

# COMUNE DI GREVE IN CHIANTI

Città Metropolitana di Firenze

## ADEGUAMENTO CAMPO SPORTIVO DI SAN POLO IN CHIANTI

### A15 - MODELLAZIONE SISMICA

ai sensi:

D. M. 17/1/18 – O.P.C.M. 3274/03 e succ. mod. e int- D.P.G.R 48/R/2003 - D.P.G.R. 36/R/2009 - D.P.R. 120/2017  
(D. L.vo 152/06, art. 185) - R. E. comunale vigente e adottato

**PROPRIETA':** Amministrazione Comunale

**PROGETTISTA:** Geom. Simone Coccia

Greve in Chianti,  
**Maggio 2018**

IL TECNICO:

Geologo Andrea Garugliieri



### STUDIO GEOLOGICO GARUGLIERI

Dott. Andrea Garugliieri - Geologo

Geologia Applicata, Tecnica, Agraria e Ambientale – Idraulica, Idrogeologia e ricerche idriche – Terre di scavo

Piazza delle Cantine n° 8 50022 Greve in Chianti - Firenze

tel. 055-853246 – fax 055-8544275 – E-mail: [geogaru@virgilio.it](mailto:geogaru@virgilio.it) - [geologaru@epap.sicurezzapostale.it](mailto:geologaru@epap.sicurezzapostale.it)

**COMUNE DI GREVE IN CHIANTI**  
Città Metropolitana di Firenze

**ADEGUAMENTO CAMPO SPORTIVO DI SAN POLO IN CHIANTI**

**MODELLAZIONE SISMICA**

ai sensi:

D. M. 17/1/18 – O.P.C.M. 3274/03 e succ. mod. e int. - D.P.G.R 48/R/2003- D.P.G.R. 36/R/2009 - D.P.R. 120/2017 (D. L.vo 152/06, art. 185.) - R. E. comunale vigente e adottato

**PROPRIETA':** Amministrazione Comunale

**PROGETTISTA:** Geom. Simone Coccia

**1- PREMESSA**

**1.1 - Caratteristiche generali dell'intervento**

Nella presente relazione vengono espressi i risultati di sopralluoghi e indagini svolte ed acquisite in corrispondenza e nelle vicinanze del campo da calcio nella frazione di San Polo in Chianti, per il quale sono previsti interventi di adeguamento per rispettare il regolamento della Lega Nazionale Dilettanti per i terreni di gioco delle squadre di 1° e 2° categoria.

Il progetto prevede l'ampliamento del campo da calcio verso l'attuale parcheggio (7 metri) con realizzazione di un muretto di contenimento in c.a, con altezza variabile fuori terra da 0,2 m ad 1,0 m.

**1.2 - Classe di indagine ai sensi dell'art. 7 del DPGR 36/2009**

Ai fini della normativa citata, la realizzazione del muretto in progetto in località San Polo è riferibile alla classe di indagine 1, (Opere di volume lordo < 150 mc e altezza in gronda < 6 m).

Con riferimento a tale classe di indagine sono sufficienti considerazioni di natura geologica, geofisica e geotecnica basate su indagini già eseguite in prossimità dell'intervento, o desunte da studi già compiuti e pubblicati con riferimento alle aree interessate.

Per la stesura degli elaborati tecnici vengono prese in considerazione le Norme Tecniche esplicative redatte dall'URTAT, relativamente al livello di indagine geognostica secondo la tipologia degli interventi e la relativa classe di indagine di riferimento.

## 1.3 - Quadro normativo

Il presente elaborato è redatto ai sensi del quadro normativo nazionale, regionale e comunale

### Piano Strutturale comunale e Regolamento Urbanistico

Per la zona di intervento la cartografia tematica dello Strumento Urbanistico comunale vigente (Piano Strutturale-R.U. 1999-2003) e di quello adottato (luglio 2016-gennaio 2018) evidenziano la seguente situazione:

- a) Area soggetta a vincolo idrogeologico (ex L. 3267/1923-DPGR 48/R/03);
- b) nessun processo di instabilità attivo del versante per gravità o erosione sia per la cartografia del PS vigente che del Q.C. del P.S. adottato.
- c) pericolosità geologica bassa (2) per lo strumento urbanistico vigente e moderata (PF1) per l'AdBFA (Tavv. 4 e 4 bis, allegate);
- d) Variante P.S. comunale adottato (luglio 2016-gennaio 2018): l'intervento ricade in area con **pericolosità geomorfologica media (G. 2)**: "...aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto".
- e) Variante P.S. comunale adottato (luglio 2016-gennaio 2018): l'intervento ricade in area a **pericolosità idraulica I.2 – media** e riferibile alle **zone di fondovalle soggette ad esondazioni per  $200 < Tr < 500$  anni**.  
Tale condizione corrisponde alla **Pericolosità da alluvione bassa (P1) dell'aggiornamento PAI (dicembre 2015, AdBD Appennino Settentrionale)**.
- f) Per quanto riguarda gli aspetti sismici, sulla base dei vari elementi di pericolosità sismica locale riportati nel DPGR 53/R/11 e nel recente P.S. adottato, l'area di intervento presenta una "**pericolosità sismica elevata (S3)**".

### Normative Regionali ed elementi cartografici

D.P.G.R. 48/R/2003 (Regolamento Vincolo Idrogeologico)

D.P.G.R. 36/R/2009 (Regolamento di attuazione art. 117 L.R. 1/2005)

Del. G.R.T. 878/2012 e succ. mod. e int. (Classificazione sismica regionale)

CARG – assenza di forme gravitative; presenza di coltri colluviali.

### Normative Nazionali e AdBFA

D. M. 17/1/2018 (Aggiornamento Norme Tecniche sulle Costruzioni)

O.P.C.M. 3274/2003 e succ. mod. e int. (Nuova Classificazione Sismica)

Pericolosità geomorfologica per frana: nessun elemento segnalato (AdBFA-IFFI);

## 2 – RELAZIONE SISMICA

Per quanto riguarda gli aspetti sismici, l'area di San Polo oggetto dell'intervento in progetto presenta una **pericolosità sismica elevata (S3)**.

### Comune di Greve in Chianti:

Zona sismica ai sensi DGRT 878/2012 e segg.: **3** ( $ag/g \leq 0,15$ )

Zona a bassa sismicità di fascia C

Zona Sismica ZS 915 Chianti-Versilia (Terremoto atteso: 5,4 M)

Per quanto riguarda la **sismicità storica dell'area** risulta che questa si trova ad una distanza di circa 4 km ad est da una faglia attiva che interessa tutta la parte nord-occidentale del comune di Greve in Chianti (SIT Provincia – Mappa delle faglie attive e dei terremoti storici); la località di S. Polo si trova a circa 11 km a SE di un terremoto storico con intensità di  $3,0 < MCS < 5,0$  avvenuto nel 1959 .

### 2.1 - Definizione della categoria sismica suolo di fondazione (Vs30)

In relazione all'entità dell'opera in progetto (categoria d'indagine 1, DPGR 36/R/09), si è fatto riferimento a dati sismici ricavati da una base sismica a rifrazione eseguita a circa 120 metri ad est, confrontata con un D-H eseguito circa 700 m a NO, entrambi in simile contesto litostratigrafico di quello interessato al progetto in esame (vedi allegati).

