



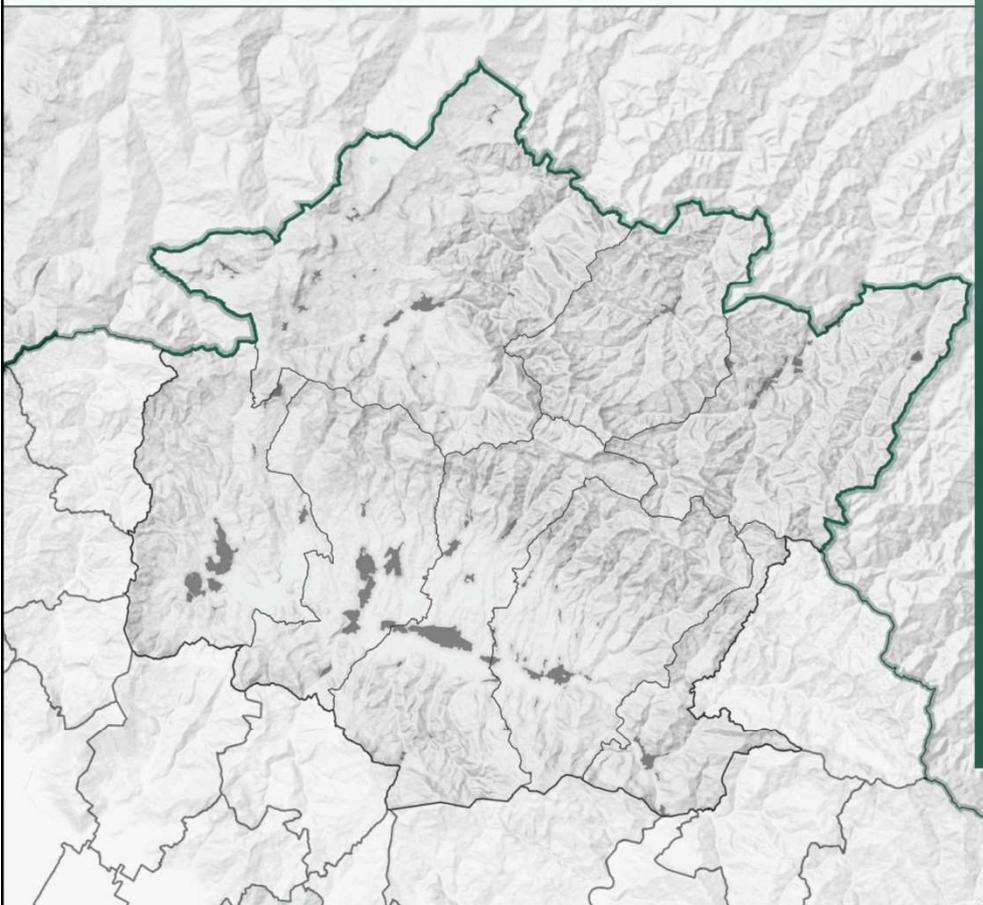
## PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE MUGELLO

### B. aspetti geologici, idraulici e sismici

Elaborato:

# REL02

## RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA



Data elaborato: Dicembre 2018

Data di adozione:

Data di approvazione:

#### COMUNI DEL MUGELLO

**Sindaco del Comune di Barberino di Mugello**

Giampiero Mongatti

**Sindaco del Comune di Borgo San Lorenzo e Presidente dell'Unione Montana dei Comuni del Mugello**

Paolo Omoboni

**Sindaco del Comune di Dicomano**

Stefano Passiatore

**Sindaco del Comune di Firenzuola**

Claudio Scarpelli

**Sindaco del Comune di Marradi**

Tommaso Triberti

**Sindaco del Comune di Palazuolo Sul Senio**

Cristian Menghetti

**Sindaco del Comune di Scarperia e San Piero**

Federico Ignesti

**Sindaco del Comune di Vicchio**

Roberto Izzo

#### UNIONE MONTANA DEI COMUNI DEL MUGELLO

**Dirigente del servizio economia, ambiente, territorio e forestazione**

Vincenzo Massaro

**Responsabile del procedimento**

Giuseppe Rosa

#### UFFICIO UNICO DI PIANO

Alessandro Bertaccini (Comune di Barberino del Mugello)

Romano Chiocci (Comune di Borgo San Lorenzo)

Valter Bendoni (Comune di Dicomano)

Paolo del Zanna (Comune di Firenzuola)

Renato Rossi (Comune di Marradi)

Rodolfo Albisani (Comune di Scarperia e San Piero)

Rodolfo Albisani fino a luglio 2018, Paolo Scalini (Comune di Palazuolo sul Senio)

Riccardo Sforzi (Comune di Vicchio)

#### PROFESSIONALITA' ESTERNE

**Coordinamento generale**

Gianfranco Gorelli

**Aspetti urbanistici**

Gianfranco Gorelli

Michela Chiti

Chiara Nostrato

Alessio Tanganelli

Marina Visciano

**Aspetti paesaggistici**

Luciano Piazza

PAESAGGIO2000 studio associato

Antonella Valentini e Paola Venturi

**Aspetti socio economici**

Pin soc. cons. a r.l. servizi didattici e scientifici per l'Università di Firenze

Mauro Lombardi e Marika Macchi

**Aspetti archeologici**

Cristina Felici

**Aspetti forestali**

Ilaria Scatarzi

**Aspetti geologici e sismici**

GEOTECNO Consulenza e servizi geologici

Luciano Lazzeri e Nicolò Sbolci

**Aspetti idraulici**

Chiarini Associati-Ingegneria Civile e Ambientale

Remo Chiarini, Alessandro Berni e Luigi Bigazzi

**Valutazione Ambientale Strategica**

SINERGIA srls PROGETTAZIONE E CONSULENZA AMBIENTALE

Luca Gardone, Ilaria Scatarzi, Alessandra Pacciani, Gaia Paggetti

**Comunicazione e partecipazione**

Maddalena Rossi

Michela Chiti

**Aspetti giuridico amministrativi**

Agostino Zanelli Quarantini

**Aspetti energetici del territorio**

iBioNet srl

Alessandro Tirinnanzi

Claudio Fagarazzi

Federico Guasconi

Marielena Iraci

**Aspetti del sistema della mobilità**

TAGES COOP s.c.

Massimo Ferrini

Buffoni Andrea

**Vulnerabilità Sismica**

S2R

Emanuele Del Monte

**Pubblicazione S.I.T.**

Linea Comune S.p.A.

