  <p>dt, cl &lt;15m<br/>Vcg &lt;30m<br/>AC, GAL &gt;100m</p>        | S3 |
| <p>Zona 17 (cod.2017)</p>  <p>at1 &lt; 10m<br/>AMS &gt;100m</p>                              | S3 |
| <u>Zone suscettibili di instabilità</u>   |    |
|  <p>Instabilità di versante per <u>frana attiva</u></p>                                      | S4 |
|  <p>Instabilità di versante per <u>frana quiescente</u></p>                                  | S3 |





In corrispondenza della classe S3 nella cartografia di dettaglio si è differenziato:

- **S3.c** zone stabili suscettibili di amplificazione locale elevata per contrasto di impedenza fra coperture di spessore minore a m 30 e substrato rigido
- **S3.c.I** zone stabili suscettibili di amplificazione locale elevata per contrasto di impedenza fra

#### INFORMAZIONE TERRENI DI COPERTURA

|          |  |
|----------|--|
| <b>A</b> | Alluvioni fluviali e terrazze del Fiume Sieve e affluenti (at3, at2); $V_s = 150 - 300$ m/s  |
| <b>B</b> | Depositi alluvionali di antichi terrazzi (at1); $V_s = 250 - 350$ m/s  |
| <b>C</b> | Depositi lacustri a composizione argillosa-limosa (Vag), talvolta molto consistenti (Vag*); $V_s(Vag) = 350 - 500$ m/s, $V_s(Vag^*) = 650 - 800$ m/s |
| <b>D</b> | Conglomerati fluvio-lacustri di conoidi (Vcg, VcgS); $V_s = 400 - 750$ m/s   |
| <b>E</b> | Sabbie fluvio-lacustri di conoidi (Vs); $V_s = 250 - 300$ m/s  |
| <b>F</b> | Depositi eluvio-colluviali e detritici; $V_s = 100 - 300$ m/s  |

coperture di spessore minore a m 30 e substrato rigido e potenziale rischio di liquefazione non rilevato nel corso delle indagini ma da verificare

- **S3.f** zone suscettibili di instabilità per franosità quiescente

## 5. Il rischio geomorfologico-approfondimenti

### 5.1 Criteri metodologici.

L'analisi geomorfologica del territorio è stata condotta adottando una legenda che individua forme il più possibile corrispondenti sia alle normative del Pai Arno che della DGR 537R72011, unificando i criteri non coincidenti di individuazione degli elementi che originano i dissesti ed i processi evolutivi che li generano; l'elaborato di pericolosità geomorfologica è stato in tal modo frutto dei contributi forniti estesamente da Autorità di bacino e Regione.

L'aspetto pratico di maggior importanza, oltre a limitare le discrepanze dei due elaborati della "carta geomorfologica", è la rappresentazione in *continuum* (e non come di consueto con punti ed aree) della predisposizione al dissesto dell'intero territorio. Si riduce in tal modo il fattore soggettivo insito nel passaggio geomorfologia/pericolosità per la derivata "carta della

pericolosità geologica”, documento fondamentale per la pianificazione del territorio che individua limiti e prescrizioni nella scelta, prima, e nella realizzazione poi delle previsioni urbanistiche.

Nel processo di conversione dalla carta geomorfologica, l'articolazione della “carta della pericolosità” è fondata oltre che sulla classica analisi geomorfologica anche sulla valutazione degli aspetti morfologico-geotecnici, della dinamica fluviale e dell'azione modificatrice dell'uomo, ognuna particolarmente rilevante in ampie zone del territorio. I relativi criteri sono giustificati e dettagliati nel successivo paragrafo 5.3.

Nel passaggio alla Fattibilità i limiti rappresentati dalla scala 1/10.000 del rilievo sono attenuati dagli approfondimenti con cartografie di dettaglio della pericolosità operati per le frazioni e centri abitati minori.

Con analoghi criteri agli ambiti sismico e idraulico, si è proceduto con le tavole sinottiche di fattibilità per le UTOE del capoluogo e delle Frazioni sovrapponendo i perimetri delle schede urbanistiche alla pericolosità (tavv. 4 e 5)

## 5.2 Caratteristiche geomorfologiche generali

Anche ad un esame superficiale le caratteristiche del territorio di Borgo San Lorenzo appaiono profondamente differenziata fra la parte settentrionale e quella meridionale, divise dalla valle della Sieve che si presenta come zona di cerniera, alluvionale e pianeggiante a se stante.

I fattori genetici che ne sono alla base prendono origine nella zona settentrionale dalla storia geologica e dinamica dell'Appennino cui sono seguiti la formazione del bacino lacustre del Mugello, i cui recenti cicli di deposizione–erosione di chiusura sono caratterizzati dagli ampi terrazzamenti e forre torrentizie cui fanno riscontro gli intensi processi di smantellamento dei rilievi montani. A tale dinamica vanno riferiti gli effetti sismici che rendono il distretto mugellano uno dei più esposti al rischio di terremoto della Toscana.

L'analisi geomorfologica suggerisce invece che il settore meridionale fino a Polcanto sia derivato da storie geologiche Più antiche, con l'evoluzione più matura delle sue valli ed il disfacimento delle Arenarie di Monte Senario successivo al thrust sulla Serie toscana. In generale il territorio collinare e montano è interessato con poche eccezioni da problematiche di diffusa instabilità.

## 5.3 Legenda geomorfologica

I movimenti franosi in genere sono stati identificati attraverso un'analisi di tipo geomorfologico integrata con dati di tipo diretto e indiretto, con particolare attenzione a quelle situazioni in cui si sono riputate possibili interazioni co il sistema antropico.

Le definizioni uniformate delle forme e processi dovuto a gravità ed erosione idrica rappresentano la sintesi dei criteri contenuti nelle norme della Direttiva regionale e del PAI Arno, rappresentata dalla colonna sinottica di corrispondenza con le rispettive classificazioni di pericolosità.

**a)Frane attive F:** sono rappresentati corona di distacco, alveo e accumulo al piede, comprendenti l'area di possibile evoluzione; con evidenze morfologiche di instabilità in atto o presenti nel recente passato, in evoluzione e naturale riattivazione con prevalente meccanismo per scivolamento.

Con lo stesso rango sono state comprese, inoltre, ma differenziate sulla base del meccanismo dei processi, le seguenti sottoclassi:

- *franosità diffusa attiva per erosione F.e* originata da erosione intensa di lunghi tratti di sponda torrentizia (forre) soggetti a crolli e scoscendimenti con dissesti attivi lungo le scarpate di erosione attiva estesi alla pendice soprastante al corso d'acqua, e con tendenza alla regressione del bordo; il processo è particolarmente esteso con scarpate verticali lungo le incisioni torrentizie nei pianalti lacustri terrazzati e lambisce in particolare gli abitati di Ronta e Panicaglia originando grave rischio A questa tipologia sono state assimilate le forme erosive di alveo dei corsi d'acqua di fondovalle,

- *franosità diffusa attiva per soliflussione F.s*, nelle formazioni argillose e coperture con deformazioni superficiali irreversibili, e conseguente instabilità in vaste aree di versanti interessati inoltre da piccole frane localizzate, lacerazioni e scarpate.

- *franosità diffusa F.c* per possibile improvviso crollo di massi da pareti rocciose verticali nelle formazioni arenacee soprattutto in corrispondenza di scarpate stradali non sistemate o parzialmente messe in sicurezza. L'instabilità è favorita da scuotimenti sismici o inefficienza delle reti di protezione.

- *orli di scarpata attiva* non riferibili alle precedenti tipologie, rappresentati da un fronte netto con scarsa articolazione orizzontale che dà luogo a instabilità per erosione regressiva, determinando un 'area di influenza a monte e a valle da definire a scala di dettaglio

**b) Frane quiescenti f:** sono rappresentate scarpata sommitale, alveo e accumulo al piede.

Con lo stesso rango sono state inoltre comprese ma differenziate (anche nelle prescrizioni collegate), essenzialmente sulla base della costituzione litologica avente potenziale predisposizione al dissesto, le seguenti sottoclassi:

- *franosità potenziale diffusa f.d* per processi evolutivi su versanti a costituzione morfolitologica predisponente: pendenze in condizioni limite e bassi valori di naturale equilibrio. Si attribuisce arealmente ai vasti affioramenti delle argille lacustri e delle argilliti destrutturate comprese le estese coperture detritiche soprastanti a maggiore pendenza; inoltre nei litotipi prevalentemente pelitici delle formazioni "arenaceo marnose".

- *franosità potenziale f.p.* su versanti ad elevata pendenza di norma superiore a 45°, accentuata in corrispondenza di aree deforestate, creste di crinali acuti con elevatissima inclinazione, (litotipi arenacei, marnosi), aree in erosione accelerata (conglomerati della conoide di Ronta, forme calanchive nelle marne argillose). Si riconoscono inoltre paleoincisioni fluviali collegabili ad antichi meandri della Sieve e dei suoi affluenti in destra.

c) *Aree con instabilità moderata* senza evidenti indicatori di dissesto, con modellamento contenuto su formazioni rocciose, con medie pendenze, buona copertura boschiva ed erosione limitata.

d) *Forme di modellamento* contenuto comprendenti:

- *scarpate morfologiche* senza evidenti indicatori di instabilità evolutiva delle passate dinamiche fluviali che le hanno originate, con dimensioni in altezza contenute e di norma inferiori a m 5.

e) *Depositi dovuti a gravità* comprendenti

- *depositi detritici* di versante con pendenze superiori a 25%, non riferibili a processi gravitativi attuali e quindi non compresi nei perimetri delle frane potenzialmente rimobilizzabili.

- *depositi detritici colluviali* con pendenze inferiori a 25% e *depositi eluviali* recenti dei fondovalle collinari, stabili.

- *riporti artificiali* compresa la discarica di r.s.u. a nord del Capoluogo.

f) *Depositi alluvionali* pianeggianti di fondovalle fluviale e di pianalto dei terrazzamenti lacustri, stabili. Nel fondovalle del fiume Sieve si riconoscono le aree di estrazione di inerti esaurite e parzialmente colmate.

g) *impronte archeologiche* a forma di acrocoro interpretate da fotointerpretazione come basamenti di limitati insediamenti storici scomparsi (castelli, antichi insediamenti ?). Nelle località di Ronta (Striata, Pulicciano, Madonna dei Tre Fiumi), Convento dei Cappuccini (Capoluogo est) e nella parte sud del territorio (San Cresci, Petruzza, Castellaccio e Feriolo).

Nella carta geomorfologica sono indicate le zone oggetto di approfondimento delle indagini in scala 1 a 2000.

#### 5.4 Criteri per la classificazione della pericolosità geologica

*I perimetri di pericolosità G4 derivati dalla carta geomorfologica comprendono inoltre anche l'area di possibile influenza, (buffer), definiti con i seguenti criteri e comprendenti fasce di:*

- m 10 per i poligoni con superficie fino a mq 10.000

- m 20 per i poligoni con superficie maggiore di mq 10.000

- m 10 a monte delle scarpate di erosione (F.e) di altezza fino a m10

- m 20 a monte delle scarpate di erosione (F.e) di altezza superiori a m20.

Per questi due ultime categorie si è considerata la velocità dei cinematismi.

Partendo dalle definizioni geomorfologiche del precedente paragrafo si è proceduto con il seguente schema dalla tipologia di frana alla classe di pericolosità riferita rispettivamente alla 53/R e Pai

:

a) Ricadono nella classe di **pericolosità molto elevata** le seguenti tipologie:

- *frane attive(F)* con vincolo generale di inedificabilità soggetto alle condizioni di superamento di cui al punto 3.1.1.2. della DGR 53/R/2011. Classe **G4, PF4**

- *franosità diffusa attiva (F.e) per erosione di sponda* con vincolo di inedificabilità. Classe **G4.e, PF4**; a monte dell'area in pericolosità, G4.e comprendente anche il buffer, si è aggiunto una fascia di pericolosità geologica **G3\*** ( vedi punto 5.5).