L'elaborazione dei dati sismici ha consentito l'identificazione della categoria del suolo di fondazione, ottenuta attraverso la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio, detta "VS30".

In funzione delle risultanze ottenute nella prospezione geofisica svolta, si definisce una: **Vs<sub>30</sub> = 589 m/sec**

Sulla base del valore di Vs30 definito, il sito risulta attribuibile alla **categoria di suolo di fondazione B**

### 2.2 – Definizione di superfici risonanti (HVSR)

#### **Carta della microzonazione omogenea in prospettiva sismica P.S. e P.O. gennaio 2018)**

All'interno del Quadro Conoscitivo del Piano Strutturale e della successiva Variante al RUC, dalla GeoProgetti Associati è stato svolto uno Studio di Microzonazione di 1° Livello per le UTOE comunali.

Nell'ambito della Variante puntuale al RUC e Piano Attuativo relativo al LL3 di S.Polo, si è ulteriormente incrementato il livello di studio per tale area, eseguendo altre 2 misure di rumore sismico ambientale HVSR (ricerca di

superfici risonanti sul versante) ed una sismica masw (ricerca substrato sismico e definizione categoria di suolo).

Dati da Variante RUC (adozione luglio 2016):

HVSR 36

HVSR 37

In corrispondenza degli edifici residenziali previsti a circa 100 m di distanza dall'intervento in progetto si sono eseguite le seguenti, ulteriori, indagini:

HVSR 1

HVSR 2

Masw (Vs30)

Le ulteriori indagini eseguite non hanno fornito significative indicazioni rispetto a quanto acquisito dal P.S. e P.O. adottati (gennaio 2018).

L'area interessata all'ampliamento del campo di calcio, in quanto planeggiante, si presenta praticamente esente da instabilità indotte da sollecitazioni, mentre è soggetta a limitati fenomeni di amplificazione locale (Z3).

In particolare la sismostratigrafia individuata risulta la "2003" con un primo livello di coperture alluvionali entro 6-10 m di spessore su un substrato lapideo stratificato Vs > 800 m/s.

Nel dettaglio la "superficie risonante" individuata con le H/V di esecuzione ProGeo Associati-Variante RUC (giugno 2015, vedi schede 35 e 36 allegate), corrisponde all'interfaccia tra la copertura alluvionale ed il substrato litoide alterato.

## 2.3 – Parametrizzazione Sismica Locale

Di seguito si riassumono le principali caratteristiche sismiche dell'area e del substrato di intervento, ai sensi delle NTC 2018.

**Tabella 3: Parametrizzazione sismica locale e di progetto**

Comune	Greve in Chianti
Località	S. Polo in Chianti
Coordinate WGS84	Long. 11,36089 Latit. 43,67204
<b>DATI DI PROGETTO</b>	
Coeff. di importanza (yt)	1,0
Classe d'uso della costruzione	I
Coeff. di classe d'uso (Cu)	0,7
Vita nominale (Vn)	50 anni
Periodo di riferimento (Vn x Cu)	35 anni
Fattore di struttura (q <sub>o</sub> )	1,5
Stato limite di progetto	SLV

PARAMETRI SISMICI LOCALI	
Sottozona sismica regionale	<b>Zona 3 (DGRT 878/2012)</b>
Accelerazione orizzontale max regionale	<b>&lt; 0,15 g (DGRT 878/2012)</b>
Categoria sismica del suolo di fondazione (da prova sismica a rifrazione e prova down-hole rispettivamente distanti 120 m (2004) e 700 m (settembre 2011))	<b>B</b> (Vs30=589-581 m/s) "Rocce tenere o depositi..... con graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, con valori di 360 < Vs30 < 800)".
Coeff. amplificazione topografica (St)	<b>1,0</b> (Cat. T1, pendio < 15°)
Coeff. di amplificazione stratigrafica (Ss)	<b>1,2</b> (suolo categoria sismica B)
Attitudine alla liquefazione	<b>bassa</b>
Attitudine alla densificazione	<b>bassa</b>
Fenomeni di amplificazione locali	<b>Scarsa propensione</b>
<b>SLE = SLD</b>	
Ag orizz.le massima attesa su suolo rigido	<b>0,047 g</b>
Coefficiente sismico spinta orizzontale ( $kh_k$ )	<b>0,0137</b>
Accelerazione orizzontale max attesa al sito ( $SLD a_{max} = St \times S_s \times a_g$ )	<b>0,057</b>
<b>SLU = SLV</b>	
Ag orizz.le massima attesa su suolo rigido	<b>0,109 g</b>
Coefficiente sismico spinta orizzontale ( $kh_k$ )	<b>0,0377</b>
Accelerazione orizzontale max attesa al sito ( $SLV a_{max} = St \times S_s \times a_g$ )	<b>0,131</b>

Mediante il programma messo a punto dal Consiglio Superiore dei LL. PP. ("Spettri di risposta" ver. 1.0.3) si sono elaborate le azioni di progetto (accelerazioni al suolo) in ragione delle locali condizioni elasto-stratigrafiche, topografiche e di importanze del manufatto.

Si sono prese in considerazione le seguenti azioni sismiche:

Per gli Stati Limite di Esercizio = **SLD** (stato Limite di Danno: danni lievi ma Rimane in esercizio)

Per gli Stati Limite Ultimo = **SLV** (stato Limite di salvaguardia Vita: crolli parziali, buona resistenza verticale e margine di sicurezza orizzontale basso)

Elaborando con il programma fornito dal Consiglio Superiore LL. PP. si sono ottenuti gli spettrogrammi e gli incrementi delle accelerazioni al suolo ai vari tempi di ritorno e stati limite considerati (vedi **Allegati**).

Per mezzo di altro software (McCoy, 2009 Università di Chieti), si sono calcolati gli Input sismici per lo SLD e lo SLV (vedi Allegati).