## Sommario

1	INTRODUZIONE.....	2
<b>IL QUADRO CONOSCITIVO - STUDI GEOLOGICI</b>		
2	GEOLOGIA .....	4
3	GEOMORFOLOGIA .....	7
4	DATI DI BASE GEOLOGICI E GEOFISICI .....	12
5	ASPETTI IDROGEOLOGICI .....	13
6	LE ATTIVITA' ESTRATTIVE.....	14
7	LE MINIERE .....	15
<b>IL QUADRO CONOSCITIVO - STUDI SISMICI</b>		
8	PREMESSA .....	19
9	STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA E PERICOLOSITÀ SISMICA.....	20
10	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE DEL MUGELLO E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	22
11	STUDI DI MS ESISTENTI E DI NUOVA REALIZZAZIONE.....	26
11.1	Barberino di Mugello .....	29
11.2	Borgo San Lorenzo .....	36
11.3	Dicomano .....	44
11.4	Firenzuola .....	53
11.5	Marradi .....	55
11.6	Palazzuolo sul Senio .....	65
11.7	San Piero a Sieve (Comune di Scarperia-S.Piero) .....	67
11.8	Scarperia (Comune di Scarperia-S.Piero) .....	78
11.9	Vicchio di Mugello .....	80
12	STUDIO DI MESOZONAZIONE SISMICA DEL BACINO DEL MUGELLO.....	81
<b>LA STRATEGIA DEL TERRITORIO</b>		
13	PERICOLOSITA' GEOLOGICA.....	84
14	PERICOLOSITA' IDRAULICA .....	88
15	PERICOLOSITÀ SISMICA.....	101
	APPENDICE .....	106

## 1 INTRODUZIONE

L'oggetto dell'indagine è stato il complesso ed articolato territorio dell'Unione dei Comuni del Mugello situati nel versante fiorentino: Barberino di Mugello, Borgo san Lorenzo, Dicomano, Scarperia-San Piero a Sieve, Vicchio e nel versante romagnolo: Firenzuola, Marradi e Palazzuolo sul Senio.

La iniziale ricognizione sullo stato delle conoscenze geologiche del territorio, negli elaborati dei vari Piani strutturali comunali, ha fornito un quadro eterogeneo e talora lacunoso se raffrontato all'insieme aggiornato delle normative regionali e statali di settore nei campi della geomorfologia, idraulica, sismica e idrogeologia.

Il programma di revisione e aggiornamento del quadro geologico ha avuto il principale scopo di uniformare e adeguare gli elaborati dei PS comunali facendo riferimento a:

- Progetto Carg della Regione Toscana,
- proposta di Legenda geomorfologica unificata della Regione toscana,
- quadro conoscitivo di PS e RU/PO comunali.

Nel loro complesso, gli studi geologici, idraulici e sismici sono realizzati ai sensi del DGRT 53/R/2011, della nuova L.R 41/2018 e degli "Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica", approvati dal Dipartimento della Protezione civile e dalla Conferenza Unificata delle Regioni e delle Province autonome e in distribuzione dal mese di marzo 2009.

Il nuovo **quadro conoscitivo** è stato realizzato con i seguenti criteri e procedure:

- QC.B01 "**Carta geologica**": gli elaborati sono stati resi omogenei con l'acquisizione della cartografia CARG della Regione Toscana e riprodotti in scala di inquadramento generale 1:50.000.
- QC.B02 "**Carta geomorfologica**": tutti gli elaborati sono stati soggetti a revisione con l'adozione della legenda unificata proposta dalla Regione Toscana: con aggiornamenti per i comuni del versante fiorentino, sottoposti a revisione e talora a rifacimento e con nuovi rilievi per quelli del versante romagnolo. Il modello di riferimento è stato come detto il DGRT 53/R/2011, generatore degli studi geologici a supporto della pianificazione comunale.

Dei PAI dei bacini competenti, Arno, Senio, Bacini Romagnoli, realizzati con criteri eterogenei fra loro, sono state inoltre recepite le perimetrazioni classificabili con i criteri sopradetti.

La novità è rappresentata dalla scelta di implementazione della rappresentazione in termini di stabilità in maniera continua su tutto il territorio a scala di dettaglio 1:10.000; dove, anche in assenza di processi geomorfologici conclamati, costituzione geolitologica, condizioni idrogeologiche, pendenza e trasformazioni antropiche determinano situazioni di vulnerabilità significative che hanno richiesto una maggiore articolazione della classe di instabilità quiescente introducendo la categoria di predisposizione al dissesto.

Come suggerito in Conferenza dei Servizi, viene presentata una nuova cartografia per i territori comunali del versante romagnolo e del comune di Dicomano; per il comune di Barberino del Mugello sono state

introdotti aggiornamenti anche sulla base di studi dettagliati eseguiti da Autostrade spa estesi nell'ambito della SP della Futa nel comune di Firenzuola; per i comuni di Borgo San Lorenzo e Scarperia-San Piero a Sieve sono stati assunti i recenti elaborati esistenti così come per il comune di Vicchio, che nel periodo dell'incarico ha completato il quadro geologico conoscitivo. Come detto, con alcuni necessari adattamenti è stata applicata a tutte le cartografie le principali categorie della Legenda Geomorfologica Regionale (DGRT 4505/2017 -Allegato A).

- QC.B03 "**Carta dei dati di base**": vengono rappresentate più di 1500 indagini puntuali e lineari di tipo geognostico e geofisico, distribuite su tutto il territorio dell'Unione e in modo particolare nei centri urbani principali, con possibilità di consultazione su archivio digitale.
- QC.B04 "**Carta della tutela della risorsa idrogeologica**": è stato prodotto una nuovo tematismo di studio idrogeologico a media scala (1:25.000) dove sono messi in evidenza i pozzi e le sorgenti significative per le captazioni di acquedotto (gestite da ERA e da PUBLIACQUA) con le relative zone di salvaguardia ai sensi del D.Lgs. 152/2006; viene riportata inoltre la classificazione di permeabilità con criteri geolitologici in sette classi.

- **Studi sismici**. Partendo dallo stato di fatto degli studi di Microzonazione sismica si è realizzato il completamento delle indagini di livello 3 (vedi Tabella), uniformando ed elevando il territorio mugellano ai vertici regionali delle conoscenze del fenomeno, con un aggiornato schema della pericolosità sismica. Per la specifica trattazione si rimanda alla Parte II.

La successiva importante evoluzione in fase di completamento, resa possibile dalla collaborazione della Struttura regionale di Prevenzione sismica di RT, è la realizzazione delle "Carte di vulnerabilità sismica" dei centri abitati, che disegna un quadro di rilevante interesse per la popolazione nel campo della prevenzione della protezione civile.

- **Studi idraulici**. Nel settore dell'idraulica è stato necessario il completamento degli studi sui corsi d'acqua che attraversano i centri abitati e le aree produttive; soprattutto dove tali indagini non erano complete, come nei comuni del versante romagnolo, si è definito una conoscenza che interessa in modo particolare gli insediamenti esistenti.

Per le aree soggette a problematiche di carattere idraulico è stato condotto a livello di Piano strutturale Intercomunale uno studio idrologico idraulico di dettaglio ai sensi della LR 41/2018 del 24 luglio 2018.

Di concerto con l'autorità idraulica sono state individuate le aste del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della l.r. 79/2012 da investigare e sono state successivamente individuate le aree potenzialmente interessanti da allagamenti. Per la specifica trattazione si rimanda alla "Relazione idrologico-idraulica"

La definizione delle **strategie del territorio** infine prende spunto dal quadro conoscitivo fin qui descritto e permette di giungere a una valutazione di pericolosità articolata, ai sensi del DGRT 53/R/2011, in pericolosità geologica, idraulica e sismica, dando anche indicazioni preliminari in termini di fattibilità degli interventi da declinare poi nel dettaglio nei successivi strumenti urbanistici.