- *franosità diffusa attiva ( F.d )da soliflussioni*. Gli interventi di trasformazione sono subordinati a consolidamento e/o modellamento e regimazione idrica nella porzione di versante coinvolto, previa verifica di stabilità. Classe **G4.s, PF4**

- *franosità diffusa F.c per crollo* con vincolo di inedificabilità determinato dalla distanza di sicurezza dal piede della scarpata, soggetta a distacco di massi, calcolata con idonei studi, ridefinibile in seguito alla realizzazione di opere di contenimento. Classi **G4c, PF4**

b) Ricadono nella classe di **pericolosità elevata** le seguenti tipologie:

- *frane quiescenti ( f.)* Gli interventi di trasformazione sono subordinati alle prescrizioni di cui al punto 3.1.1.3 della DGR 53/R/22011. Classe **G3, PF3**

- *franosità potenziale f.d per morfologia argillosa/argillitica anche* con pendenze molto basse predisponente al dissesto o soggetta a erosione diffusa, ivi compresi depositi detritici con pendenza > 25%. Gli interventi di trasformazione sono subordinati a preliminare verifica geologica circa la compatibilità con la stabilità generale e successivamente alle prescrizioni derivanti da specifiche verifiche quantitative e necessità di regimazione idrogeologica. Classe **G3.d, PF3**

- *franosità potenziale f.p per elevata pendenza* su terreni rocciosi prossima al limite di equilibrio. Gli interventi di trasformazione sono da limitare a modeste modifiche morfologiche da verificare per la stabilità delle coperture detritiche. Classe **G3.p, PF2**

c) Ricadono nella classe di **pericolosità media** i versanti altocollinari con modellamento contenuto. Gli interventi di trasformazione necessitano di verifiche locali. Classe **G2.p**

d) Ricadono nella classe di **pericolosità media e medio- bassa** i terreni detritici a bassa pendenza e i terreni pianeggianti sostanzialmente stabili e senza particolari prescrizioni:

-*depositi colluviali, depositi eluviali, depositi detritici con pendenza < 25%*. Classe **G2**

-*depositi alluvionali* di pianura e di terrazze lacustri talora interessati da modeste scarpate morfologiche stabili che determinano una fascia di m 5 di attenzione a monte. Classe **G2a**.

## 5.5 Approfondimenti cartografici

Il rilievo della carta geomorfologica 1 a 10.000 può contenere imprecisioni dovute al fattore di scala. Gli approfondimenti geomorfologici nelle aree dei centri abitati del territorio comunale hanno consentito di produrre carte di pericolosità geologica di dettaglio rese coerenti con gli elaborati della microzonazione. Tale strumento, oltre all'immediato riferimento per la redazione delle schede di Fattibilità delle previsioni del RU, trova utilizzo nell'applicazione delle Tabelle Sinottiche per gli interventi ammessi nel patrimonio edilizio esistente nei centri abitati del capoluogo e delle frazioni minori; nel territorio aperto si farà riferimento agli elaborati del Piano Strutturale vigente..

Si sottolinea che la presenza di processi attivi costituisce segnale di grande attenzione, specie per gli abitati di *Ronta e Panicaglia*, causa l'evoluzione delle scarpate d'erosione torrentizia al margine dei terrazzamenti lacustri. Migliori condizioni nelle aree collinari si registrano per le frazioni di *Luco, Grezzano, Faltona*.

A favore della sicurezza a monte dell'area in pericolosità, G4 comprendente anche il buffer, si è aggiunto una fascia di pericolosità geologica **G3\*** collegata alla *frana di tipologia F.e*. Tale fascia graficizzata nelle tavole 1 a 2000 di Ronta è associata a specifica norma (Fattibilità geomorfologica F3 punto 2)

## 6. Il rischio idraulico

Nel corso degli incontri di collaborazione con Regione e Autorità di bacino Arno sono state fissate modalità e tematiche di approfondimento da affrontare con i nuovi studi idrologici idraulici: in particolare i corsi d'acqua nel tratto di attraversamento del centro abitato di Borgo San Lorenzo, tutti contenuti nell'elenco del Pit e oggetto di specifica attenzione nelle norme della DGR/53/R.

Concordate le condizioni di contorno ed i risultati degli studi idraulici di riferimento si è pervenuti alle carte di battenti per i vari tempi di ritorno (PHysis-Firenze) presentati nell'allegato B "*studi idraulici del territorio comunale di Borgo San Lorenzo*".

Le indagini hanno riguardato i seguenti corsi d'acqua:

- torrente Bagnone
- torrente Bosso e fosso D'Erci
- fosso san Donnino intubato
- torrente Le Cale
- fosso Rimorelli
- fosso Vigiano
- fiume Sieve

Di particolare importanza e novità rispetto al quadro conoscitivo sino ad oggi noto è risultata la situazione riferita a gli "*allagamenti con tempi di ritorno trentennali*". Sono interessate ampie fasce del centro urbano del capoluogo, sia pure con battenti modesti, e alcune aree a sud della Sieve, tutte poste in classe I 4 di pericolosità idraulica, dove la 53/R richiede la progettazione di opere di mitigazione contestuale per la fattibilità della previsione urbanistica ivi ricadenti.

Gli elaborati normativi di riferimento per il RU sono:

- *Carta della pericolosità idraulica stato attuale* 2016 ai sensi della DGR 53/R/2011
- *Carta della pericolosità idraulica stato di progetto* ai sensi della DGR 53/R/2011
- *Carte degli interventi di messa in sicurezza* per il superamento del rischio trentennale.

Nell'area del Capoluogo è stata inoltre individuata la classe di *pericolosità idraulica I2\** per rischio di allagamento per insufficienza fognaria.

*In tutto il restante territorio, in corrispondenza dei corsi d'acqua minori appartenenti al reticolo idrologico di cui alla L.R. 57/2013, dove non sono stati realizzati specifici studi idrologico idraulici di dettaglio del RU, rimangono vigenti gli elaborati del Piano Strutturale 2006 di pericolosità idraulica in scala 1 a 10.000 delle tavole 12, che hanno utilizzato per i tratti dei corsi d'acqua nei centri abitati la cartografia degli Ambiti ex 230.*

## 6.1 Interventi di contenimento del rischio idraulico

Al fine del contenimento del rischio idraulico è stato predisposto un apposito studio, verificandone la compatibilità con il regime del Fiume Sieve. contenente l'individuazione e il dimensionamento di specifici interventi di regimazione sui bacini dei corsi d'acqua che attraversano il capoluogo per il *superamento degli eventi trentennali* (con aggiornamento 2016 per i torrenti Le Cale e Vigiano). Consistono in casse d'espansione, riprofilatura degli alvei e demolizione di attraversamenti insufficienti.

Si tratta di ipotesi progettuali finalizzate alla stima dei volumi nello scenario di progetto. Si rimanda alle fasi definitive di progettazione relativa a ciascuna scheda l'esatto dimensionamento, con possibilità di modifica delle modalità di attuazione.

## 7 Condizioni di fattibilità

Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche e infrastrutturali sono differenziate secondo le classi di fattibilità valutate sotto gli aspetti geologici e geomorfologici (**Fg**), idraulici (**Fi**) e sismici (**Fs**); pertanto ogni previsione è definita da tre valori di fattibilità. Le classi di fattibilità, riferite alle previsioni urbanistiche e infrastrutturali del RU sono le seguenti:

### **Fattibilità senza condizioni F1**

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

### **Fattibilità con normali vincoli F2**

Possono essere indicate, qualora ritenuto opportuno, specifiche prescrizioni e/o tipologie di indagini di approfondimento, necessarie per conseguire la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia, nel quadro della normativa di settore.

### **Fattibilità condizionata F3**

In rapporto ai livelli di rischio individuati con la classificazione di pericolosità, si richiede di accertare la compatibilità dell'intervento mediante approfondimenti di indagine, definendo la tipologia delle opere in sede di redazione di piano attuativo o in loro assenza in sede di predisposizione di progetti edilizi.

### **Fattibilità limitata F4**

L'attuazione è subordinata agli interventi di messa in sicurezza che sono stati individuati e definiti in sede di redazione del Regolamento Urbanistico, sulla base di studi e verifiche i cui risultati sono di obbligatorio riferimento alla relativa progettazione. In assenza di tali studi e verifiche o nuove indagini le previsioni risultano non fattibili **n.f.**

## 8. Classificazione di fattibilità

L'attribuzione, alle singole previsioni di intervento, delle classi di fattibilità è accompagnata da specifiche prescrizioni per il superamento o mitigazione delle criticità.

### 8.1 Fattibilità geomorfologica

#### **Fattibilità geomorfologica senza particolari limitazioni (F.G.1)**

E' attribuita alle previsioni di intervento di modesta o irrilevante consistenza o ricadenti in aree senza problematiche di stabilità. Per tali opere, di norma aventi tipologia di casi soggetti a "attività di edilizia libera" e "senza rilevanza edilizia", non sono quindi indicate particolari prescrizioni, salvo comunque quanto previsto dalle discipline di settore. E' sufficiente la dichiarazione del Progettista sulla tipologia dell'opera.

#### **Fattibilità geomorfologica con normali vincoli (F.G.2)**

E' attribuita a tutte le trasformazioni urbanistico edilizie soggette a *Permesso a costruire* ricadenti nelle aree pianeggianti con pericolosità geologica medio bassa (*G2.a*); inoltre alle previsioni in zona collinare di consistenza inferiore a 1500 mc e ricomprese in aree con pericolosità geologica media (*G.2*). Per tali previsioni le eventuali prescrizioni sono specificate alla luce delle risultanze delle indagini geologiche e geotecniche ai sensi della DGR 36/2009 da eseguirsi in sede di progettazione. Gli aspetti riguardanti scavi per fondazioni e muri sono affrontati nella relazione geologica e geotecnica del progetto.

Relativamente a ogni classe di pericolosità la fattibilità Fg2 è attribuita inoltre agli *interventi di edilizia libera* comportanti manufatti interrati e agli *interventi urbanistico edilizi soggetti a Scia* non comportanti sovraccarichi sul terreno.

#### **Fattibilità geomorfologica condizionata (F.G.3)**

1- è attribuita alle previsioni di intervento ricadenti in aree **con pericolosità geologica G.2** di consistenza superiore a 1500 mc, ovvero di qualsiasi consistenza accompagnate da sbancamenti o riporti superiori a m 2,50. Le *prescrizioni* riferite a tali previsioni comportano la verifica dell' assenza di eventuali interferenze con il versante e fra edifici dello stesso comparto (comprese le urbanizzazioni) o con manufatti esterni, da accertarsi mediante indagini geologiche e geognostiche, definendo tipologia e opere dei necessari consolidamenti. Nel caso di realizzazione di più edifici lo studio geologico è corredato da specifico elaborato con planimetrie e sezioni indicanti la sequenza temporale delle fasi di cantiere e finalizzato a garantirne la sicurezza.

2- è attribuita alle previsioni di intervento ricadenti in aree con **pericolosità geologica G3\*** come definite al precedente punto 5.5 : in tali aree sono fattibili solo gli interventi ammessi su edifici e manufatti esistenti, comunque subordinati alla realizzazione di opere di presidio atte a prevenire la retrogressione del fenomeno franoso e progettate sulla base di approfondite indagini geologiche e geognostiche.