Greve in Chianti, 31 maggio 2018

Geologo Andrea Garuglieri

### ALLEGATI:

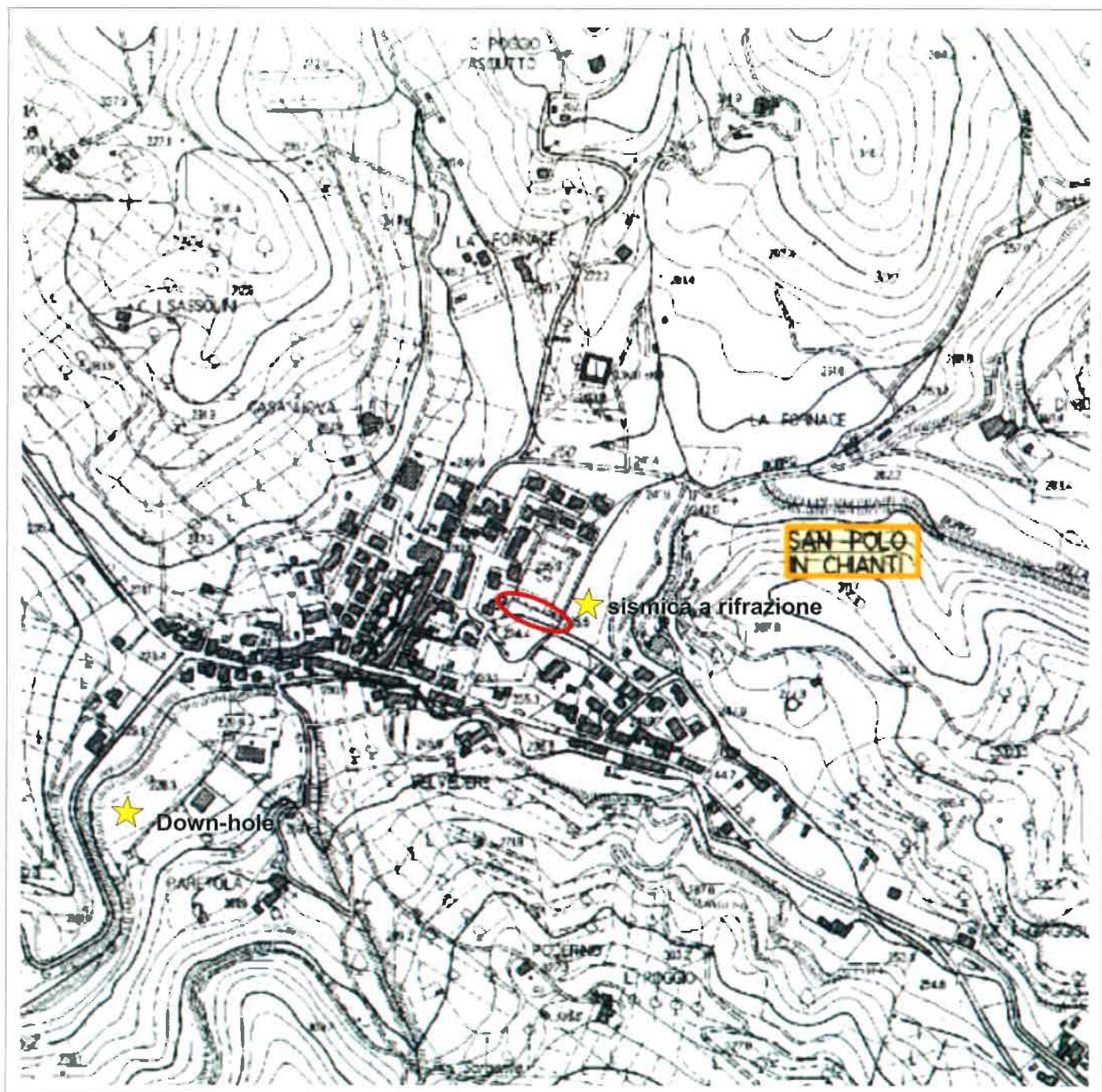
Corografia e cartografia geologico-sismica

Spettro di risposta sismica locale (Spettri, ver. 1.0.3)

Input sismico locale (SLD – SLV)



**Tavola 1**  
**COROGRAFIA AREA INTERVENTO**



scala 1 : 10,000

 area intervento

## Tavola 2

# CARTA GEOLOGICA

(DB Geologico regionale, integrata)

## Frana

- stato di attività' indeterminato - indeterminato
- inattivo quiescente - indeterminato
- inattivo quiescente - di scorrimento lento o rapido (<1m/s)

## Depositi superficiali

- Detriti di falda - Olocene
- Depositi eluvio-colluviali

## Limite geologico

- contatto stratigrafico e/o litologico - certo
- - - contatto stratigrafico e/o litologico - attivato
- faglia - certo
- - - faglia - incerto
- - - faglia - sepolto
- ||||| faglia diretta - certo

## Unita geologica areale

- b - Depositi alluvionali attuali OLOCENE
- SIL - Formazione di Silano CRETACICO SUPERIORE - PALEOCENE
- MAC - Macigno OLIGOCENE SUPERIORE - MIOCENE INFERIORE
- MACa - Macigno: Olistostromi di materiale ligure e subligure con intercalazioni di marine siltose (POO)