# IL QUADRO CONOSCITIVO STUDI GEOLOGICI

---

## 2 GEOLOGIA

La Carta Geologica è ripresa nei suoi elementi fondamentali dal CARG della Regione Toscana.

Il territorio Mugellano appartiene alla zona nord-est della catena orogenica dell'Appennino settentrionale, parte integrante della fascia di deformazione peri-mediterranea sviluppatesi prevalentemente in tempi neogenici e costituita da una struttura complessa di falde e thrust formatasi in relazione a più fasi tettoniche. Queste sono legate agli eventi verificatisi a partire dal Cretaceo superiore in seguito alla completa chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese ed alla successiva collisione continentale tra la placca europea e quella adriatica ; in tale contesto si distinguono una fase oceanica ed una fase ensialica.

La fase oceanica inizia al limite tra il Cretaceo inferiore ed il Cretaceo superiore, e termina nell'Eocene medio con la completa chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese.

Durante questa fase si forma un prisma d'accrezione costruito dall'impilamento per sottoscorrimento verso W delle coperture oceaniche e di parte del loro basamento, che andranno così a costituire le cosiddette Unità Liguri. Segue, nell'Eocene medio-superiore la collisione tra il margine continentale europeo (Sardo-Corso) e quello adriatico che dà inizio alla fase intracontinentale dell'orogenesi appenninica. In questa fase si ha lo sviluppo di una tettonica a thrust e falde con sottoscorrimento verso W dell'Unità Toscane, prima, e di quelle Umbro-marchigiane poi, sotto le unità precedentemente impilate.

Fenomeni gravitativi e di retroscorrimento, anche importanti, accompagnano in superficie questa strutturazione crostale. In questa fase il fronte compressivo, che migra verso E, è seguito, a partire dal Miocene medio, da un fronte distensivo, legato alla distensione crostale che ha portato all'apertura del Bacino Tirrenico. Attualmente i due regimi tettonici diversi coesistono in due fasce contigue della catena: nel versante tirrenico è attivo il regime distensivo, in quello adriatico quello compressivo.

Da un punto di vista regionale questa complessa storia tettonica ha portato prima (Cretaceo superiore-Eocene) allo sradicamento delle Unità Liguri dal loro substrato oceanico e al loro appilamento su se stesse secondo un ordine tettonico-geometrico che vede in alto le unità più interne e in basso le più esterne. Tutto questo complesso di Unità Liguri sovrasta tettonicamente l'Unità di Canetolo (Eocene-Oligocene) attribuita a una zona di transizione con il margine continentale adriatico. Successivamente, dopo la messa in posto della Falda Toscana (Dominio Toscano interno), avvenuta nel Miocene medio-superiore, sopra la più esterna Unità Cervarola-Falterona, le Unità Liguri si sono rimosse, per mettersi in

posto prima sopra la Falda Toscana, e poi sopra l'Unità Cervarola-Falterona già sovrascorsa verso E (Tortoniano) sulla Marnoso arenacea del Dominio Umbro-Marchigiano.

Successivamente alla loro prima messa in posto, i principali accavallamenti sono stati rimobilizzati e riattivati secondo sovrascorrimenti minori interni alle varie unità, dando localmente geometrie molto complesse con sovrascorrimenti precedentemente tagliati e ripiegati da quelli successivi. Tali fasi compressive sono riferibili principalmente al Messiniano, al Pliocene inferiore e nei settori più esterni al Pliocene superiore.

Nel frattempo erano cominciati nelle aree più occidentali i movimenti disgiuntivi che hanno portato, attraverso una serie di faglie normali principali immergenti verso W, allo smembramento della catena a falde, precedentemente costituita, con lo sviluppo di depressioni tettoniche a semi graben (bacini intermontani) sempre più giovani da W verso E, tra cui ricordiamo il bacino del Valdarno superiore, sviluppatosi a partire dal Pliocene superiore, e i bacini di Firenze-Pistoia, del Mugello e del Casentino, attivi dal Pleistocene inferiore.

Studi recenti sui bacini estensionali hanno posto l'evidenza sul fatto che questi sono stati interessati anche da vari eventi compressivi, che si sarebbero alternati alla prevalente tettonica estensionale. Vi sono ancora indeterminazioni nel definire se queste pulsazioni siano da mettere in relazione con generali shock compressivi dell'intera catena appenninica, oppure se siano legate a costipamento laterale causato da repentini approfondimenti dei bacini in concomitanza con pulsazioni estensive maggiormente pronunciate legate alle maggiori compressioni nella zona esterna della catena.

In dettaglio, il territorio in studio corrisponde geologicamente agli affioramenti delle diverse serie stratigrafiche:

- le *Unità autoctone Tosco-Umbro-Romagnole* rappresentate dall'Unità della Marnoso Arenacea, alternanze di arenarie, marne calcaree e marne argillose,
- le *Unità Tettoniche Toscane* rappresentate dall'Unità Cervarola-Falterona e, in misura molto limitata dalla Falda Toscana,
- le *Unità Tettoniche Liguri* caratterizzate da vari unità tra cui la più diffusa è l'Unità di M. Morello,
- le *Unità Tettoniche Subliguri*.

Nei settori vallivi e di pianura si rinvengono sedimenti riconducibili a depositi fluviali, fluvio-lacustri e lacustri del bacino del Mugello e depositi recenti alluvionali e di versante.

Le Unità Tettoniche Toscane sono, come detto, rappresentate dai flysch terziari dell'Unità Cervarola-Falterona caratterizzata, in questa porzione di catena, dai depositi pelitico-arenacei e marnosi delle Arenarie di Falterona.

La sequenza stratigrafica presenta l'alternarsi di depositi torbiditici prevalentemente pelitico-arenacei e di depositi emipelagici formati da marne talora silicizzate alternate a sottili livelli arenitici. Nel complesso l'Unità Cervarola-Falterona è riconducibile ad una sequenza completa di cuneo clastico di avanfossa, poi tettonicamente sradicata a livello delle argilliti basali, le Marne Varicolori. Quei terreni che riposano direttamente sulle formazioni torbiditiche delle Unità Tettoniche Toscane, un tempo riferiti

geneticamente al "Complesso di Canetolo" o alle "Argille scagliose" vengono adesso indicati come Unità Tettoniche Subliguri. Essi sono costituiti da litologie prevalentemente argilloso-calcaree alla base (da cui le precedenti denominazioni di kalk-ton serie o argille e calcari), spesso in facies di melange con brandelli cristallini dei Ofioliti (Monte Beni e Sasso di Castro), mentre nella parte superiore sono presenti torbiditi arenaceo-pelitici e talora conglomeratiche che riposano in discordanza sulle precedenti facies.

Dei termini attribuiti alle Unità Tettoniche Subliguri, sono diffuse le Argille e Calcari dell'Unità di Canetolo e i sovrastanti depositi torbiditici delle Arenarie di Monte Senario.

Le unità precedentemente descritte si ritrovano in rapporti tettonici secondo un ordine che vede le Unità Tettoniche Subliguri sovrapposte tettonicamente all'Unità Cervarola-Falterona e le Unità Tettoniche Morello (Unità Tettoniche Liguri) sovrapposta tettonicamente a tutte le altre unità.