L'attuazione di tutte le previsioni ricadenti in G3 è subordinata agli esiti di idonei e preliminari studi geologici, geognostici e sismici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità dell'area interessata dall'intervento, e della possibile influenza sui versanti sottostanti e soprastanti, e proporzionati alle dimensioni delle opere, precisando che:

a) nel caso di esiti positivi gli interventi possono essere realizzati secondo le indicazioni di tali studi ed a condizione venga dimostrato che non determinano condizioni di instabilità locali o nelle aree circostanti, o modifiche nei processi geomorfologici presenti nell'area. La sussistenza di tali condizioni è verificata dal progettista ed attestata nel titolo o atto abilitativo all'attività edilizia;

b) nel caso di esiti negativi la realizzazione è subordinata alla preventiva o contestuale realizzazione degli interventi di messa in sicurezza. altrimenti non fattibile

3- la fattibilità condizionata è inoltre attribuita alla casistica di Tabella A

#### **Fattibilità geomorfologica limitata (F.G.4)**

Non sono presenti comparti ma solo interventi diretti.

In condizioni di pericolosità geologica molto elevata (G.4) derivante da fenomeni di instabilità in atto la *previsione* di nuova edificazione o nuove infrastrutture è subordinata alla *preventiva* esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e consolidamento secondo le modalità del punto 3.2.1.della 53/R/2011 e con analisi multitemporale per le scarpate attive.

In condizioni di pericolosità geologica molto elevata (G.4) derivante da fenomeni di instabilità in atto in assenza di preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza definiti nel RU non sono consentiti solo interventi sul patrimonio edilizio esistente esclusivamente di carattere conservativo e senza aumento di carico urbanistico.

## 8.2 Fattibilità idraulica

#### **Fattibilità idraulica senza particolari limitazioni (F.I.1)**

E' attribuita alle previsioni di intervento che non interferiscono sul regime delle acque superficiali ricadenti in aree con pericolosità idraulica bassa (*I.1*), inoltre viene assegnata alle aree non ricomprese nelle altre classi o esterne alle zone di rischio idraulico. Per tali previsioni non sono previste particolari prescrizioni.

#### **Fattibilità idraulica con normali vincoli (F.I.2)**

E' attribuita alle previsioni di intervento di qualsiasi consistenza ricadenti in aree pianeggianti con pericolosità idraulica media (*I.2*) relativa ad aree pianeggianti. Per gli interventi di nuova edificazione e per le nuove infrastruttura non sono di norma dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico particolari prescrizioni salvo specifiche prescrizioni contenute nelle singole "schede normative e di indirizzo progettuale

Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica media (I2/I.2\*)**, a rischio di allagamento per rigurgito del sistema fognario nelle aree del Capoluogo:

-negli interventi di nuova edificazione e per le nuove infrastrutture è prescritto un franco idraulico da realizzare con sopraelevazione di m 0,30; il franco idraulico si intende misurato a partire dalla quota di imposta dell'edificio assegnata dal Servizio tecnico comunale che rilascia il titolo abilitativo.

-negli interventi previsti sul patrimonio edilizio esistente comportanti, nei locali posti a piano terra degli edifici, cambio di destinazione d'uso, creazione di nuove unità immobiliari è prescritto un franco di m 0,30; sarà presa come riferimento la quota media del marciapiede pubblico, ammettendo l'impiego di sistemi di autosicurezza (per esempio paratie manuali o automatiche, porte stagne) adeguati all'entità del rischio .

– il franco idraulico di m 0,30 si applica inoltre ai locali interrati e potrà essere realizzato con adeguate misure di autosicurezza.

Nelle aree di fondovalle dei corsi d'acqua minori non interessati dagli studi idrologico idraulici del RU si richiedono comunque per la progettazione edilizia approfondimenti e verifiche locali

#### **Fattibilità idraulica condizionata (F.I.3)**

E' attribuita alle previsioni di intervento ricadenti anche solo parzialmente in aree con **pericolosità idraulica elevata (I.3)** con battenti riferiti a  $Tr=200$  anni *inferiori* o uguali a m 0,30. Per tali previsioni l'individuazione delle quote di messa in sicurezza e dei volumi di compensazione è effettuata secondo le indicazioni contenute negli studi idraulici di corredo al Regolamento Urbanistico e con le modalità del punto 3.2.2.2. della 53/R/2011 adottando inoltre un franco di sicurezza di m 0,30.

#### **Fattibilità idraulica limitata (F.I.4)**

E' attribuita alle previsioni di intervento ricadenti anche parzialmente in aree con **pericolosità idraulica elevata (I.3)** per tempo di ritorno  $Tr=200$  anni con battenti superiori a m 0,30. Per tali previsioni gli interventi di messa in sicurezza e di compensazione idraulica sono definiti e dimensionati con riferimento alle indicazioni contenute negli studi idraulici di corredo al Regolamento Urbanistico e con le modalità del punto 3.2.2.2. della 53/R/2011 adottando un franco idraulico di m 0.30.

Ai fini della fattibilità degli interventi ricadenti anche parzialmente in classe di pericolosità idraulica elevata (**I.3**) o molto elevata (**I.4**) - quando consentiti - si applicano i seguenti criteri finalizzati al non aumento dei livelli di rischio nelle aree contermini conseguenti alla realizzazione dei nuovi interventi:

- per le nuove edificazioni e le nuove infrastrutture il volume della compensazione idraulica è calcolato con riferimento al battente per tempi di ritorno  $Tr=200$  anni, come risultante dagli studi

idraulici di corredo al Regolamento Urbanistico, raffrontato alla quota effettiva del terreno, come risultante da rilievi topografici di dettaglio;

- ai fini dell'individuazione del volume sottratto all'allagamento e del dimensionamento delle opere di compensazione idraulica è presa in considerazione ogni modifica morfologica determinata dall'intervento, ivi comprese le modellazioni del suolo.
- negli elaborati di progetto deve essere contenuta l'ubicazione delle aree o strutture di compensazione.

8.2.1. Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica elevata (I.3)** sono da rispettare i criteri del punto 3.2.2.2 della DGR 53/R/2011 fra i quali si richiamano a titolo non esaustivo:

- non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con dimensioni superiori a mq 500 e/o i parcheggi in fregio ai corsi d'acqua, per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno  $T_r$  200 anni. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni inferiori a mq 500, i parcheggi a raso per i quali non sono necessari interventi di messa in sicurezza e i parcheggi pertinenziali privati non eccedenti le dotazioni minime obbligatorie di legge;
- sono da consentire la realizzazione di brevi tratti di collegamento tra viabilità esistenti, con sviluppo comunque non superiore a ml 200, assicurandone comunque la trasparenza idraulica e il non aumento del rischio nelle aree contermini;
- relativamente agli interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia, di ristrutturazione urbanistica e/o di addizione volumetrica che siano previsti all'interno delle aree edificate, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno ( $T_r$ ) di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza (barriere fisse o mobili, porte o finestre a tenuta stagna, parti a comune e locali accessori e/o vani tecnici isolati idraulicamente, etc.), nel rispetto delle seguenti condizioni:
  - sia dimostrata l'assenza o l'eliminazione di pericolo per le persone e i beni;
  - sia dimostrato che gli interventi non determinano aumento della pericolosità in altre aree;

- all'interno del perimetro dei centri abitati individuato dal Regolamento Urbanistico – corrispondente alle aree urbane non sono necessari interventi di messa in sicurezza per le infrastrutture a rete (quali sedi viarie, fognature e sottoservizi in genere) purché sia assicurata la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;

8.2.2 Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica molto elevata (I.4)** sono consentiti unicamente gli interventi di cui all'art.2 commi 1-9 della LR 21/2012

### 8.2.3 Fattibilità idraulica limitata (F.I.4\*) subordinata

Nelle aree caratterizzate da **pericolosità idraulica molto elevata I4** sono consentite nuove previsioni a condizione che siano contestualmente accompagnate da progetti di opere idrauliche di mitigazione, individuate nel RU sulla base di studi idrologici idraulici. Le opere previste dovranno in ogni caso conseguire la sicurezza con Tr 200 anni.

### 8.2.4 Fattibilità idraulica collegata al Piano Gestione Rischio Alluvioni

Al momento della stesura della relazione il Piano è stato approvato in data 03/03/2016 con Del. del C.I n. 235. Con Del.n.232 in data 17/12/2015 sono in vigore le *norme di salvaguardia per la durata di mesi 6 da detta data* il cui contenuto ai fini del RU prevede i seguenti punti:

- 1- Dal 22 dicembre 2015 (data di pubblicazione sul G.U) per il territorio del Bacino dell'Arno le "mappe di pericolosità da alluvione" PGRA sostituiscono le carte di "pericolosità idraulica" del Pai.
- 2- La RT entro 180 giorni emana nel settore urbanistico norme applicative del PGRA altrimenti immediatamente vincolante nelle UoM Arno e regionali
- 3- Nei 180 giorni successivi al 22/12/2015 nelle aree a "pericolosità da alluvioni" del bacino dell'Arno:
  - continuano ad applicarsi le disposizioni Pai che risultano coerenti con il PGRA (condizione verificata per il territorio comunale di Borgo San Lorenzo)
  - gli interventi devono essere realizzati nel rispetto della normativa regionale e in coerenza con gli obiettivi di gestione del rischio idraulico del PGRA
  - per i bacini delle UoM Arno e regionali continuano ad applicarsi la L.R. 21/12, la DGR 53/R/2011 e le DCR 11,12,13/2005.

Fra le disposizioni di cui alle NTA approvate si evidenzia:

- non sono consentite previsioni che comportino la realizzazione di sottopassi e volumi interrati nelle aree soggette a rischio di alluvione con Tr inferiore a 30 anni
- nelle porzioni di territorio presidiate da sistemi arginali per il contenimento delle piene al fine di limitare i danni in caso di collasso i comuni individuano nei propri SU le fasce di inedificabilità sulla base dei criteri stabiliti dalle regioni entro 3 mesi dall'approvazione del PGRA.

### 8.3 Fattibilità sismica

#### **Fattibilità sismica senza particolari limitazioni (F.S.1)**

E' attribuita alle previsioni di intervento di qualsiasi consistenza ricadenti in aree con pericolosità sismica locale bassa (S.1) caratterizzate da affioramenti di bedrock con pendenze inferiori a 15°, ovvero di bassa vulnerabilità. Per tali previsioni non sussistono condizioni di fattibilità specifiche per la fase di predisposizione dei Piani Attuativi o dei Progetti Unitari, ovvero per la valida formazione dei titoli o atti abilitativi all'attività edilizia.

### **Fattibilità sismica con normali vincoli (F.S.2)**

E' attribuita alle previsioni di intervento di qualsiasi consistenza ricadenti in aree con pericolosità sismica locale media (S.2). Per tali previsioni non sussistono condizioni di fattibilità specifiche per la fase di predisposizione dei Piani Attuativi o dei Progetti Unitari, ovvero per la validazione dei titoli o atti abilitativi all'attività edilizia, salvo fornire indicazioni riferite a potenziali rischi non verificati nello studio di Microzonazione.

### **Fattibilità sismica condizionata (F.S.3)**

E' attribuita alle previsioni di intervento di qualsiasi consistenza ricadenti anche parzialmente in aree con pericolosità sismica locale elevata S.3 dovuta a effetti dinamici in zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, ovvero per riattivazione di frane quiescenti. Per tali previsioni, in sede di predisposizione dei Piani Attuativi o dei Progetti Unitari ovvero, in sede di progettazione di interventi urbanistico-edilizi diretti, con riferimento agli aspetti evidenziati nello studio di microzonazione sismica (MS) di livello 1, si richiedono indagini geognostiche e geofisiche differenziate secondo il *punto 3.5 lettere a,b,c,d,e* della pericolosità sismica elevata S3 della DGR 35/R/2011 .