50°  
F  
giacitura e inclinazione strati

area intervento

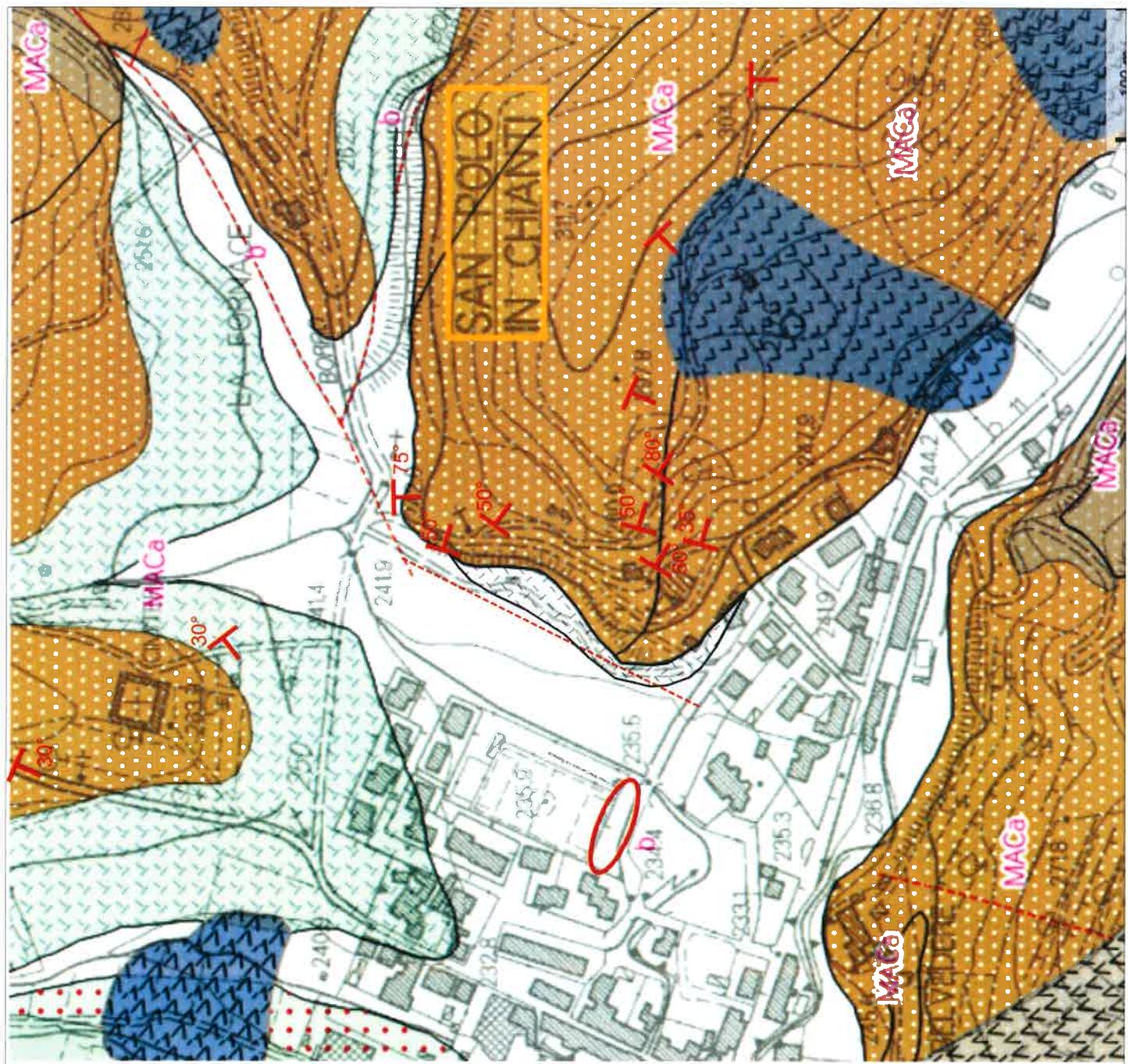
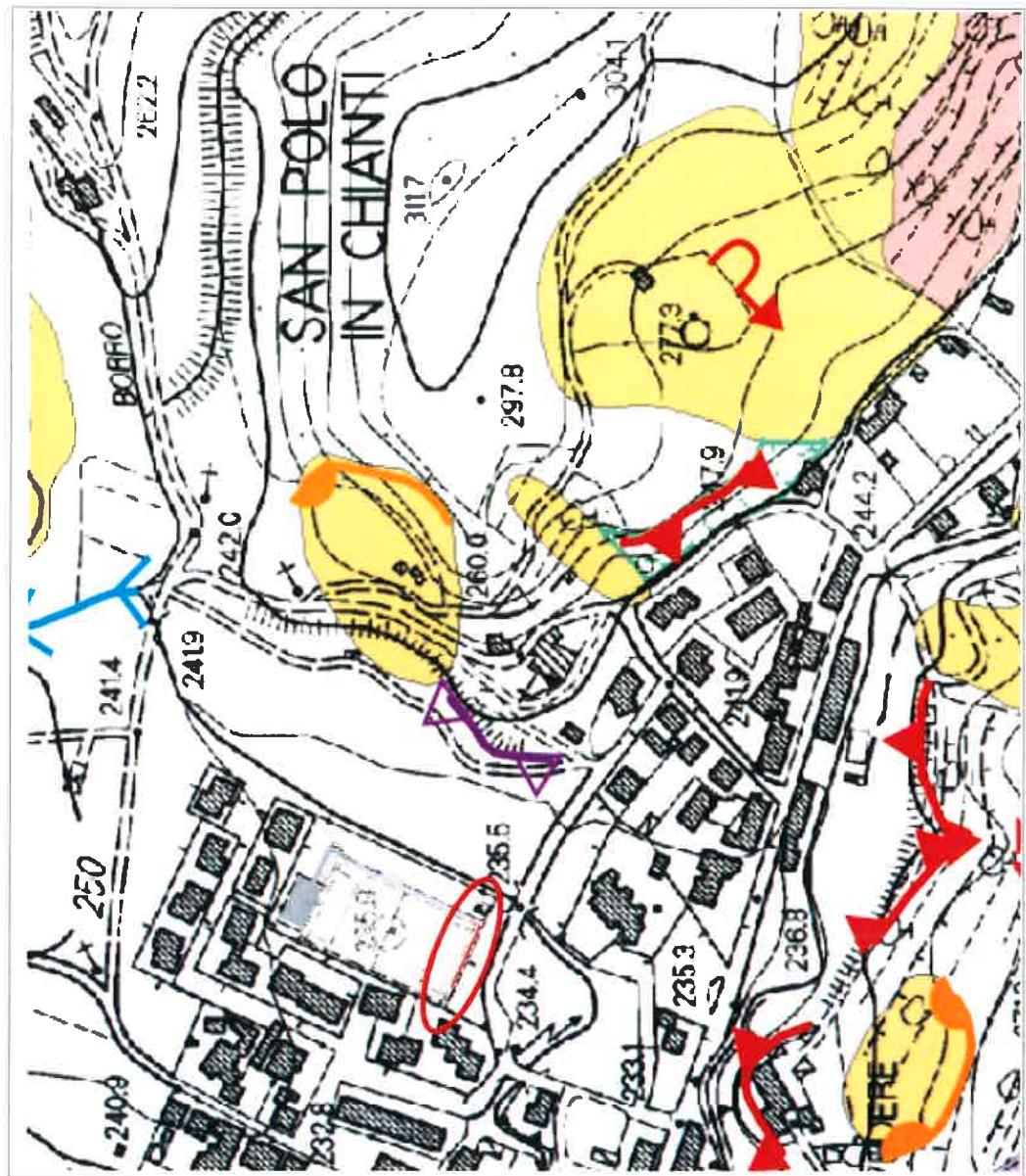


Tavola 3

### CARTA GEOMORFOLOGICA

(estratta da tav.01 della Variante confermativa al R.U.2016, agg. dicembre 2017)