Quest'ultima unità, costituita dalla successione di cinque formazioni, si è probabilmente deposta nella zona più orientale del dominio oceanico Ligure-Piemontese assai vicino al margine continentale adriatico.

Costituisce attualmente un'unità tettonica che nell'area considerata poggia sulle Unità Tettoniche Subliguri, o direttamente sull'Unità Cervarola-Falterona.

Le unità litostratigrafiche dell'Unità Tettonica Morello sono costituite da un complesso basale prevalentemente pelitico (Formazione di Sillano) seguito da unità torbiditiche (Formazione di Monte Morello) talora con al tetto partizioni francamente pelitiche (Formazione di Pescina). Come si può notare la Formazione di Sillano ingloba spesso grosse lenti di materiale arenaceo (Pietraforte), tuttavia non affioranti nel settore di studio.

Strutturalmente, il motivo dominante dell'area è quindi l'accavallamento tra le varie Unità Tettoniche che si esplica attraverso una linea di sovrascorrimento, con direzione appenninica, ben seguibile dai settori di SE fino ai settori di NO: questa linea è evidenziata dalla presenza quasi costante dei depositi argillitici della Formazione di Sillano nella porzione di muro del sovrascorrimento.

La zona ha subito due fasi tettoniche distinte, una compressiva, più antica, che ha prodotto numerose faglie inverse, compreso il sovrascorrimento precedentemente descritto, ed una fase più recente, a carattere distensivo, che ha creato nuovi elementi strutturali, talora ad andamento anti-appenninico ed ha riattivato come normali alcune delle precedenti strutture a carattere inverso. In questo quadro si inserisce la formazione del bacino lacustre dell'attuale val di Sieve nel Graben asimmetrico alla base del sollevamento della catena appenninica dalle cui acque e detriti è stato riempito fino alla colmata nel periodo interglaciale Gunz-Mindel. Nelle successive cicliche glaciazioni, l'alternarsi di fasi di deposizione ed erosione hanno portato alla formazione dei terrazzamenti situati ai piedi dei rilievi appenninici (pianalti) e ai più recenti depositi alluvionali del fiume e dei suoi affluenti.

## 3 GEOMORFOLOGIA

### 3.1 Definizioni

Si premettono alcune definizioni delle tipologie di frana più ricorrenti negli ambienti geologici del Mugello, semplificate da Varnes 1978 e Cruden 1996. Una frana è caratterizzata nella sua geometria da:

- *corona*, area immediatamente adiacente, non coinvolta dal movimento, ma potenzialmente soggetta all'evoluzione del dissesto. Viene identificata in cartografia con un buffer.

- *nicchia di distacco* o testata di frana, rappresentata come scarpata principale.

- *scarpate secondarie* e fratture all'interno della frana, sintomatiche di movimenti differenziali all'interno del corpo di frana.

- *alveo di frana* soprastante la superficie che separa il materiale mobilitato dal substrato inalterato. E' rappresentato da un perimetro.

- *accumulo di frana* sopraelevato rispetto al pendio originario; il piede del corpo di frana può rappresentare il residuo talvolta stabilizzato di antichi dissesti parzialmente oblitterati.

Tuttavia tale descrizione definisce una morfologia per così dire teorica; infatti nella pratica alcune geometrie, come la scarpata della nicchia di stacco e l'accumulo al piede sono abbastanza rare. Per questo scarpate di stacco e detrito di base sono stati indicati solo se effettivamente rilevabili, individuando dove possibile la corona apicale con un simbolo come adottato dal Pai del Bacino dell'Arno.

### 3.2 Tipologie di dissesto

**FRANOSITA' ATTIVA:** I fenomeni sono caratterizzati da evidenze morfologiche di instabilità in atto o presenti nel recente passato, come corona di distacco (spesso non rilevabile), alveo e accumulo al piede. Sono soggette a evoluzione e naturale riattivazione con prevalente tipologie a cinematica lenta. In cartografia sono individuate da un perimetro comprendente anche la relativa fascia di influenza (buffer) valutata con ipotesi cinematiche di evoluzione relative alla tipologia della frana. Per i suddetti motivi sono cartografate le corone quando effettivamente osservabili, ovvero indicate con il simbolo di vertice come nella cartografia Pai del Bacino dell'Arno.

*Vi corrisponde la classe di pericolosità geomorfologica G4 molto elevata*

Sulla base del meccanismo di attivazione dei processi sono state differenziate le seguenti tipologie:

- Frane per crollo. Caratterizzate da estrema rapidità dell'evento, consistono nel distacco improvviso di frammenti e grandi blocchi da pareti ripide in roccia, cui possono seguire rimbalzi e rotolamenti per notevoli distanze. Causa predisponente è l'esistenza di sistemi di fratture nella roccia (arenarie e calcari) e scistosità, cause preparatorie sono l'erosione delle acque, crioclastismo e disboscamenti, cause scatenanti

scosse sismiche e forti precipitazioni spesso associate a scavi e sbancamenti al piede come comunemente si riscontra lungo le strade di valico appenninico.

- Frane per scivolamento (o scorrimento). Si manifestano con movimento rotazionale lungo superfici concave in materiali coerenti o pseudocoerenti, oppure con movimento planare su superfici di discontinuità litologica (coperture detritiche su substrato in posto) oppure su versanti con successioni stratigrafiche aventi alternanze roccia/argilliti-marne (spettacolari sono i versanti con assetto a franapoggio di val Azzarina, affluente del Senio a SO di Palazzuolo impostati su una sola facciata di strato): costituiscono le più ricorrenti cause predisponenti, che si accompagnano all'abbandono delle cure agricole. Cause scatenanti sono le infiltrazioni di piogge copiose e sbancamenti.

- Soliflussioni e deformazioni superficiali. Caratterizzate da scivolamenti superficiali con tipiche ondulazioni del terreno costituito da litologie argilloso-limose dei depositi neogenici e da coperture detritiche dei complessi argillitici e di alterazione. Sono provocate come naturale evoluzione da insufficiente drenaggio su versanti e pendici aventi valori di pendenza al limite del naturale equilibrio. Sono sovente riconoscibili nelle aree coltivate a seguito dell'abbandono delle pratiche di manutenzione e di uso.

- Frane per colamento. Si riscontrano, con scarsa frequenza, in corrispondenza di stretti e allungati alvei occupati da terreni limoso-argillosi detritici per saturazione ad opera delle acque e successiva fluidificazione.

- Frane complesse. Caratterizzate da successione di meccanismi diversi, riconducibili ognuno ad alcune delle tipologie precedenti, causati dalla disomogeneità delle condizioni litologiche e morfologiche. La frana mantiene comunque un assetto planimetrico definito con elementi riferibili a nicchia di stacco, alveo e accumulo al piede.