Si fornisce uno schema sintetico puramente indicativo, ferma restando la norma:

#### a Zone suscettibili di instabilità

Indagini: geofisiche e geotecniche per la determinazione dei parametri di rottura

Finalità d'utilizzo: ricostruzione corpo gravitativo sepolto

#### b Terreni di fondazione particolarmente scadenti

Indagini: geognostiche e geotecniche

Finalità d'utilizzo: cedimenti

#### c Liquefazione dinamica

Indagini: geognostiche e geotecniche

Finalità d'utilizzo: calcolo del coefficiente di liquefazione

#### d Zone di contatto fra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse

Indagini: geofisiche di superficie e geognostiche di taratura

Finalità d'utilizzo: geometria e velocità sismica dei litotipi per valutare l'entità di contrasto di rigidità sismica

#### e Zone suscettibili di amplificazione locale per contrasto di impedenza

Indagini: geofisiche di superficie e in foro e geognostiche

Finalità d'utilizzo: spessore, geometria e velocità sismica dei litotipi sepolti per valutare il contrasto di rigidità sismica fra coperture e detrito

#### Zone di bordovalle

Indagini: geofisiche di superficie

Finalità d'utilizzo: ricostruzione bidimensionale del substrato geologico

### **Fattibilità sismica limitata (F.S.4)**

E' attribuita alle previsioni di intervento di qualsiasi consistenza ricadenti anche parzialmente in aree con pericolosità sismica locale molto elevata (S.4 per fattori geomorfologici nel territorio comunale).

Nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante attive, sono realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. In tali indagini, oltre alle verifiche prescritte per i casi di fattibilità geomorfologica limitata (F.G.4), di cui al precedente punto 8.1, con riferimento agli aspetti evidenziati nello studio di microzonazione sismica (MS) di livello 1, si richiedono indagini geognostiche e geofisiche secondo il *punto 3.5 lettera a* della pericolosità sismica molto elevata S4 della DGR 35/R/2011.

Per le indagini di cui trattasi - da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera ed ai meccanismi di movimento del corpo franoso - è consigliato l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello bidimensionale del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo. E' altresì opportuno che le indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche.

### **8.3.1 Prescrizioni generali** aggiuntive per le aree a pericolosità sismica S2 e S3

In fase di progettazione definitiva di interventi edilizi di nuova costruzione, sostituzione edilizia, sopraelevazioni e addizioni volumetriche ricadenti nella classe di indagine 3 (art.7.3 del regolamento 36/R/2009) dovrà essere effettuata la valutazione dell'azione sismica locale, adottando le condizioni più cautelative fra quelle ricavate dal suddetto studio e quelle ottenute mediante la definizione della categoria del sottosuolo ( NTC 2008) nei seguenti casi:

- ove la tipologia dell'edificio sia "strategica" (allegato A del regolamento 36/R/2009) se ricadente in classe di pericolosità sismica S2 e S3
- ove la tipologia dell'edificio sia "rilevante" (allegato A del regolamento 36/R/2009) se ricadente in classe di pericolosità sismica S3
- per tutte le altre tipologie di edificio se ricadenti in classe di pericolosità S3 dove la profondità del bed-rock o substrato sismico sia compresa fra 5 e 50 metri dal piano d'imposta delle fondazioni o dalla testa dei pali.

### **8.3.2 Fattibilità sismica nelle aree non comprese negli studi di microzonazione**

Per gli interventi posti all'esterno del perimetro degli studi di microzonazione, con gli stessi criteri si dovranno eseguire indagini per determinare la classe di pericolosità; valgono comunque le prescrizioni di cui alle classi Fs 3 e Fs 4 quando si verificano le condizioni di pericolosità G3 e G4.

## **9. Fattibilità delle previsioni del Regolamento Urbanistico**

Le categorie di trasformazione del territorio nelle previsioni del RUC di Borgo San Lorenzo, di cui sono state verificate le condizioni geologiche di attuazione, sono relative a:

**-Nuove previsioni del RU.** Per ciascuna area sono state condotte analisi specifiche di fattibilità, trasposte nelle corrispondenti **schede urbanistiche normative** con attribuzione della classe di fattibilità negli ambiti geologico, idraulico e sismico con relative prescrizioni.

**-Gestione degli insediamenti esistenti.** Gli interventi ammessi nel patrimonio edilizio, individuati con la *tipologia di cui alla LR 65/2014*, sono schematizzati nelle **Tabelle Sinottiche**. Le varie tipologie sono incrociate con le classi di pericolosità geologica (Tabella A) e idraulica (Tabella B), definendo la relativa classe di fattibilità. Alle classi di fattibilità determinate nella griglia pericolosità-fattibilità si applicano integralmente criteri e prescrizioni di cui al precedente paragrafo 8. In particolare gli interventi edilizi ammissibili ricadenti nelle aree a pericolosità molto elevata non sono fattibili, ai sensi della Delibera 53/R, in assenza negli studi del RU o nei successivi validati, di progetti almeno di massima di messa in sicurezza.

Non si produce un analogo schema in relazione alla pericolosità sismica in quanto sarebbe relativo solo fino al livello di piano attuativo dove la fattibilità sismica è già stata definita nella schede-norma, mentre per la progettazione edilizia si applicano norme specifiche (NTC 2008, 36/R/2009).

Si specifica che, facendo riferimento alla L.R.65/2014, le opere, interventi e manufatti compresi nelle tipologie “*senza rilevanza edilizia*” (art. 137) e nelle “*attività di edilizia libera*” (art. 136) e le opere, interventi e manufatti di altre categorie urbanistico-edilizie sono considerate senza rilevanza geologica, con attribuzione nelle Tabelle sinottiche a:

- classe di Fattibilità 1 (senza limitazioni): si richiede solo la dichiarazione del Progettista sulla corrispondenza alla tipologia. Sono fatti salvi eventuali nulla osta prescritti dalle discipline di settore.

Per gli stessi casi con l'attribuzione della classe di Fattibilità 2 (con normali vincoli), con la comunicazione inizio lavori, la relazione geologica allegata al progetto potrà essere dimensionata all'entità e tipologia delle opere e alla classe di pericolosità.

## Tabelle di fattibilità per gli interventi diretti

| <b>TABELLA A</b>  |   | <b>CLASSE DI PERICOLOSITA'<br/>GEOMORFOLOGICA</b> |     |     |      |
|---|---|---|-----|-----|------|
| Classi di fattibilità in funzione della tipologia di intervento e della pericolosità geomorfologica |   |   |     |     |      |
| Categoria o tipologia di intervento *L.R.65/2014  |   | G.2a  | G.2 | G.3 | G.4  |
| <b>1</b>  | <b><u>Opere interventi e manufatti senza rilevanza edilizia (*art 137).</u></b>   | F1  | F1  | F1  | F1   |
| <b>2</b>  | <b><u>Interventi soggetti ad attività edilizia libera (*art136)</u></b> ( per es manutenzione ordinaria e manutenzione straordinaria ) ma con eccezione di intercapedini interrati (scannafossi), vasche di raccolta e volumi tecnici interrati.  | F1  | F1  | F2  | F2   |
| <b>3</b>  | <b><u>Interventi urbanistico-edilizi soggetti a Scia (*art 135)</u></b> non comportanti sovraccarichi sul terreno come demolizioni e mutamento di destinazioni d'uso e con esclusione degli interventi pertinenziali di ampliamento volumetrico del 20%..   | F2  | F2  | F2  | F2   |
| <b>4</b>  | Interventi pertinenziali con ampliamento volumetrico del 20%  | F2  | F2  | F3  | n.f. |
| <b>5</b>  | <i>Interventi minori:</i> manufatti pertinenziali, volumi tecnici non interrati, piscine senza sbancamenti laterali, intercapedini interrati, vasche di raccolta, volumi tecnici interrati con scavi limitati all'ingombro del manufatto, addizioni volumetriche con ampliamenti all'interno della sagoma esistente | F2  | F2  | F3  | F3   |
| <b>6</b>  | <b><u>Trasformazioni urbanistico edilizie soggette a permesso a costruire (*art134)</u></b><br><i>comprendenti nuove edificazioni, opere di urbanizzazione primaria, infrastrutture e impianti, ristrutturazione urbanistica, piscine e impianti sportivi all'aperto</i>  |   |     |     |      |
| <b>7</b>  | -Addizioni volumetriche con ampliamento all'esterno della sagoma esistente anche nel quadro di sostituzioni edilizie comportanti completa demolizione e ricostruzione o ripristino edifici crollati   | F2  | F2  | F3  | n.f  |
| <b>8</b>  | -Sopraelevazioni comportanti rialzamento di un piano, cospicui carichi sul terreno o forti sovraccarichi sulle fondazioni   | F2  | F3  | F3  | n.f  |
| <b>9</b>  | Ristrutturazione edilizia ricostruttiva consistente in demolizione con fedele ricostruzione e/o demolizione con ricostruzione contestuale purchè non comportante aumenti di volume (c1 lett.4)  | F2  | F3  | F3  | n.f  |
|   | <i>Sistemazioni e opere di urbanizzazione primaria connesse a realizzazioni edilizie</i> comportanti sbancamenti in pendio, scavi e trincee, rilevati di riporto  |   |     |     |      |
| <b>10</b>   | - di altezza fino a m 1,50 di altezza   | F2  | F3  | F3  | F4   |
|   | - di altezza superiore a m 1,50 in assenza di opere di messa in sicurezza dell'area   | F3  | F3  | F3  | n.f. |

**NOTA ; la sigla n.f. (non fattibile) si riferisce a interventi in aree classificate G4 per i quali al momento il Ru non è corredato da studi di messa in sicurezza (punto 3.2.1 DGR 53/R/2011) che quindi si intendono a carico del proponente e dai cui esiti verrà definita la eventuale nuova fattibilità.**



| <b>TABELLA A</b>   |   | <b>CLASSE DI PERICOLOSITA'<br/>GEOMORFOLOGICA</b> |            |            |            |
|--|---|---|------------|------------|------------|
| <b>Classi di fattibilità in funzione della tipologia di intervento e della pericolosità geomorfologica</b> |   |   |            |            |            |
| <b>Categoria o tipologia di intervento *L.R.65/2014</b>  |   | <b>G.2a</b>                                       | <b>G.2</b> | <b>G.3</b> | <b>G.4</b> |
| <i>Parchi pubblici, zone destinate a verde pubblico attrezzato, impianti sportivi all'aperto:</i>          |   |   |            |            |            |
| <b>11</b>  | - per le parti a verde  | F1  | F1         | F1         | F1         |
| <b>12</b>  | -per attrezzature per sport all'aperto e tempo libero, sistemazioni esterne comportanti movimenti di terra, manufatti di servizio | F2  | F2         | F3         | n.f.       |
| <b>13</b>  | - per edifici di servizio (tribune, spogliatoi)   | F2  | F3         | F3         | n.f.       |
| <b>14</b>  | Nuova viabilità   | F2  | F2         | F3         | n.f.       |
| Aree destinate a parcheggi:  |   | F2  | F2         | F3         | n.f.       |
| <i>Aree agricole</i>   |   |   |            |            |            |
| <b>15</b>  | Invasi idrici collinari   | F3  | F3         | F4         | n.f.       |
| <b>16</b>  | Giardini, orti e coltivazioni a carattere amatoriale, comprese installazioni di manufatti agricoli reversibili                    | F1  | F1         | F1         | F2         |
| <b>17</b>  | Coltivazioni specializzate senza movimenti di terra, compresa installazione di serre stagionali e manufatti precari.              | F1  | F1         | F2         | F3         |
| <b>18</b>  | Coltivazioni specializzate con movimenti di terra e sistemazioni idraulico-agrarie superiori alla normale pratica agricola        | F2  | F4         | F3         | F4         |