#### Legenda:

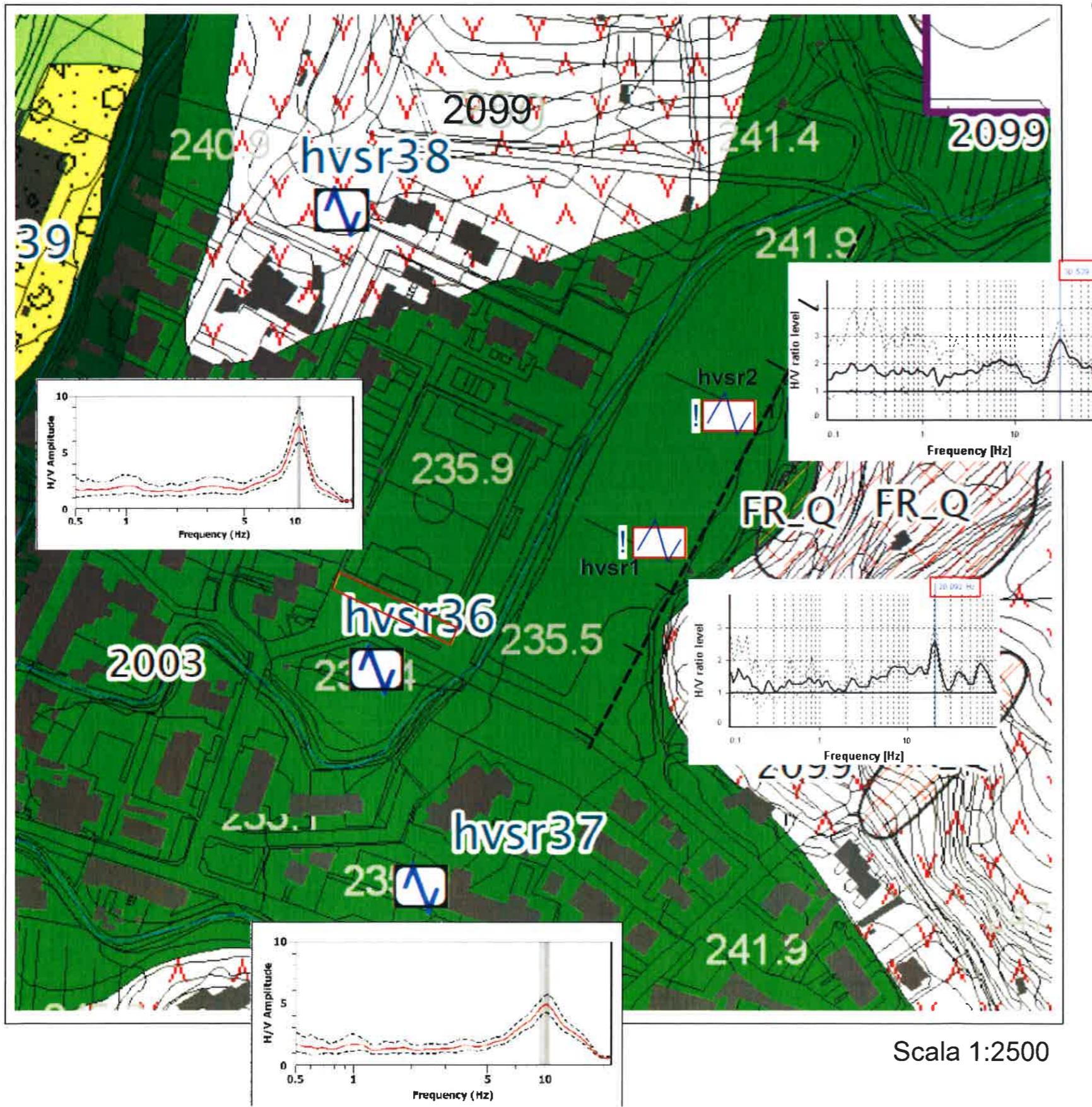
Inattivo	
Quiescente	■
Attivo	■
Frane, processi e depositi gravitativi di versante	■
Corpo di frana	■
Frane diffusa	■
Deformazioni superficiali	■
Area interessata da soliflusso	■
Corona di frana	■
Soliflusso localizzato	■
Scarpata	■
Frana di limitata estensione	■
Forme, processi e depositi per acque correnti superficiali	■
Erosione laterale di sponda	■
Alveo in approfondimento	■
Forme, processi e depositi antropici e manufatti	■
Versante con modifiche per interventi antropici	■
Area intensamente modellata	■
Argini	■
Cava attiva	■
Cava inattiva	■
Superficie di riporto	■

area intervento

Tavola 3 bis



Tavola 5



## CARTA MOPS E DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DEI DEPOSITI

(su base cartografica MOPS, Piano Strutturale-Q.C. - Variante adeguamento R.U.)

## Legenda

fo (Hz) (scala di colori)

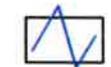
- Nessuna risonanza (0)
- fo<1,0
- 1,0<=fo<2,5
- 2,5<=fo<5,0
- 5,0<=fo<10,0
- fo>10,0

Ao (dimensioni crescenti)

- ! 1,1<=Ao<2
- ! 2,0<=Ao<3,0 hvsr1 hvsr2
- ! 3,0<=Ao<5,0
- ! 5,0<=Ao



punto di misura di rumore sismico-ambientale sito-specifico (LL3)