Appartiene alla categoria delle frane complesse la Franosità per Erosione di scarpata torrentizia originata da dinamica di sponda torrentizia e fluviale soggetta a crolli e scoscendimenti con dissesti attivi (scivolamenti e soliflussioni) lungo le scarpate di erosione, estesi alla pendice soprastante al corso d'acqua, e con tendenza alla regressione in ambienti diversificati:

- in corrispondenza di litologie competenti (meandri nella Marnoso-arenacea del Santerno, Diaterna e Rovigo per esempio) il fenomeno dà origine a pareti subverticali con rischio di crolli che trasferiscono l'instabilità nel versante soprastante; in qualche caso assumono i caratteri di piccoli canyon (valle del Diavolo a Moscheta);

- nei sedimenti neogenici del bacino lacustre originano scarpate con elevata pendenza in corrispondenza dei pianalti terrazzati. L'azione di scalzamento delle acque drenate dai torrenti provoca dissesti per scivolamento nelle argille basali cui seguono distacchi di sponda per crollo dei conglomerati soprastanti, generando scarpate di erosione in continua evoluzione con regressione a spese del bordo del terrazzamento (vedasi Ronta e frana di Panicaglia nel comune di Borgo San Lorenzo).

- Franosità profonda di versante. Coinvolge la dinamica complessiva di vaste aree di versante ed è riferibile a gruppi di frane attive, soliflussioni irreversibili, fenomeni gravitativi localizzati poco profondi non cartografabili singolarmente, anche con forme variabili e ricorrenti ma con deformazioni superficiali irreversibili, lacerazioni e scarpate. Le fenomenologie franose rilevabili in superficie sono accomunabili ad una instabilità profonda di natura probabilmente strutturale che in alcune aree ha trovato riscontro strumentale (indagini di Autostrade spa nell'areale della SP della Futa).

E' rappresentata quindi da un perimetro che comprende tipologie diverse non necessariamente interagenti singolarmente ma attive a scala complessiva e irreversibile e di difficile contrasto.

- Franosità diffusa. Coinvolge la dinamica complessiva di vaste aree di versante ed è riferibile a deformazioni e soliflussioni irreversibili, fenomeni gravitativi localizzati poco profondi non cartografabili singolarmente, anche con forme variabili e ricorrenti, lacerazioni e scarpate. È tipica dei depositi argillosi neogenici e delle aree di affioramento dei depositi argillitici di alterazione di substrati argillitico-lapidei e argilloso-marnosi.. Lo stesso fenomeno è osservabile con caratteristiche meno evolute e con precario equilibrio quiescente: caratterizzate da deformazioni superficiali di versante con caratteristiche plastiche come scivolamenti, soliflussioni oblitterabili con le lavorazioni agricole. Presenta una evoluzione lenta ed è diffusa nelle aree con costituzione morfo-litologica argillitico-lapidea.

Si segnalano inoltre alcune forme indicatrici di predisposizione locale al dissesto idrogeologico a seguito di processi evolutivi naturali:

- *scarpate morfologiche attive* non riferibili alle precedenti tipologie, rappresentate 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, indicativamente di m 10.

- *dissesti non cartografabili* rilevati in corrispondenza della viabilità principale.

**FRANOSITA' QUIESCENTE:** con presenza di indicatori diretti ma discontinui, come corona di monte e accumulo al piede. Soggetta a potenziale riattivazione a seguito di modifiche dello stato attuale di precario equilibrio.

*Vi corrisponde la classe di pericolosità geomorfologica G3 elevata*

Sono rappresentate in carta le medesime tipologie descritte per i fenomeni attivi; si segna in dettaglio:

- Franosità diffusa quiescente. Caratterizzata da deformazioni superficiali di versante con caratteristiche plastiche come scivolamenti, soliflussioni oblitterabili con le lavorazioni agricole. Presenta una evoluzione lenta ed è diffusa nelle aree con costituzione morfologolitologica argillitico-lapidea. La corrispondenza alla classe 3 di pericolosità è soggetta a conferme locali in quanto nella tipologia che comprende ampi perimetri sono compresi anche indicatori di movimento in atto difficilmente differenziabili alla scala dello studio. Vi è stata compresa inoltre la *erosione di versante* con dilavamento diffuso e denudamento della copertura vegetale, con possibile instabilità gravitativa come scivolamenti e limitati crolli (Ofioliti).

- Frane antiche quiescenti (frane inattive). Riconducibili a condizioni morfoclimatiche diverse da quelle attuali.

- Depositi detritici non riferibili a processi gravitativi attuali, probabilmente residuali di frane inattive; su versanti con pendenza superiore al 25% sono potenzialmente rimobilitabili anche per effetti cosismici.

### **PREDISPOSIZIONE ALL'INSTABILITA'**

Implementa l'analisi e viene assegnata alle aree, estese a tutto il territorio collinare, aventi caratteri di instabilità potenziale. Accomuna areali anche molto diversi fra loro aventi parametri morfologici eterogenei. Non sono cartografabili forme e processi di instabilità in atto o quiescenti, tuttavia questi territori presentano una fragilità strutturale che li rende sensibili alle alterazioni ambientali: queste possono facilmente evolvere in dissesti locali per modifica dei fattori di equilibrio come la pendenza topografica, la mancata manutenzione del microreticolo idraulico e aumento delle superfici impermeabili dovuti ad un errato uso del territorio.

*Vi corrisponde la classe di pericolosità geomorfologica G3a elevata*

I fattori prevalenti alla base della predisposizione al dissesto sono:

- Litologia - connaturata alla specifica costituzione argillosa dei depositi neogenici del bacino lacustre, caratterizzati da valori di pendenze non elevati ma prossimi al limite di equilibrio naturale e da scadenti caratteristiche meccaniche. Le condizioni di equilibrio sono mantenute fondamentalmente dalle lavorazioni agricole che controllano i caratteristici e diffusi fenomeni di soliflussioni superficiali e garantiscono la regimazione idraulica.

- Pendenza - su versanti rocciosi con valori medi anche superiori a 40°, soggetti a erosione superficiale e distacchi di materiali, nonché vulnerabili alla deforestazione: talora delimitati da creste acute rappresentano un limite oggettivo alla lavorazione con mezzi meccanici.

- Erosione precalanchiva - diffusa con diversi gradi di evoluzione nelle formazioni della serie Umbro Marchigiana, dal Mugello settentrionale ai rilievi di Vicchio e Dicomano; con costituzione litologica marnoso-argillosa, senza assumere caratteri di veri calanchi, si presenta con una successione di creste acute di degradazione e versanti ripidi in erosione superficiale. La presenza di orizzonti di arenarie compatte conferisce una generale stabilità d'insieme, mentre in corrispondenza dei numerosi livelli argilloso-marnosi si rilevano condizioni di franosità attiva e quiescente per scivolamento e soliflusione puntualmente rilevati.

**DEPOSITI DETRITICI eluvio-colluviali** con pendenze inferiori al 25%.

Sono state indicate con questa tipologia le aree a bassa pendenze interne ai centri abitati che sono risultati anche in base agli studi di microzonazione con pericolosità media.

*Vi corrisponde la classe di pericolosità geomorfologica G2 media*

**AREE CON COPERTURA BOSCHIVA E AFFIORAMENTI ROCCIOSI** su pendenze medie e medio-alte con assetto idrogeologico apparentemente stabile.