| TABELLA B |   | CLASSE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA  |          |     |      |
|-----------|---|--|----------|-----|------|
|           |   | Classi di fattibilità in funzione della tipologia di intervento e della pericolosità idraulica |          |     |      |
|           | Categoria o tipologia di intervento*L.R.65/2014   | I.1  | I.2-I.2* | I.3 | I.4  |
| 1         | <b>Opere interventi e manufatti senza rilevanza edilizia (*art 137)</b> con esclusione di strutture tensostatiche stagionali  | F1   | F1       | F1  | F2   |
| 2         | <b>Interventi urbanistico edilizi soggetti ad attività libera (*art 136)</b> con esclusione di frazionamento di unità immobiliari (L.R. 21/12), impianti a terra per la produzione di energia e volumi tecnici interrati                                | F1   | F1       | F1  | F2   |
|           | -volumi tecnici interrati, parcheggi interrati, impianti a terra per produzione energia   | F1   | F2       | F3  | n.f. |
| 3         | <b>Interventi urbanistico-edilizi soggetti a SCIA (*art 135)</b> che <i>non determinano</i> nuove unità immobiliari (L.R. 21/12) o aumento di superficie coperta e con esclusione degli interventi pertinenziali di ampliamento volumetrico.            | F1   | F1       | F3  | F3   |
| 4         | <b>Trasformazioni urbanistico edilizie soggette a permesso a costruire (*art134)</b> comprendenti nuove edificazioni, opere di urbanizzazione primaria, infrastrutture e impianti, ristrutturazione urbanistica, piscine e impianti sportivi all'aperto |  |          |     |      |
| 5         | -Interventi sul patrimonio edilizio esistente che <i>determinano</i> nuove unità immobiliari con destinazione d'uso residenziale o aumento di superficie coperta  | F1   | F2       | F3  | n.f  |
| 6         | -Incrementi volumetrici da realizzarsi anche nel quadro di interventi urbanistico-edilizi comportanti completa demolizione e ricostruzione  | F1   | F1       | F4  | n.f  |
| 7         | -Nuovi edifici anche non destinati alla permanenza continuativa di persone, da realizzarsi anche nel quadro di interventi di sostituzione edilizia o di ristrutturazione urbanistica  | F1   | F2       | F4  | n.f  |
| 8         | -Nuovi edifici rurali o loro ampliamento  | F2   | F2       | F4  | n.f  |
| 9         | -Manufatti pertinenziali (compresi quelli del comma 2 lettera C) e volumi tecnici, depositi di merci e materiali all'aperto   | F1   | F1       | F3  | F4   |
|           | <i>Parchi pubblici, zone destinate a verde pubblico attrezzato, impianti sportivi all'aperto anche privati</i>  |  |          |     |      |
| 10        | - per le parti a verde  | F1   | F1       | F1  | F1   |
| 11        | - per attrezzature per sport all'aperto e tempo libero e manufatti di servizio, piscine   | F1   | F1       | F3  | n.f  |
| 12        | - per edifici di servizio (tribune, spogliatoi), piscine coperte  | F1   | F2       | F4  | n.f. |
|           | <i>Viabilità</i>  |  |          |     |      |
| 13        | -Aree all'interno del perimetro del centro abitato destinate alla realizzazione di infrastrutture lineari non diversamente localizzabili (nuova viabilità)  | F2   | F2       | F3  | F4   |
| 14        | -Aree nel territorio aperto destinate alla realizzazione di infrastrutture lineari non diversamente localizzabili (nuova viabilità)   | F2   | F3       | F4  | F4   |
|           | <i>Aree destinate a parcheggi:</i>  |  |          |     |      |
| 15        | - parcheggi pertinenziali privati a raso non eccedenti le dotazioni minime obbligatorie e non in fregio a corsi d'acqua   | F1   | F1       | F2  | n.f  |
| 16        | - parcheggi pubblici a raso; parcheggi in fregio a corsi d'acqua  | F1   | F1       | F1  | n.f  |
| 17        | - adeguamento e ampliamento parcheggi pubblici  | F1   | F2       | F3  | F4   |
|           | <i>Aree agricole</i>  |  |          |     |      |
| 18        | -Giardini, orti e coltivazioni a carattere amatoriale, esclusa l'installazione di manufatti agricoli reversibili  | F1   | F1       | F1  | F1   |
| 19        | -Coltivazioni specializzate anche con movimenti di terra, sistemazioni idraulico agrarie.   | F1   | F1       | F2  | F2   |
| 20        | Installazione di manufatti agricoli reversibili (serre)   | F1   | F1       | F1  | n.f. |

**NOTA ; la sigla n.f. (non fattibile) si riferisce a interventi in aree classificate I4 per le quali ai sensi della L.R. 21/12 non sono stati realizzati studi o interventi di messa in sicurezza. Nelle aree interessate dagli studi del RU la fattibilità degli interventi è subordinata alla loro messa in sicurezza preliminare o contestuale**

## 10. Attribuzione di fattibilità alle previsioni delle schede urbanistiche

**Ciascuna scheda urbanistica delle Norme di Attuazione contiene un settore di norme di attuazione geologiche che riporta la classificazione di pericolosità e fattibilità con relative prescrizioni geologiche**, costituendo in tal modo univoco e complessivo riferimento normativo discendente dai precedenti punti della presente relazione.

Per una lettura sintetica e complessiva della classificazione di fattibilità delle previsioni del RU sono state predisposte le **tavole sinottiche** “ Carta della Fattibilità”: quella relativa al Capoluogo contiene la sovrapposizione con la pericolosità idraulica, quella relativa alle Frazioni contiene la sovrapposizione con la pericolosità geologica. Nella carta della Pericolosità Sismica sono riportati i perimetri delle schede urbanistiche.

## 11. Condizioni idrauliche di fattibilità delle previsioni di RU

*Volumi di compensazione.* Non sono presenti interventi per i quali sia prevista, sulla base della superficie coperta stimata, una compensazione idraulica significativamente superiore, alle quantità di “bonus ”relative alle aree del bacino idrologico sotteso (lettera c del punto 3.2.2.2.del regolamento). Al momento si prevede il recupero dei volumi idrici all'interno di ciascuna area mediante le soluzioni che saranno individuate più opportune con la progettazione.

## 12. Fattibilità opere pubbliche

Le Opere Pubbliche previste nel regolamento Urbanistico appartengono alle categorie:

### *Parcheggi pubblici*

- nuovo parcheggio di v.le della Resistenza mq 1900
- ampliamento parcheggi presso Stazione ferroviaria mq 3000
- nuovo parcheggio limitrofo scuole elementari mq 1700

### *Viabilità con lunghezza minore di m 200*

- tratto viabilità di collegamento con via Don Sturzo limitrofo al torrente le Cale m 120

### *Viabilità con lunghezza maggiore di m 200*

- tratto di viabilità di raccordo frazione di Luco sud-ovest m 220

- tratto di variante viaria nei pressi di Grezzano m 220

La tavole sinottiche "Carta della Fattibilità" contengono la sovrapposizione della pericolosità con le previsioni anche di opere pubbliche, consentendo l'immediata lettura sintetica della fattibilità

Fattibilità con riferimento ai criteri idraulici generali:

a- *parcheggi pubblici*, tutti con superficie superiore a mq 500:

1. parcheggi presso la stazione FS ricadono in area classificata in pericolosità I1: fattibilità Fi1 con prescrizione di mantenere il drenaggio delle acque superficiali nelle modifiche del reticolo idrologico

2. parcheggi di viale della Resistenza e delle Scuole elementari ricadono in area classificata in I2\*: fattibilità Fi2\* con prescrizione di adottare un franco idraulico di m 0,30 e di mantenere il drenaggio delle acque superficiali nelle modifiche del reticolo idrologico e nel rispetto delle salvaguardie di cui al R.D. 523 d2l 1905.

b- *viabilità*;

1. la previsione di viabilità collegamento con via Don Sturzo ricade in aree classificate in pericolosità I4 e I3: poiché trattasi di collegamento fra viabilità esistenti di lunghezza inferiore a m 200 si assegna la fattibilità Fi4 con prescrizione di realizzazione con modalità di sicurezza idraulica e senza aumento del rischio nelle aree contermini(art.2 comma b- LR 21/12)

2. le previsioni di viabilità Luco sud-ovest e variante viaria Grezzano ricadenti in aree classificate in pericolosità I2: fattibilità FI2 con prescrizione di raccolta e regimazione delle acque superficiali mantenendo l'efficienza del reticolo idrologico.

Fattibilità con riferimento a gli ambiti geomorfologico e sismico:

- ai *parcheggi pubblici* ricadenti tutti in aree pianeggianti si assegna la classe di fattibilità Fg2 e Fs1 senza particolari prescrizioni salvo quelle collegate alla progettazione dalle norme di settore.

- alle previsioni di *viabilità* ricadenti tutti in aree pianeggianti si assegna la classe di fattibilità Fg2 e Fs1 senza particolari prescrizioni salvo quelle collegate alla progettazione dalle norme di settore. In corrispondenza dell'innesto della variante di Grezzano con la viabilità di fondovalle si prescrive l'esecuzione di indagini aventi per oggetto gli eventuali sbancamenti da precisare in fase di progetto preliminare.

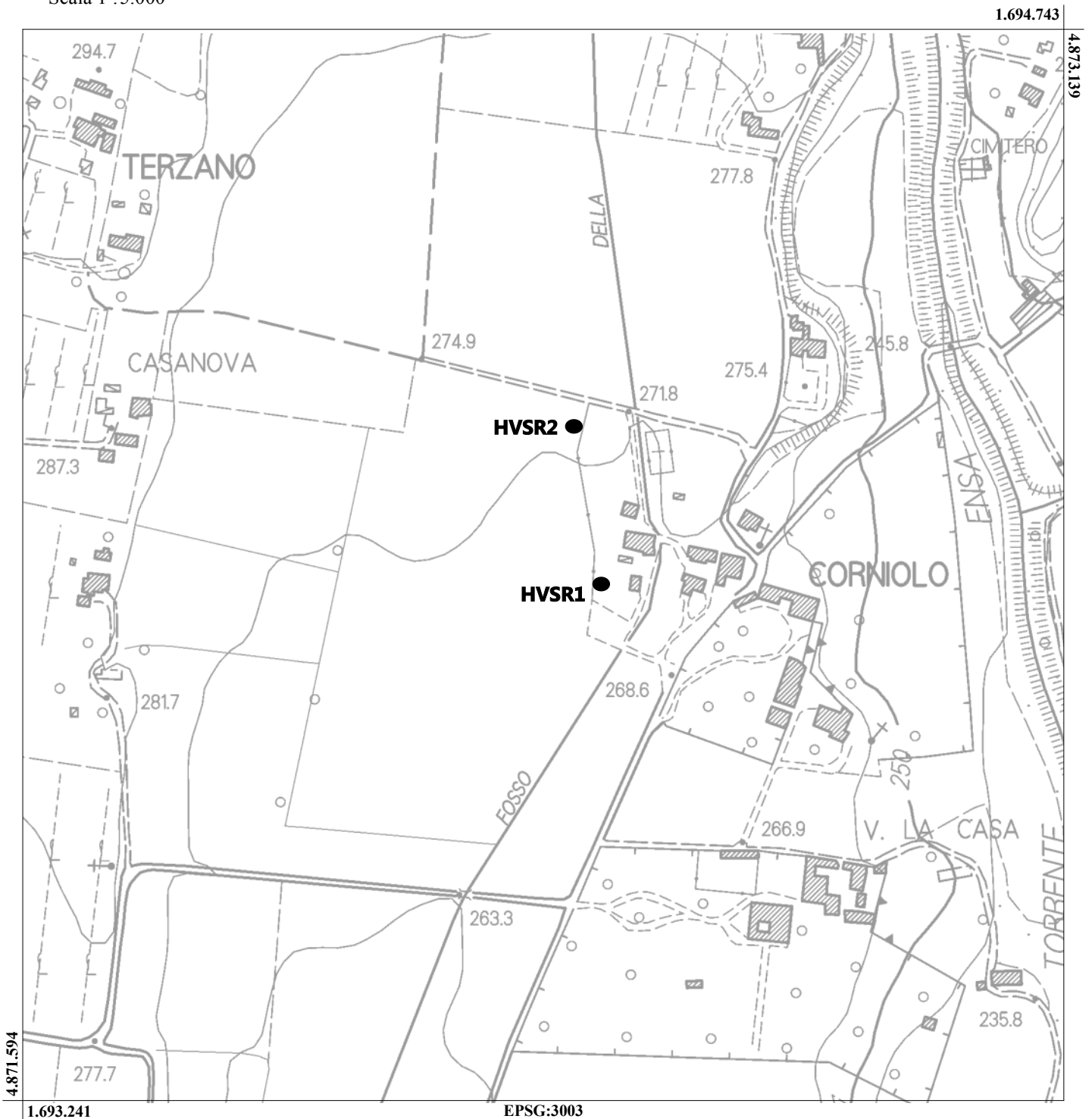
Firenze maggio 2016

Dott. geol. Luciano Lazzeri

**Piano di recupero turistico località Corniolo**

**Risultati delle misure di microtremore sismico a stazione singola**

Scala 1 :5.000



**Figura 1 - Ubicazione misure di rumore sismico**

A supporto della valutazione della fattibilità sismica della trasformazione di cui alla scheda TA/05 sono state eseguite nel mese di aprile 2016 n.2 misure di microtremore sismico a stazione singola, mediante sismografo portatile a tre componenti "SARA SR04S3", dotato di velocimetro a 4,5 Hz, su terreno naturale nelle posizioni indicate in figura 1, in condizioni di assenza di vento significativo e di pioggia, con frequenza di acquisizione pari a 100 Hz.