punto di misura di rumore sismico-ambientale P.S. 2016

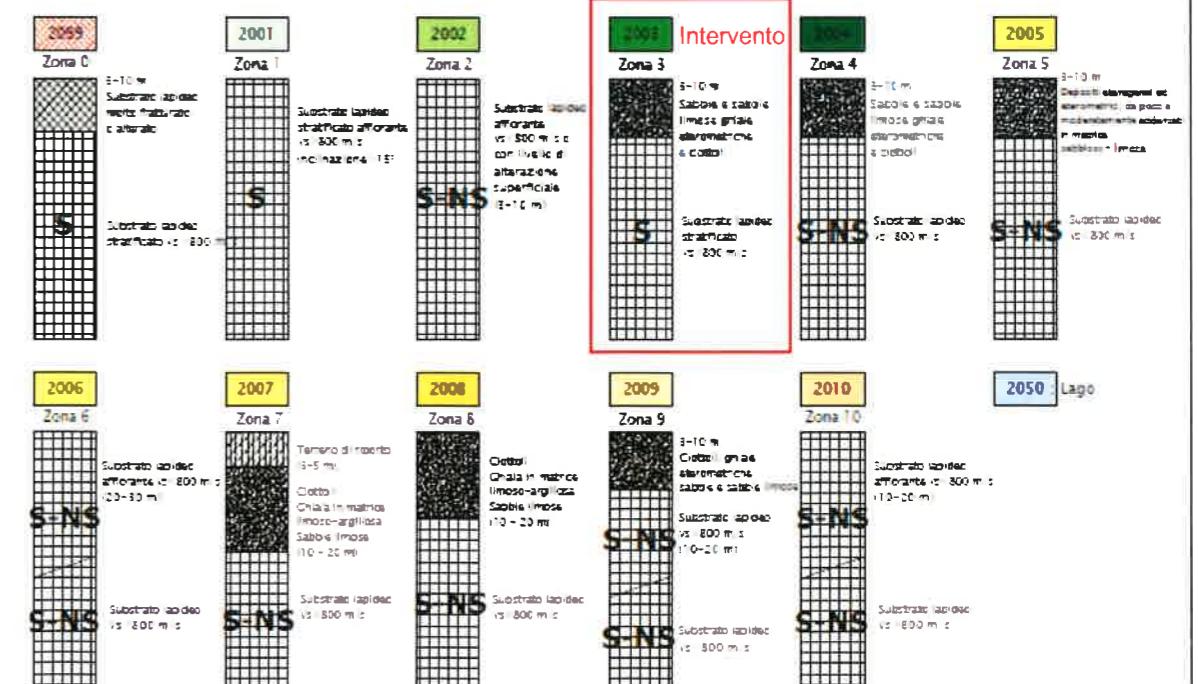


Probabile Faglia diretta, non attiva



Ampliamento campo calcio

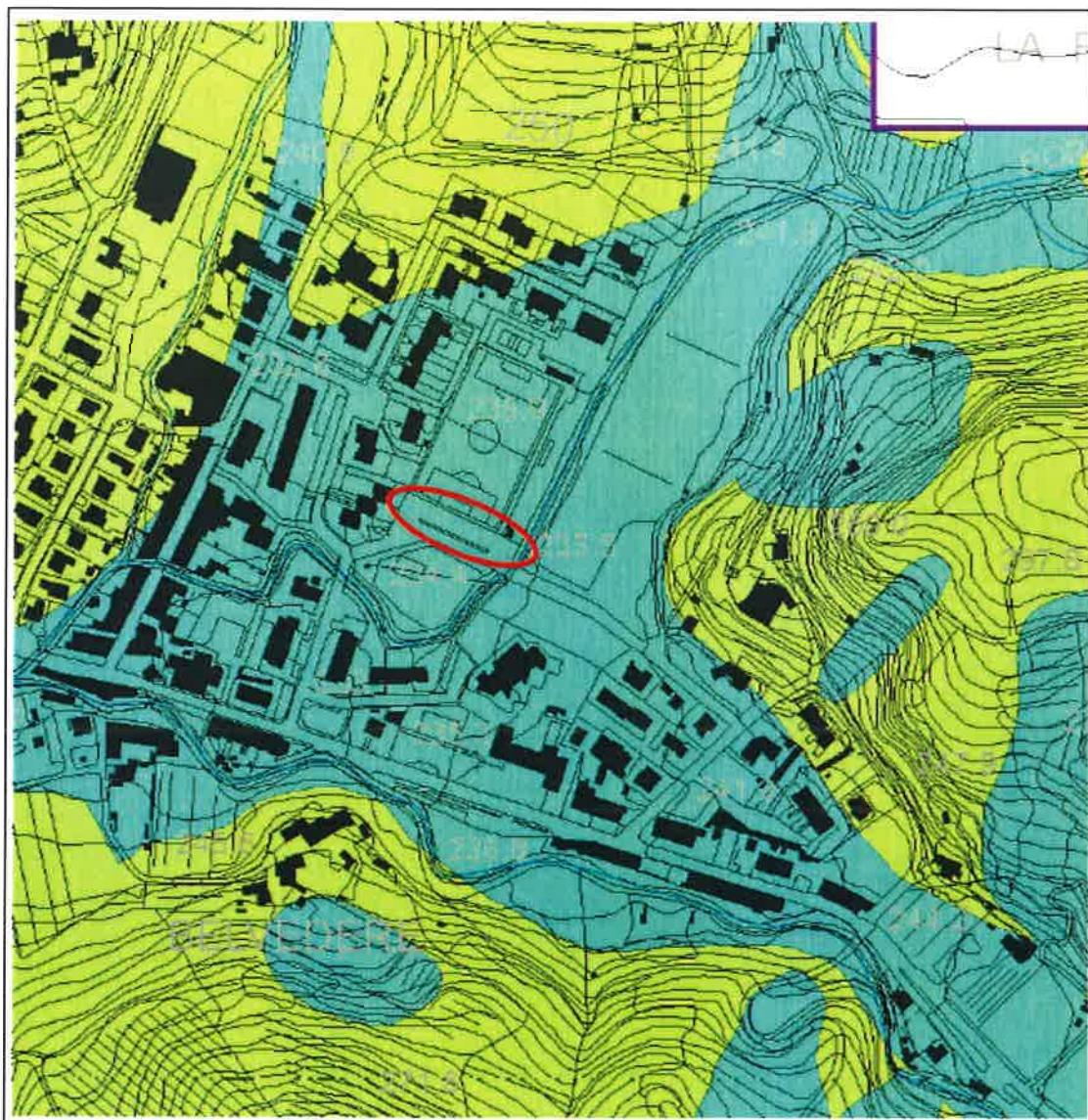
## Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



## Tavola 6

## CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

(estratta da: Piano Strutturale-Q.C. - Variante adeguamento R.U., adozione luglio 2016)



## Legenda

scala 1:5000

Pericolosità Sismica Locale ai sensi del DPGR n. 53/R

## S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata

zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici

area intervento

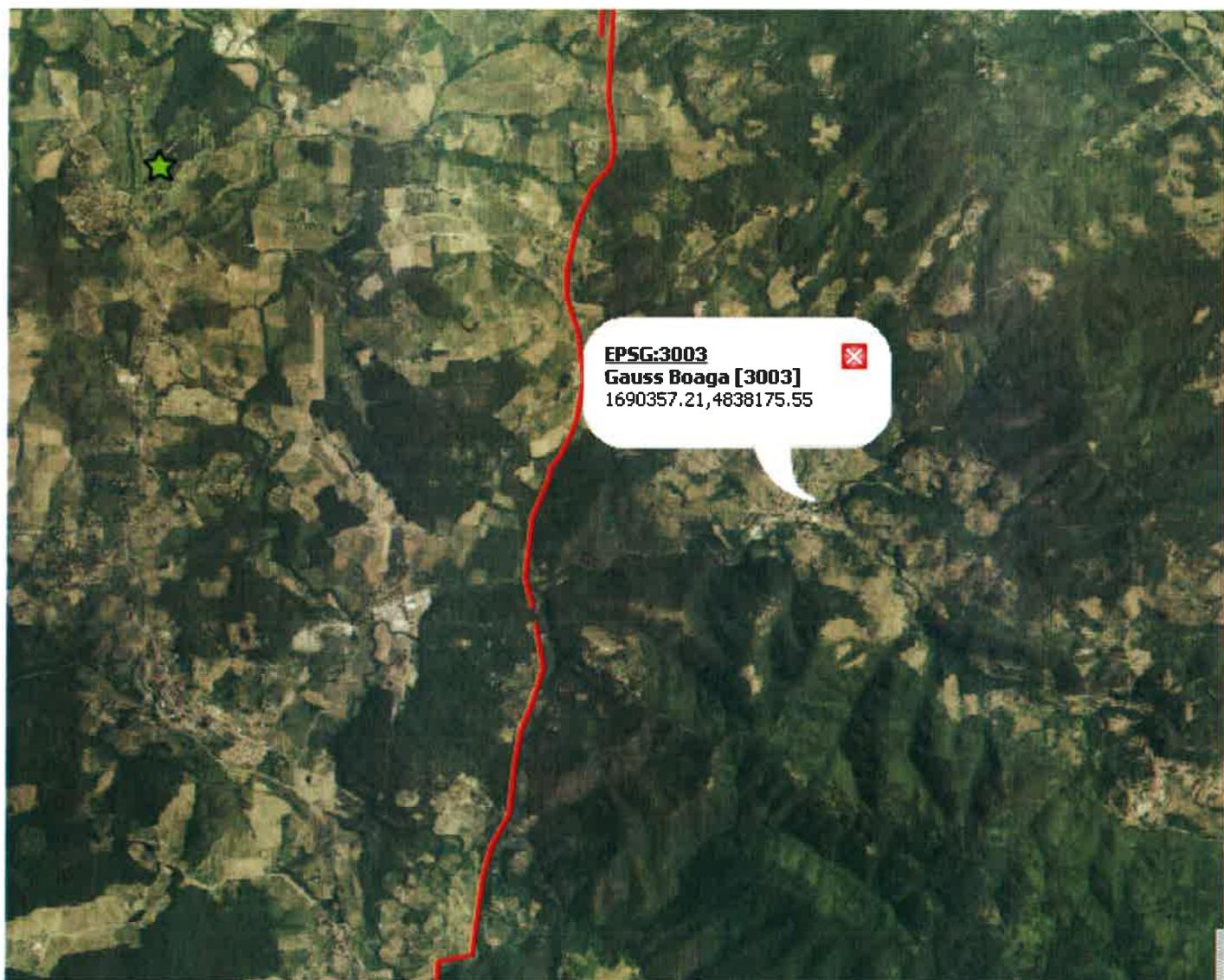
## S.3 - Pericolosità sismica locale elevata

zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici (corpi di frana quiescenti); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da un alto contrasto di impedienza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.