*Vi corrisponde la classe di pericolosità geomorfologica G2 media*

#### **DEPOSITI DI TERRAZZAMENTO E ALLUVIONALI**

- Terreni fluvio-lacustri con pendenze medio-basse, apparentemente stabili, di terrazzamenti di pianalto lacustre. *Vi corrisponde la classe di pericolosità geomorfologica G2 media.*

- Terreni pianeggianti alluvionali terrazzati stabili e non interessati dalle dinamiche morfologiche fluviali. *Vi corrisponde la classe di pericolosità geomorfologica G1 bassa.*

#### **FORME DI ORIGINE ANTROPICA**

- Aree estrattive. Sono individuati i perimetri di escavazione in atto e delle aree abbandonate o risistemate corrispondenti alle evidenze morfologiche, non collegabili con le autorizzazioni amministrative. I principali materiali di coltivazione sono la "pietra serena" di Firenzuola, soprattutto nel distretto di Brento Sanico nel Bacino del Santerno dove si sfrutta il litotipo delle arenarie silico-clastiche risedimentate in banconi della formazione della Marnosa Arenacea.

Altri siti estrattivi lapidei per l'edilizia, ormai abbandonati sono ubicati a Giugnola, frazione di Firenzuola al confine con l'Emilia, e soprattutto negli affioramenti calcarei e ofiolitici in vicinanza della SP della Futa in località Monte Beni e Monte Grossi.

## 4 DATI DI BASE GEOLOGICI E GEOFISICI

La tavola QC.B03 "Carta litologico-tecnica e dei dati di base" realizzata a scala 1:50.000, e quindi organizzata per la consultazione di dettaglio sotto forma di atlante a scala 1:10.000, raccoglie complessivamente più di 1500 indagini geognostiche, geotecniche e sismiche realizzate sull'intero territorio, in modo particolare nelle zone urbanizzate.

La raccolta e l'archiviazione di tale banca dati rende rapida e agevole - a privati, professionisti e enti pubblici - l'individuazione dei dati a disposizione in un determinato areale e facilita di conseguenza la definizione del modello geologico e sismo-stratigrafico del terreno necessari per la corretta progettazione di interventi diretti e piani urbanistici.

Le indagini sono state raccolte e catalogate attingendo alle seguenti fonti:

- Studi di microzonazione sismica di livello 1 dei comuni dell'Unione: tali studi prevedono sempre una carta delle indagini e un archivio digitalizzato dei documenti, talvolta collegato a un sistema informativo territoriale provvisto di struttura a hyperlink per la consultazione diretta del dato.
- Archivio regionale PORTOS, comprendente gli studi geologici depositati al Genio Civile per gli interventi diretti a partire dall'anno 2017.
- Archivio regionale degli strumenti urbanistici approvati, sia generali che particolari, dove sono stati selezionate le indagini geologiche a partire dall'anno 2008.
- Banca dati regionale dei sondaggi e delle indagini geologiche, consultabile online tramite il portale "Geoscopio"
- Archivi delle strutture edilizia e urbanistica dei singoli comuni.

Per tutte le indagini archiviate, suddivise tra puntuali e lineari e classificate per singolo comune con un numero progressivo preceduto dalla lettera "P" o "L", viene fornita la relativa documentazione digitalizzata in formato pdf individuabile ricorrendo alle tabelle riportate in allegato.

Nella tavola sono riportate anche le unità litotecniche presenti sul territorio, suddividendo le unità della Carta geologica in terreni di copertura e litotipi lapidei con livello di dettaglio coerente con la scala adottata.

## 5 ASPETTI IDROGEOLOGICI

Non è superfluo ricordare che l'ampiezza del territorio, circa 1200 kmq, richiede necessariamente di affrontare la materia per tematismi settoriali. Per quanto riguarda gli aspetti di approvvigionamento idropotabile e di qualità delle acque di falda e superficiali si rimanda agli specifici studi di Valutazione di Impatto Ambientale.

Per gli aspetti più propriamente geologici è stata predisposta una cartografia compilativa di permeabilità partendo dalla tabella delle Unità geologiche, di cui sono state valutate le composizioni litologiche, e l'archivio delle risorse idriche. Sono state differenziate in tal modo le seguenti classi di permeabilità:

**Classe 1** – Permeabilità da assente a scarsa

**Classe 2p** – Permeabilità primaria da ridotta a media

**Classe 2s** – Permeabilità secondaria da ridotta a media

**Classe 3p** – Permeabilità primaria da media a elevata

**Classe 3s** – Permeabilità secondaria da media a elevata

**Classe 4p** – Permeabilità primaria molto elevata

**Classe 4s** – Permeabilità secondaria molto elevata

Il territorio, soprattutto nel versante romagnolo, offre una grande ricchezza di acque superficiali e di manifestazioni sorgentifere in un ambiente di elevata naturalità, sufficienti ad approvvigionare gli acquedotti, con l'eccezione dei maggiori centri del fondovalle della Sieve dove si fa ricorso al prelievo strategico della falda alluvionale mediante pozzi.

Nella "Carta della tutela della risorsa idrogeologica" sono graficizzati inoltre i perimetri di salvaguardia delle captazioni di acqua utilizzata per l'alimentazione di acquedotti pubblici.

Specie in quest'ultimo caso le attività sul territorio possono dar luogo a interferenze qualitative sulle risorse idriche. L'impiego di fertilizzanti, specie nei tempi passati nell'agricoltura, può provocare la compromissione qualitativa della falde superficiali per presenza di nitrati. Tali aree, definite aree vulnerabili da nitrati di origine agricola ai sensi dell'art. 6 comma 2 del D.Lgs 152/2006, possono individuarsi nelle aree di fondovalle e della conca lacustre e sono oggetto di programma di tutela e risanamento delle acque.

Realizzazione di progetti e programmi di gestione sono compito degli Enti preposti: qui si mettono a disposizione contributi e proposte che discendono dalle conoscenze idrogeologiche del territorio e che riguardano gli aspetti quantitativi e qualitativi degli acquiferi utilizzati.

### Aspetti quantitativi

- definizione delle portate di emungimento di esercizio dei pozzi, a garanzia dell'equilibrio della falda e per evitare irreversibili depauperamenti specie in corrispondenza dei picchi di richiesta estivi;
- regolamentazione dei prelievi privati privilegiando gli usi pregiati;

- introduzione di norme e controllo sulla esecuzione dei pozzi secondo regole di buona costruzione.

#### Aspetti qualitativi

In assenza di un auspicabile ed esaustivo studio che determini il bilancio idrogeologico degli acquiferi di pianura, occorre introdurre norme generali di natura conservativa. E' presumibile infatti che i risultati configurino caratteristiche di una risorsa non illimitata ma soggetta a protezione, soprattutto in prospettiva di lungo periodo.

- adozione di pratiche di Buona Gestione nell'uso dei fertilizzanti;
- impiego di sistemi di depurazione degli scarichi nelle aree non servite da fognature;
- adeguamento dei prelievi e derivazioni dalle acque dei corsi d'acqua al mantenimento della portata minima vitale;
- verifica obbligatoria della potabilità delle acque prelevate da pozzi per uso alimentare;

## **6 LE ATTIVITA' ESTRATTIVE**

Rilevante la presenza di vasti bacini estrattivi (Comune di Firenzuola e località del Monte Coloreta, Brento Sanico, Monte Frena, bacino del torrente Rovigo) e delle cave di Sasso di Castro e Monte Beni, interne o in adiacenza all'ANPIL. Nel contempo risorsa e criticità sono i giacimenti della Arenaria di Firenzuola (formazione Marnosa Arenacea), da cui si estraggono materiali classificati come "pietre ornamentali" impiegati largamente nel contesto dei centri storici del fiorentino per il restauro urbanistico in luogo della "pietra serena" di Fiesole ormai non più presente nel mercato dell'edilizia.