Le acquisizioni, di durata pari a 30 minuti per prova, sono su terreno naturale in un contesto campestre a bassa antropizzazione, quindi con disturbo del segnale dovuto a fenomeni transitori prevedibilmente basso.

L'elaborazione della registrazione si è basata su finestre in tutti i casi assunte pari a 20 secondi; le operazioni di lisciamento si sono avvalse del metodo Konno-Ohmachi.

I risultati, riportati nella certificazione allegata, mostrano in tutti i casi assenza di picchi di risonanza significativi nell'intervallo di frequenze di interesse in chiave sismo-stratigrafica (0,1 - 20 Hz): i valori di massimo del rapporto H/V mai superiori a 3 indicano infatti una assenza di fenomeni di amplificazione importante a scala locale.

La tecnica di analisi di Nakamura (HVSR) mostra in ogni caso come sia comune a entrambe le prove la presenza di due picchi abbastanza ben definiti anche se di modesta ampiezza: il primo si attesta a frequenza pari a circa  $f_1=0,25$  hz ed è caratterizzato in entrambe le prove da una buona costanza azimuthale ("stazionarietà") e da una lieve inversione della componente verticale dello spettro rispetto alle componenti E e W; il secondo, più marcato in entrambe le misure, si colloca a frequenze molto alte ( $f_2=13,0$  e  $16,0$  hz) ed anche in questo caso si segnala ottima stazionarietà e una lieve inversione della componente verticale dello spettro rispetto alle componenti E e W.

I picchi descritti possono essere messi in relazione a contrasti di impedenza sismica, probabilmente di bassa entità, legati a cambiamenti litologici presenti nel sottosuolo dell'area indagata: in particolare il picco ad elevata frequenza ( $f_2$ ) potrebbe riferirsi a un orizzonte sismo-stratigrafico molto superficiale, forse legato agli esegui spessori di coperture alluvionali presenti nella zona; il picco a frequenza  $f_1=0,25$ , pur collocandosi in un range di frequenze in cui risulta molto forte il disturbo dovuto a fattori di natura non geologica, potrebbe invece essere messo in relazione a un riflettore sismico collocato a grande profondità.

## HVSR1 - STATION INFORMATION

*Station code:* TA/05

*Model:* SARA GEOBOX

*Sensor:* SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

*Notes:* -

## PLACE INFORMATION

*Place ID:* Corniolo HVSR1

*Address:* Località Mucciano

*Latitude:* 43,97849N

*Longitude:* 011,41915E

*Elevation:* 0

*Weather:* -

*Notes:* -

## SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

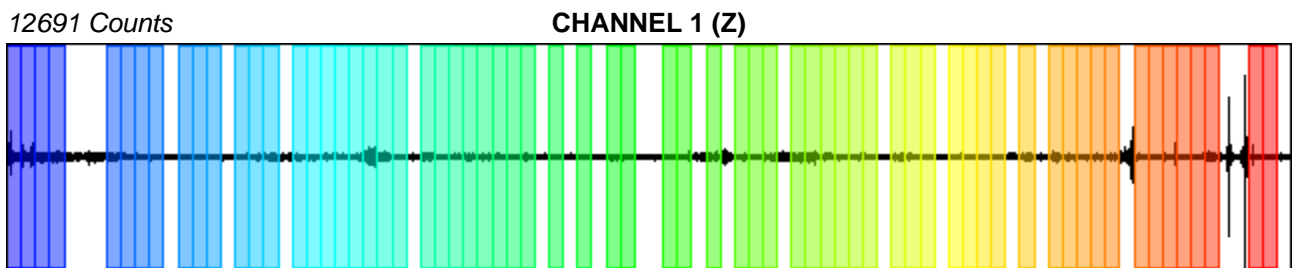
Recording start time: 2016/04/06 15:45:27

Recording length: 30 min

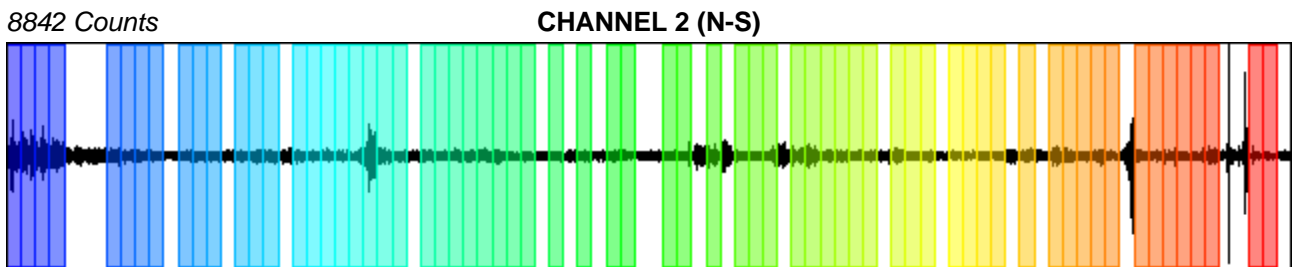
Windows count: 67

Average windows length: 20

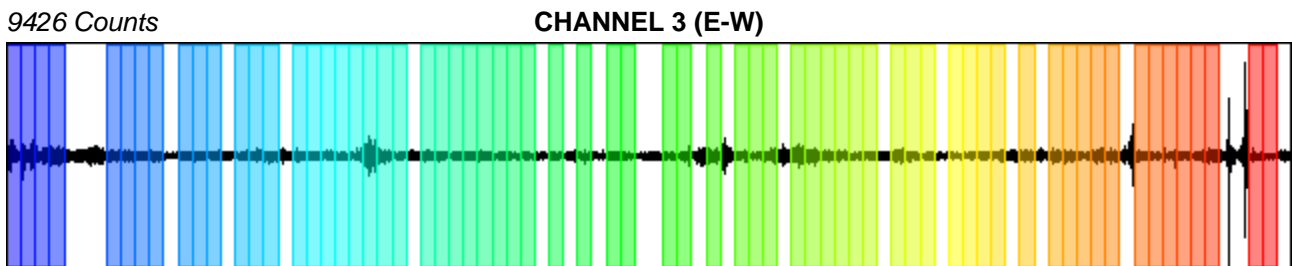
Signal coverage: 74.45 %



-17364 Counts



-8528 Counts



-11175 Counts



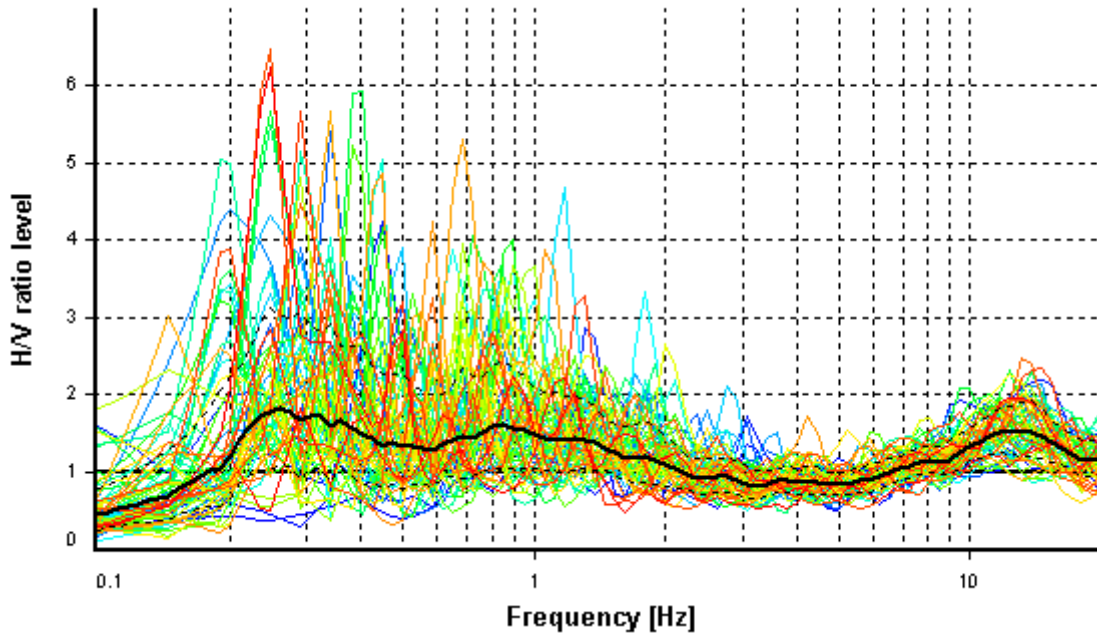
### HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

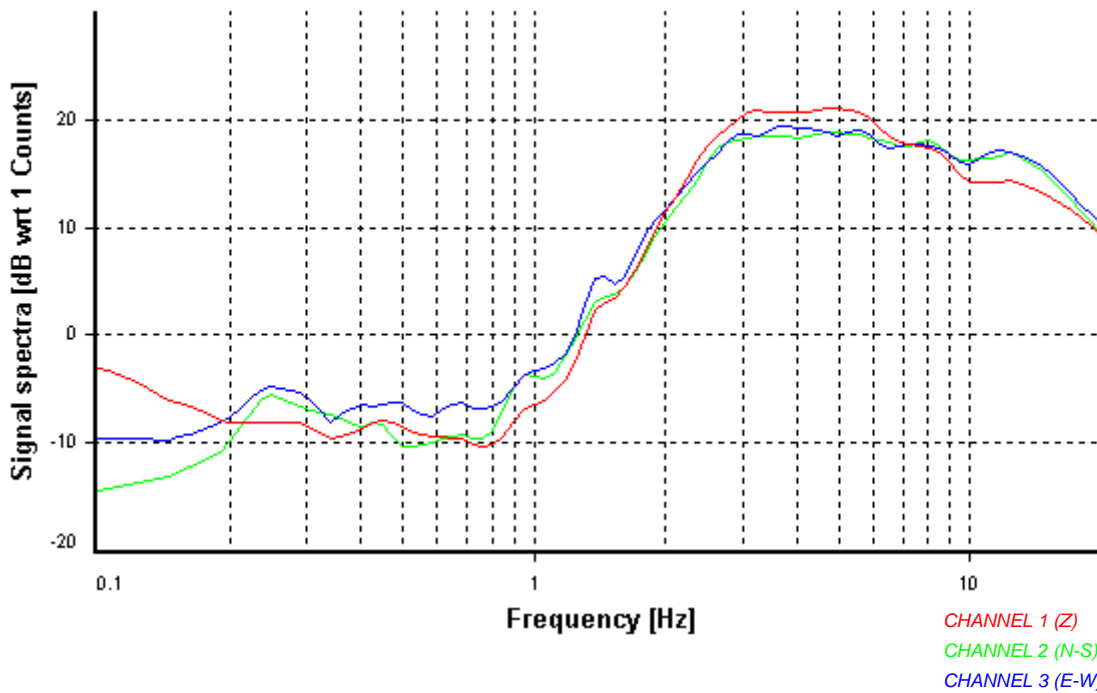
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