## S.2 - Pericolosità sismica locale media

zone stabili suscettibili di amplificazioni locali non rientranti tra i criteri previsti per la Classe \*Pericolosità sismica locale elevata (S.3)

## Tavola 7

**MAPPA DEI TERREMOTI E DELLE FAGLIE ATTIVE**  
**SIT Città Metropolitana di Firenze****dati sismici**

- Faglie attive
  - Faglie attive principali
  - Faglie attive minori
  - Epicentri dei principali terremoti storici (da CPTI)
- ★

## INTRO

D.M. 14 gennaio 2008 - Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

# Spettri di risposta

ver. 1.0.3

Il documento Excel **SPETTRI-NTC** fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale. La definizione degli spettri di risposta relativi ad uno Stato Limite è articolata in 3 fasi, ciascuna delle quali prevede la scelta dei valori di alcuni parametri da parte dell'utente:

**FASE 1.** Individuazione della pericolosità del sito (sulla base dei risultati del progetto S1 - INGV);

**FASE 2.** Scelta della strategia di progettazione;

**FASE 3.** Determinazione dell'azione di progetto.

La schermata relativa a ciascuna fase è suddivisa in sotto-schermate: l'utente può intervenire nelle sotto-schermate con sfondo grigio scuro mentre quelle con sfondo grigio chiaro consentono un immediato controllo grafico delle scelte effettuate. In ogni singola fase l'utente può visualizzare e stampare i risultati delle elaborazioni -in forma sia grafica che numerica- nonché i relativi riferimenti alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 pubblicate nella G.U. n.29 del 04.02.2008 Suppl. Ord. n.30 e scaricabile dal sito [www.csip.it](http://www.csip.it)

Programma ottimizzato per una visualizzazione schermo 1024 x 768

*La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.*

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3



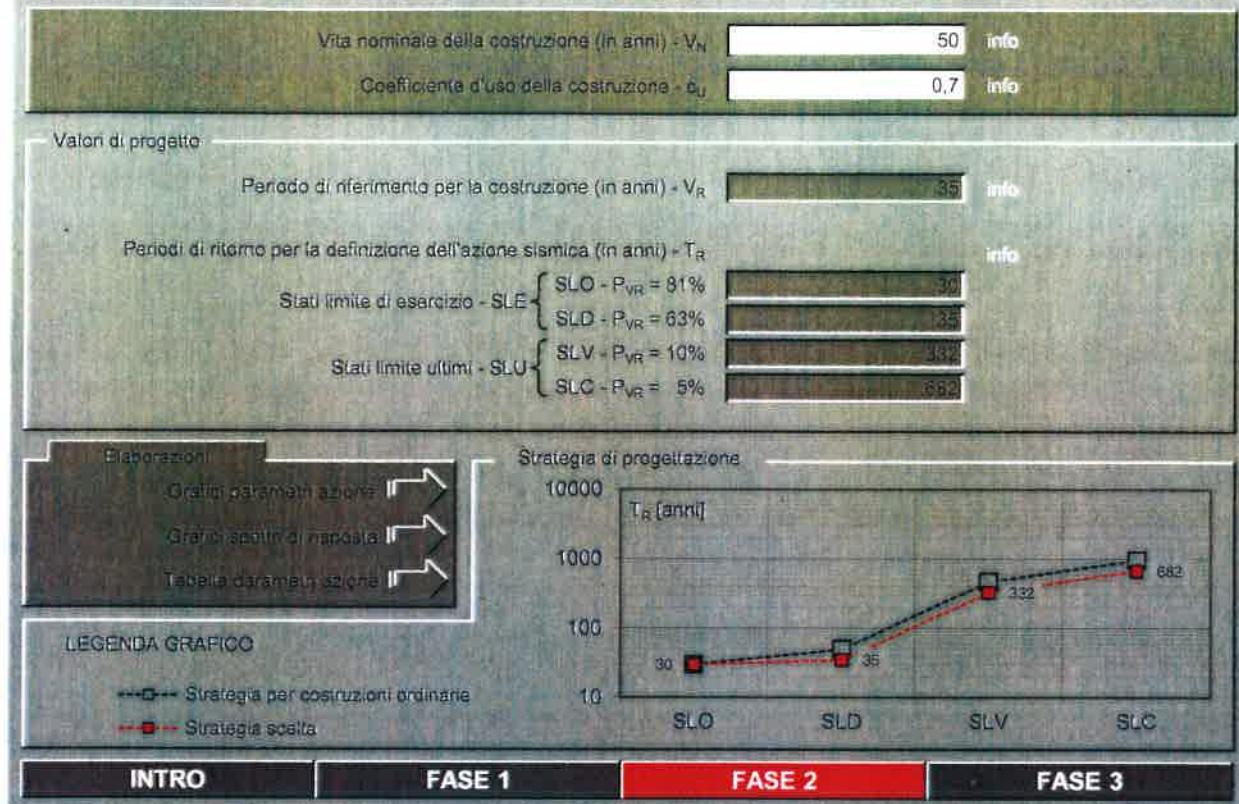
Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

### Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_c$ per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [Hz]	$T_c$ [s]
30	0,045	2,573	0,255
50	0,054	2,602	0,267
72	0,060	2,629	0,278
101	0,068	2,615	0,284
140	0,076	2,628	0,288
201	0,088	2,548	0,294
475	0,126	2,389	0,301
975	0,161	2,394	0,308
2475	0,213	2,412	0,314

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE



Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

### Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_C$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [Hz]	$T_C$ [s]
SLO	30	0,045	2,573	0,255
SLD	35	0,047	2,582	0,258
SLV	332	0,109	2,454	0,298
SLC	682	0,143	2,391	0,304

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV**

Risposta sismica

Categoria di sottosuolo **B**   $S_{g,0} = 1,200$   $C_C = 1,401$

Categoria topografica **T1**   $h/H = 0,000$   $S_T = 1,000$

(In quota sito: H altezza (nivello topografico))

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Spettro di progetto inelastico (SLU)

$S_{g,0} = 1,200$   $q_a = 1,5$   $Regol. in altezza: no$

Compon. verticale

Spettro di progetto

$q_a = 1,5$   $q = 1,5$   $n = 0,667$

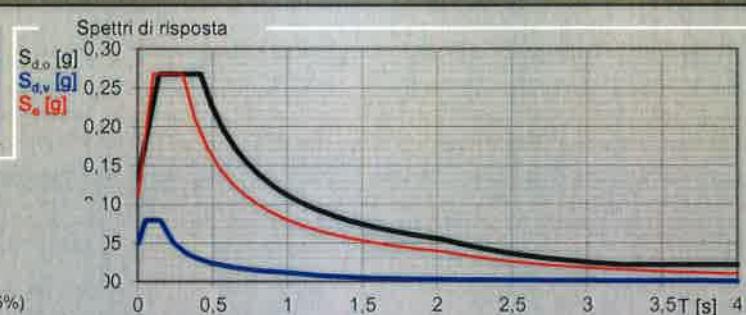
Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale  
— Spettro di progetto - componente verticale  
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV****Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,109 g
$F_o$	2,454
$T_c$	0,298 s
$S_s$	1,200
$C_c$	1,401
$S_T$	1,000
q	1,200