## 7 LE MINIERE

La ricerca e lo sfruttamento della lignite, iniziata sul finire del XIX secolo e orientata dapprima dalla presenza di depositi superficiali esposti dall'erosione torrentizia, è localizzata in corrispondenza della foce degli affluenti a nord del bacino lacustre villafranchiano, nel territorio comunale di Barberino di Mugello in prossimità dei torrenti Stura, Lora e Tavaiano; in tali aree a periodi discontinui si realizzavano condizioni favorevoli allo sviluppo e deposito locale di vegetazione palustre, intervallate alle fasi francamente lacustri nel corso delle quali si sedimentavano i fanghi che hanno dato origine ai sedimenti argilloso-limosi.

Non sono mai state rinvenute tracce di vegetazione arborea, tanto frequenti nei depositi delle miniere di Santa Barbara nel Valdarno superiore.

Il modesto sfruttamento iniziale ebbe notevole impulso nel primo periodo bellico, con produzioni nel quinquennio 1916-1920 variabili da 30 a 70 mila tonnellate/anno, per essere pressoché sospeso a causa delle mutate condizioni politiche, con la riapertura dei mercati di combustibili di migliore qualità, e delle particolari condizioni sociali (svalutazione monetaria, scioperi).

I decreti di permesso riguardavano a partire dal 1917 dodici miniere con complessivi 262 ettari di banco coltivabile .

Nel 1926, quando risultavano in essere solo le concessioni delle miniere "Cavallina - Croci di Strada" e "Colombaia" con minima produzione, iniziava una sistematica campagna di ricerca con trivellazioni e di stima delle risorse disponibili al fine di valutare la fattibilità di una centrale termo-elettrica (concessione con Regio Decreto del 28/8/1924) con potenza installata di 20 mila KWh.

Le conclusioni non furono favorevoli: il processo di utilizzazione del combustibile per gassificazione e recupero dei sottoprodotti (solfato ammonico e catrame), tenuto conto del modesto potere calorifico della lignite e del rapporto 8 Kg di lignite per KWh, doveva contare su una produzione annua di 30 mila tonnellate non compatibile con la esiguità degli strati del giacimento residuo. Inoltre la potenzialità del giacimento coltivabile non garantiva un periodo sufficientemente lungo per l'ammortamento dei costi dell'impianto.

I programmi di potenziamento e ammodernamento della coltivazione rimasero dunque inattuati fino al riaffermarsi delle condizioni autarchiche che li rendevano economicamente comunque accettabili nel successivo periodo bellico (1940-1944).

Nei giorni della ritirata delle truppe di occupazione dal Mugello, le compagnie di guastatori della retroguardia intorno al 2 agosto 1944 fecero saltare con esplosivo tutte le strutture esterne delle miniere; ma già alla fine dello stesso anno, con la formazione di cooperative di minatori, gli impianti furono rimessi in condizione di funzionare. Le attività ripresero per qualche anno, anche talora con organizzazione precaria, fino alla definitiva sospensione avvenuta agli inizi degli anni cinquanta. Il combustibile era utilizzato per alimentare fornaci di mattoni con raggio di trasporto abbastanza ampio che incideva da solo per il 50% sul costo del prodotto: i ricavi coprivano appena i costi di produzione.

Allo stato attuale non si intravede alcuna prospettiva di utilizzo della risorsa mineraria del Mugello, il cui passato sfruttamento ha lasciato tuttavia profonde conseguenze sul territorio di Barberino.

Il minerale, di mediocre qualità energetica, veniva estratto, dopo il tracciamento del giacimento mediante cunicoli, con gallerie suborizzontali con accesso dalla superficie mediante discenderie di carreggio e, negli ultimi tempi, con pozzi verticali di varia profondità. In corrispondenza dello strato principale si procedeva con lo svuotamento e successivo abbattimento della camera previo recupero delle armature lignee; l'eduzione delle acque provenienti dalle falde attraversate era continua mediante pompaggio, al cui cessare seguiva il riempimento delle cavità.

Nel corso della campagna penetrometrica del 1982 in località "Miniera" (sud del Capoluogo), attraverso i perfori vi furono eruzioni di acqua e gas in pressione, probabilmente CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, a conferma del contenuto delle istruzioni per la sicurezza sul lavoro esistenti nei documenti d'archivio.

La ricerca, finalizzata a delimitare i perimetri di concessione mineraria, ha interessato spessori di 40-50 metri, individuando a seconda delle zone 2 o 3 livelli lignitiferi di consistenza sfruttabile da 1.8 a 3.5 metri; in generale le condizioni di profondità dal p.c. sono comunque molto variabili e conosciute limitatamente allo spessore raggiungibile operativamente ossia fino alle profondità massime di 20-25 metri dal piano campagna.

In generale la lignite è stratigraficamente intercalata in orizzonti continui nelle argille limose lacustri; il complesso è coperto da un modesto deposito alluvionale recente di pochi metri.

Le aree minerarie note sono descritte nel dettaglio, suddivise per area di collocazione (comune di Barberino di M.Ilo), nell'appendice 2.

## 7.1 Caratteristiche generali del giacimento

La sovrapposizione delle indicazioni tecniche nei verbali del Corpo delle Miniere e da testimonianze di ex-operai della miniera di lignite con i diagrammi relativi alle prove eseguite, ha consentito di ricostruire la storia e le caratteristiche del giacimento.

Prima e durante la seconda guerra mondiale l'ingresso alla miniera avveniva tramite il pozzo prospiciente il fabbricato degli uffici (via della Miniera) della profondità di 11,50 metri dal p.c.; si trattava di un pozzo verticale con diametro pari a 3,75 metri che attraversando le argille lacustri raggiungeva il livello lignitifero.

Procedendo in galleria si perveniva alle discenderie principali, la cui inclinazione seguiva quella della lignite con andamento circa NE-SO; non risulta che su di una stessa verticale siano state realizzate più gallerie.

Le gallerie avevano una larghezza ed una altezza di circa 2,5 metri; le armature ed i rivestimenti erano in legno con interasse funzione delle caratteristiche del materiale da sostenere (talora venivano poste anche a 0,50 metri l'una dall'altra).

Le coltivazioni interessavano un banco di lignite praticamente omogeneo su tutta l'area, con spessore compreso tra 2,50 e 3,00 metri; le CPT eseguite nel 1980 hanno come nell'area indagata la sua profondità ad ovest è inferiore a 16 metri, mentre spostandosi verso est aumenta rapidamente fino a superare i 24 metri e

la quota delle gallerie ricalca fedelmente quella del livello lignifero con un loro progressivo approfondimento procedendo verso est.