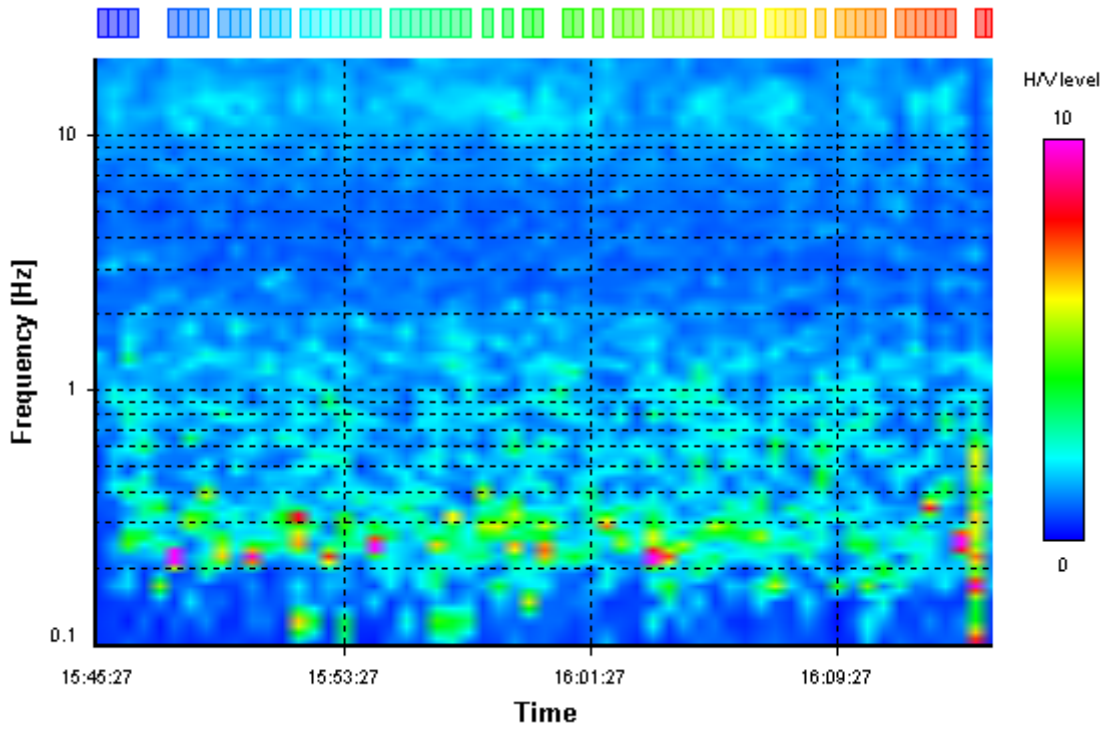
#### HVSR average



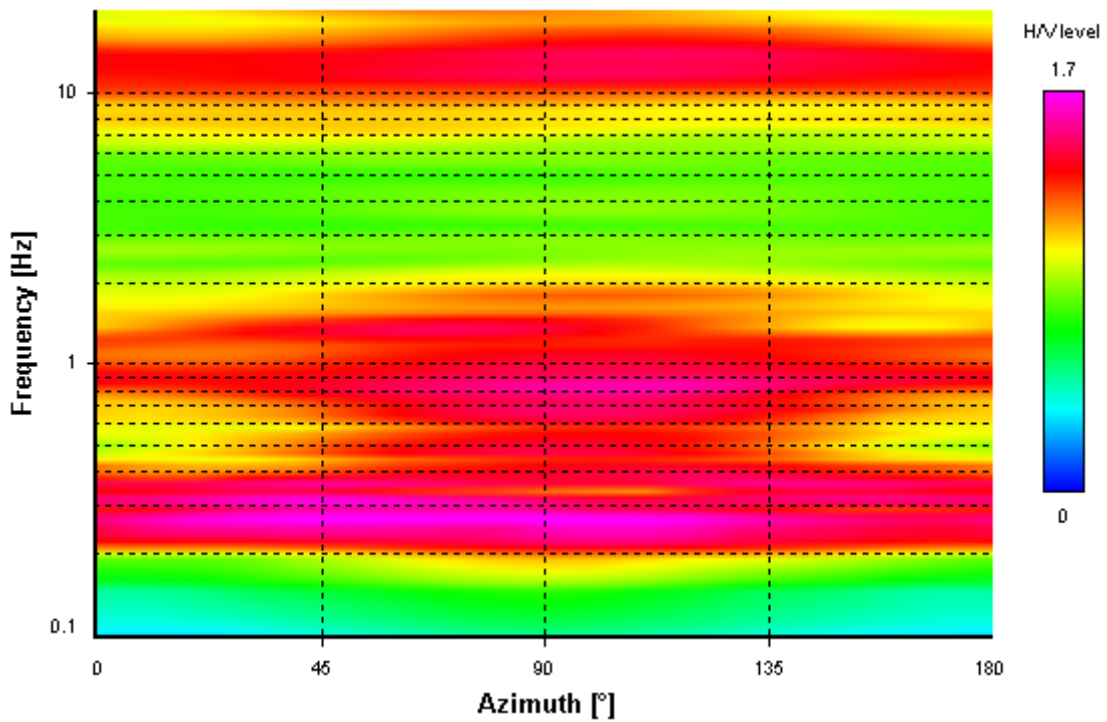
#### Signal spectra average



### HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



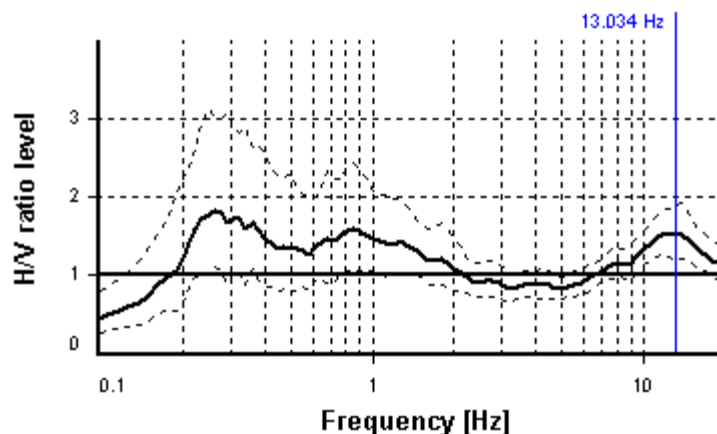
### HVSR directional analysis



## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**

13.034 Hz



| HVSR curve reliability criteria                               |   |    |
|---|---|----|
| $f_0 > 10 / L_w$  | 67 valid windows (length > 0.77 s ) out of 67 | OK |
| $n_c(f_0) > 200$  | 17465.98 > 200                                | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$                     | Exceeded 0 times in 21                        | OK |
| HVSR peak clarity criteria                                    |   |    |
| $\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$    | 0 Hz  | NO |
| $\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$ | 0 Hz  | NO |
| $A_0 > 2$   | 1.51 <= 2                                     | NO |
| $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$   | 10.15% > 5%                                   | NO |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                 | 1.74696 >= 0.65172                            | NO |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                 | 1.26417 < 1.58                                | OK |
| Overall criteria fulfillment                                  |   | NO |

## HVSR2 - STATION INFORMATION

*Station code:* TA/05

*Model:* SARA GEOBOX

*Sensor:* SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

*Notes:* -

## PLACE INFORMATION

*Place ID:* Corniolo HVSR2

*Address:* Località Mucciano

*Latitude:* -

*Longitude:* -

*Elevation:* 0

*Weather:* -

*Notes:* -

## SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

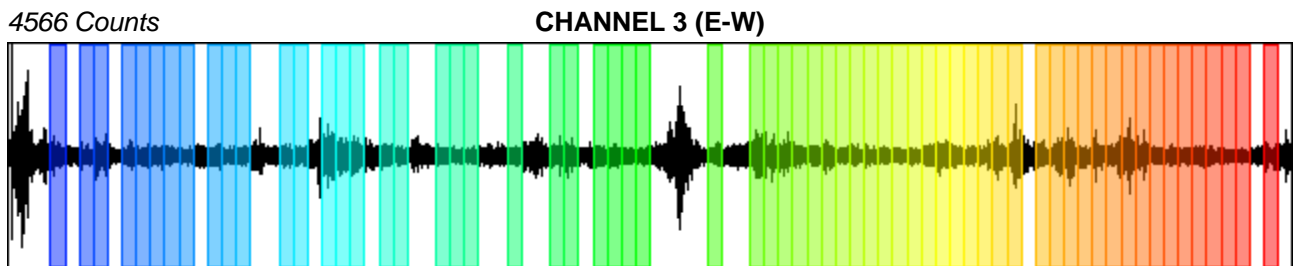
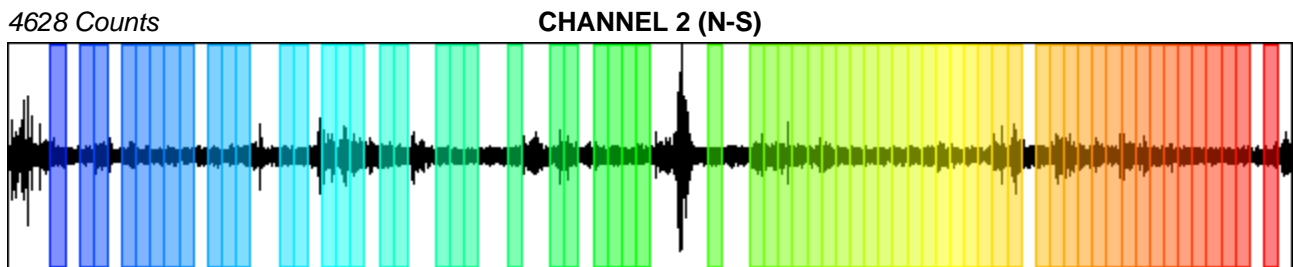
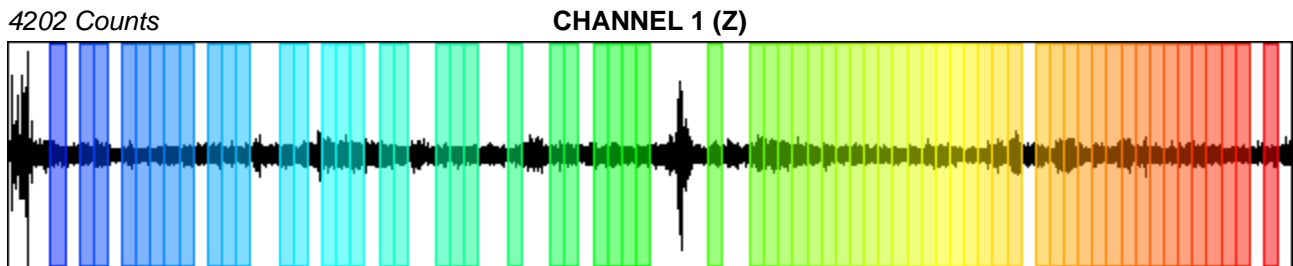
Recording start time: 2016/04/06 16:25:00