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	Se [g]
0,000	0,131
0,139	0,267
0,418	0,267
0,495	0,226
0,572	0,195
0,649	0,172
0,726	0,154
0,803	0,139
0,880	0,127
0,957	0,117
1,034	0,108
1,111	0,101
1,188	0,094
1,265	0,088
1,343	0,083
1,420	0,079
1,497	0,075
1,574	0,071
1,651	0,068
1,728	0,065
1,805	0,062
1,882	0,059
1,959	0,057
2,036	0,055
2,130	0,050
2,223	0,046
2,317	0,042
2,410	0,039
2,504	0,036
2,597	0,034
2,691	0,031
2,784	0,029
2,878	0,027
2,971	0,026
3,065	0,024
3,158	0,023
3,252	0,022
3,345	0,022
3,439	0,022
3,532	0,022
3,626	0,022
3,719	0,022
3,813	0,022
3,906	0,022
4,000	0,022

**Parametri dipendenti**

$S$	1,200
$\eta$	0,833
$T_B$	0,139 s
$T_c$	0,418 s
$T_D$	2,036 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_c \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell'

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV****Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	
$a_g$	0,049 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1,094
$S$	1,000
$\eta$	0,667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0.5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	Se [g]
0,000	0,049
0,050	0,079
0,150	0,079
0,235	0,051
0,320	0,037
0,405	0,029
0,490	0,024
0,575	0,021
0,660	0,018
0,745	0,016
0,830	0,014
0,915	0,013
1,000	0,012
1,094	0,010
1,188	0,008
1,281	0,007
1,375	0,006
1,469	0,006
1,563	0,005
1,656	0,004
1,750	0,004
1,844	0,004
1,938	0,003
2,031	0,003
2,125	0,003
2,219	0,002
2,313	0,002
2,406	0,002
2,500	0,002
2,594	0,002
2,688	0,002
2,781	0,002
2,875	0,001
2,969	0,001
3,063	0,001
3,156	0,001
3,250	0,001
3,344	0,001
3,438	0,001
3,531	0,001
3,625	0,001
3,719	0,001
3,813	0,001
3,906	0,001
4,000	0,001

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD**

Risposta sismica

Categoria di sottosuolo **B**   $S_a = 1,200$   $C_C = 1,442$

Categoria topografica **T1**   $h/H = 0,000$   $S_T = 1,000$

In quota sito:  $h$  (altezza nullo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)  Smorzamento  $\xi (\%) = 5$   $\eta = 1,000$

Spettro di progetto inelastico (SLU)  Fattore  $q_a = 1,5$  Regol. in altezza **no**

Compon. verticale

Spettro di progetto  Fattore  $q_a = 1,5$   $\eta = 0,667$

Elaborazioni

Grandi spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

Y-axis:  $S_{d,e} [g]$ ,  $S_{d,v} [g]$ ,  $S_o [g]$

X-axis:  $0$ ,  $0,5$ ,  $1$ ,  $1,5$ ,  $2$ ,  $2,5$ ,  $3$ ,  $3,5$ ,  $T [s]$ ,  $4$

Legend:

- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO  FASE 2

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD****Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0,047 g
$F_o$	2,582
$T_C$	0,258 s
$S_S$	1,200
$C_C$	1,442
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	Se [g]
0,000	0,057
0,124	0,147
0,373	0,147
0,440	0,124
0,508	0,108
0,575	0,095
0,643	0,085
0,710	0,077
0,778	0,070
0,845	0,065
0,913	0,060
0,980	0,056
1,047	0,052
1,115	0,049
1,182	0,046
1,250	0,044
1,317	0,042
1,385	0,040
1,452	0,038
1,520	0,036
1,587	0,035
1,655	0,033
1,722	0,032
1,790	0,031
1,895	0,027
2,000	0,025
2,106	0,022
2,211	0,020
2,316	0,018
2,421	0,017
2,527	0,015
2,632	0,014
2,737	0,013
2,842	0,012
2,948	0,011
3,053	0,011
3,158	0,010
3,263	0,009
3,369	0,009
3,474	0,008
3,579	0,008
3,684	0,007
3,790	0,007
3,895	0,006
4,000	0,006

**Parametri dipendenti**

$S$	1,200
$\eta$	1,000
$T_B$	0,124 s
$T_C$	0,373 s
$T_D$	1,790 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell'

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD****Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	
$a_g$	0,014 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	0,759
$S$	1,000
$\eta$	0,667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	$S_e$ [g]
0,000	0,014
0,050	0,024
0,150	0,024
0,235	0,015
0,320	0,011
0,405	0,009
0,490	0,007
0,575	0,006
0,660	0,005
0,745	0,005
0,830	0,004
0,915	0,004
1,000	0,004
1,094	0,003
1,188	0,003
1,281	0,002
1,375	0,002
1,469	0,002
1,563	0,001
1,656	0,001
1,750	0,001
1,844	0,001
1,938	0,001
2,031	0,001
2,125	0,001
2,219	0,001
2,313	0,001
2,406	0,001
2,500	0,001
2,594	0,001
2,688	0,000
2,781	0,000
2,875	0,000
2,969	0,000
3,063	0,000
3,156	0,000
3,250	0,000
3,344	0,000
3,438	0,000
3,531	0,000
3,625	0,000
3,719	0,000
3,813	0,000
3,906	0,000
4,000	0,000

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

muretto loc. S.Polo in Chianti  
Input sismico SLE = SLD

### INPUT sismico

Struttura (c, a, m)  
Altezza alla gronda, m  
ag T=0  
Ss  
St  
Categoria sottosuolo  
beta\_s

T1 Periodo fondamentale approssimato della struttura

C	0,08
1	
0,057	
1,2	
1	
B	
0,2	

$$T_1 = C_1 \cdot H^{3/4}$$

NTC08 7.3.3.2

$$Khk = \beta_s * ag * Ss * St$$

Tabella 7.11.1 – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima al sito.

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	
	A	B, C, D, E
0,2 < $\sigma_s(g) \leq 0,4$	$\beta_s$	$\beta_s$
0,1 < $\sigma_s(g) \leq 0,2$	0,30	0,28
$\sigma_s(g) \leq 0,1$	0,27	0,24
	0,20	0,20

(McCoy, 2009 - Università degli Studi di Chieti)

muretto loc. S.Polo in Chianti  
Input sismico SLU = SLV

### INPUT sismico

Struttura (c, a, m)	T1	Periodo fondamentale approssimato della struttura
Altezza alla gronda, m		0,08
ag T=0		
Ss		
St		
Categoria sottosuolo		
beta_s		
c		
1		
0,131		
1,2		
1		
B		
0,24		

$$T_1 = C_1 \cdot H^{3/4}$$

NTC08 7.3.3.2

$$Khk = \beta_s * ag * Ss * St$$

Tabella 7.11.1 - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima indotta dal sismo.

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	Khk	
	A	B, C, D, E
$0,2 < \alpha_s(g) \leq 0,4$	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,1 < \alpha_s(g) \leq 0,2$	0,30	0,28
$\alpha_s(g) \leq 0,1$	0,27	0,24
	0,20	0,20

(McCoy, 2009 - Università degli Studi di Chieti)