Recording length: 29.99 min

Windows count: 64

Average windows length: 20

Signal coverage: 71.14 %



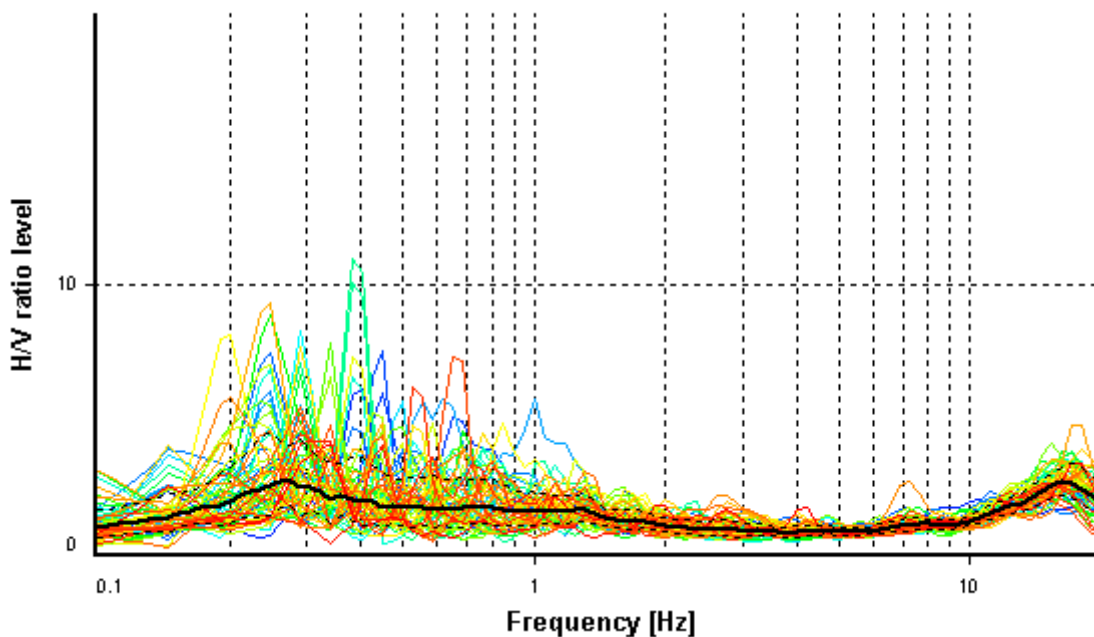
## HVSR ANALYSIS

*Tapering:* Enabled (Bandwith = 5%)

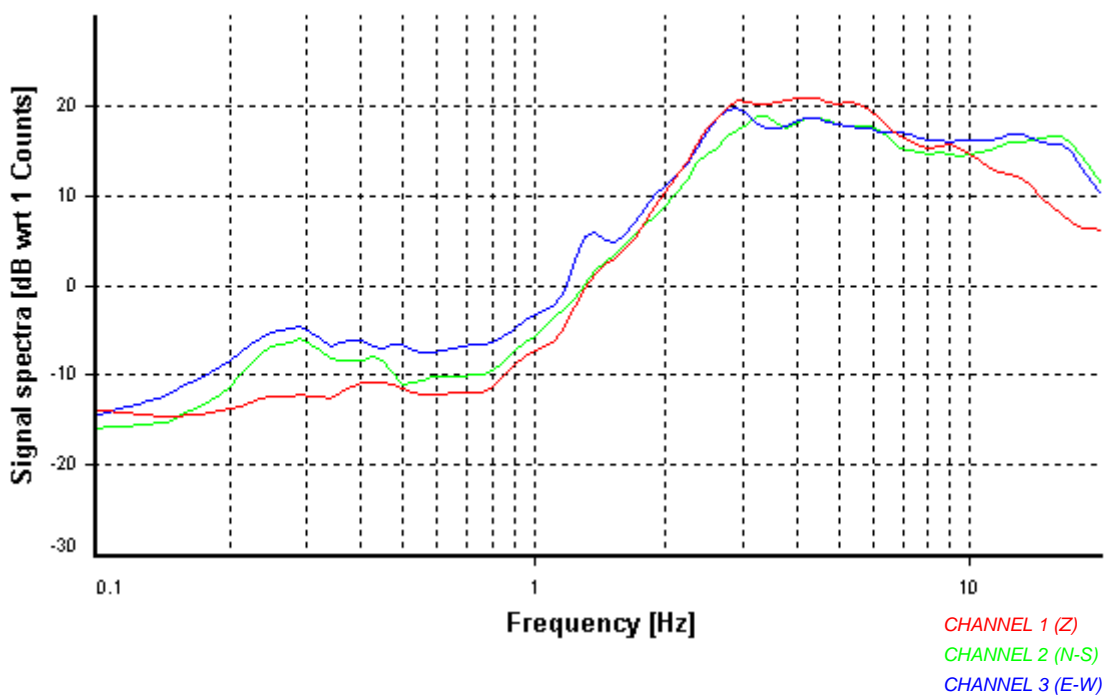
*Smoothing:* Konno-Ohmachi (Bandwith coefficient = 40)

*Instrumental correction:* Disabled

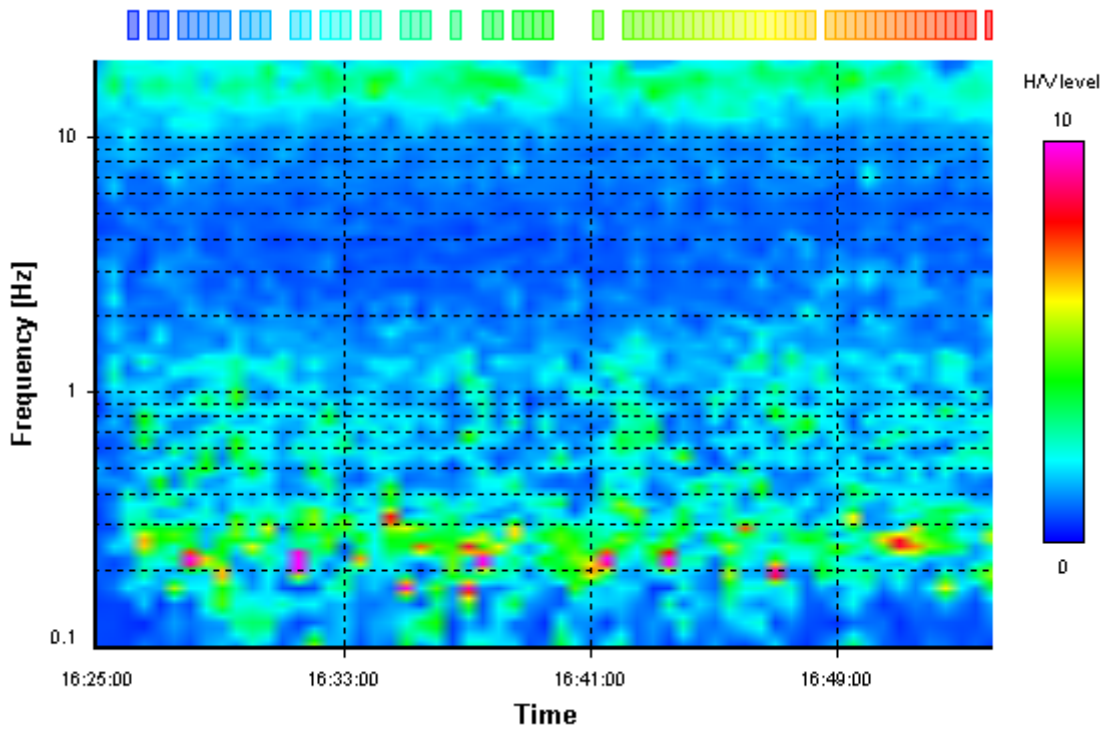
### HVSR average



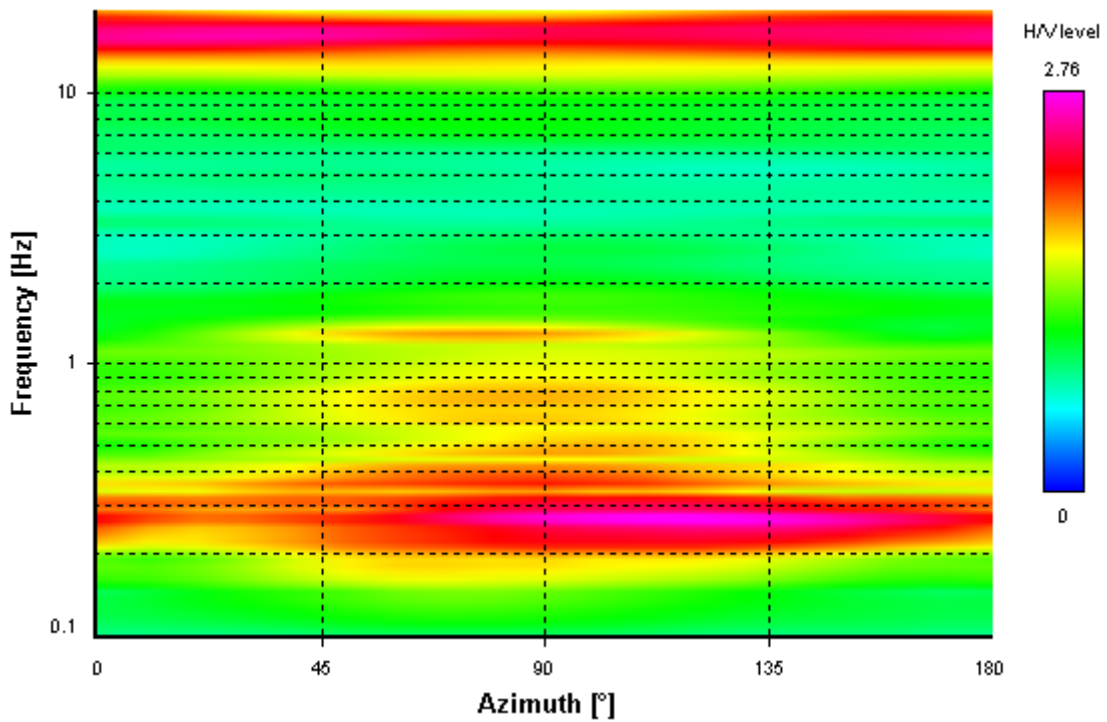
### Signal spectra average



### HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



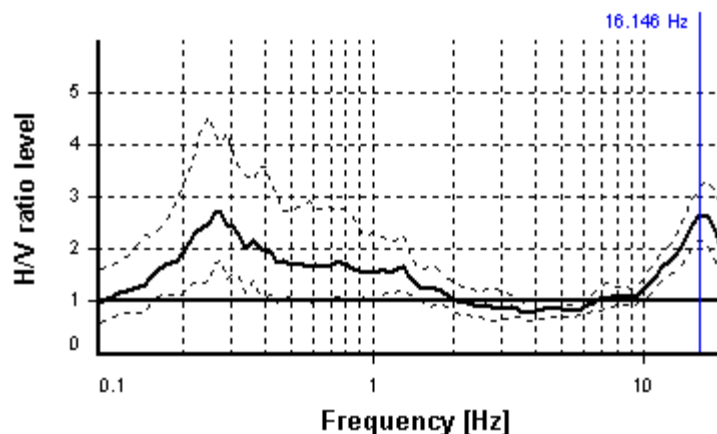
### HVSR directional analysis



## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**

16.146 Hz



| HVSR curve reliability criteria                               |   |    |
|---|---|----|
| $f_0 > 10 / L_w$  | 64 valid windows (length > 0.62 s ) out of 64 | OK |
| $n_c(f_0) > 200$  | 20666.6 > 200                                 | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$                     | Exceeded 0 times in 17                        | OK |
| HVSR peak clarity criteria                                    |   |    |
| $\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$    | 9.97412 Hz                                    | OK |
| $\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$ | 0 Hz  | NO |
| $A_0 > 2$   | 2.64 > 2                                      | OK |
| $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$   | 5.5% > 5%                                     | NO |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                 | 1.33609 >= 0.80729                            | NO |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                 | 1.21363 < 1.58                                | OK |
| Overall criteria fulfillment                                  |   | NO |