Lo scavo avveniva tutto a mano: in alcune zone, definite come zone di abbattimento, una volta estratta la lignite, veniva recuperato il legname utilizzato per i rivestimenti facendo franare le relative cavità.

Nella fascia sud della zona indagata esistevano due pozzi, non più riconoscibili, per l'eliminazione delle acque presenti in galleria; pare che tali acque provenissero essenzialmente dalla parte della miniera posta ad ovest della strada provinciale di Barberino, ove il giacimento era molto più superficiale e interessato da copiose infiltrazioni.

Durante la seconda guerra mondiale fu minato il castello in prossimità del pozzo di ingresso impedendo l'accesso da quella parte; solo in seguito fu riaperta una galleria che passando sotto alla statale, consentiva di raggiungere nuovamente la zona mineraria.

Allo stato attuale la morfologia della superficie relativa alla zona indagata è completamente piatta.

Gli unici dissesti visibili in superficie si manifestarono negli anni '60 dove il livello di lignite era più vicino alla superficie ( $\leq 15$  metri).

I dissesti si manifestarono come delle depressioni ovali, profonde 2,50/3,00 metri e larghe altrettanto, in seguito colmate da materiale di riporto; da allora non si sono avute altre manifestazioni visibili.

## 7.2 Caratteristiche delle gallerie e della cavità incontrate nel tempo

Le indagini hanno evidenziato cavità e gallerie sia libere che parzialmente o completamente franate.

L'osservazione più preoccupante è stata che, oltre alle gallerie con altezza dell'ordine dei 2 metri, sono presenti cavità imponenti (fino a 10 metri di altezza) a varia profondità (e comunque compresa fra un minimo di 7,30 metri e un massimo di 15,00 metri dal p.c.), imputabili ad originaria escavazione diretta e poi evolute come camere di abbattimento.

Si ritiene che tali cavità si siano manifestate anche nei punti di incrocio fra le gallerie principali (intesi come punti di maggior debolezza) con sfornellamenti progressivamente spingentesi verso l'alto.

Utilizzando alcune delle CPT è stata ipotizzata la evoluzione tipo di una cavità di grosse dimensioni:

- nella condizione naturale A il terreno è privo di cavità e la Rp aumenta progressivamente con la profondità
- nella fase B viene realizzata una galleria
- nella fase C si manifestano distacchi in calotta ed il materiale si accumula al piede
- nella fase D il fenomeno continua a propagarsi verso la superficie mentre il materiale al piede perde notevolmente di consistenza per la presenza di acqua nella cavità
- nella fase E tutto il materiale è franato e si riscontra una esigua resistenza alla punta dal p.c. fino al piede della originaria galleria.

### 7.2.1 Fasi gassose associate alla cavità

Durante la coltivazione della miniera non si verificarono incidenti a causa di manifestazioni gassose; tuttavia la eventuale presenza di fasi gassose era tenuta di conto in quanto era comunque prescritto l'uso delle lampade di sicurezza.

Le perforazioni che hanno incontrato cavità hanno dato luogo a manifestazioni di gas ed acqua a volte anche violente, con durata non inferiore ad almeno 30 minuti.

Le fasi gassose non presentavano odori particolari e non prendevano fuoco, segno di assenza o scarsa presenza di idrogeno solforato nel primo caso e di metano nel secondo; si ritiene plausibile che le cavità siano riempite di anidride carbonica, con parziale presenza di acqua e che pertanto non sia ancora avvenuta una rilevante ossidazione della sostanza organica con produzione di metano.

# IL QUADRO CONOSCITIVO STUDI SISMICI

---

## 8 PREMESSA

Nel quadro della redazione del nuovo strumento urbanistico intercomunale del Mugello, particolare rilevanza assume l'aggiornamento degli studi sismici su un territorio di cui sono note le caratteristiche di elevato rischio in caso di terremoto. Anche a causa della marcata sensibilità delle popolazioni e delle amministrazioni locali, nell'ultimo decennio sono stati attuati programmi di prevenzione e di mitigazione degli effetti mediante indagini volte a individuare in via preliminare e con criteri speditivi le zone a più elevato rischio sismico da sottoporre a studi particolareggiati. Nel dettaglio, nell'ambito delle attività previste per l'Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77 e finanziate a partire dall'OPCM 3907/2010, in collaborazione con il Settore Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica tutti i comuni dell'Unione dei Comuni del Mugello si sono dotati di specifici studi di Microzonazione Sismica (di seguito MS) nel rispetto degli "Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica Nazionale" (di seguito ICMS) e delle specifiche tecniche regionali per la microzonazione sismica approvate con Deliberazione di G.R.T. n. 261/2011.

Al contempo anche la Regione Toscana, in seguito all'approvazione della L.R. n. 58 del 16/11/2009, "Norme in materia di prevenzione e riduzione del rischio sismico", ha richiesto l'esecuzione di studi sismici per la redazione e l'approvazione dei piani urbanistici comunali; il D.P.G.R n.53R/2011 ("Regolamento di attuazione dell'art.62 della L.R. n.51/2005 in materia di indagini geologiche") prevede inoltre, come supporto agli strumenti urbanistici, la redazione obbligatoria di uno studio di microzonazione di livello 1 dove ai contenuti dello studio di primo livello degli ICMS si aggiungano rilievi sul terreno consistenti in misure di microtremore (HVSr). Nei capitoli seguenti verrà dunque descritta l'attività di implementazione del quadro conoscitivo esistente in materia di studi sismici, propedeutici alla definizione della pericolosità sismica necessaria per una corretta pianificazione e gestione del territorio.

## 9 STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA E PERICOLOSITÀ SISMICA

La realizzazione di uno studio di MS, secondo quanto esplicitato nei suddetti ICMS, è uno strumento conoscitivo dalle diverse potenzialità, finalizzato a definire su un determinato territorio quali modificazioni vengono apportate allo scuotimento del suolo dalle condizioni geologico-tecniche e dalle condizioni topografiche locali. In funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi gli studi di MS possono essere effettuati a vari livelli di approfondimento, con complessità ed impegno crescenti, passando dal livello 1 fino al livello 3.

Il **livello 1** è un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della carta delle “Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)”;

Il **livello 2** è un livello successivo in cui si introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee mediante metodologie di analisi numerica di tipo semplificato dall'utilizzo di specifici abachi regionali e con l'eventuale esecuzione di ulteriori e più mirate indagini. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della “Carta di Microzonazione Sismica”;

Il **livello 3** rappresenta il livello più approfondito che permette di giungere ad una microzonazione approfondita del territorio basata su metodologie analitiche di analisi di tipo quantitativo relative a specifiche situazioni di criticità. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della “Carta di Microzonazione Sismica con approfondimenti”.

Va sottolineato che i livelli 1 e 2 di MS servono solo per la pianificazione territoriale, mentre il livello 3 di MS può fornire indicazioni per la progettazione delle opere ordinarie (vedi cap.6 “Pericolosità sismica”).

Nello specifico la MS individua e caratterizza:

- Le **Zone Stabili**, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato sismico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- le **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica**, zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;
- le **Zone suscettibili di instabilità**, sono le zone suscettibili di attivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazioni superficiali).

In pratica, il concetto di microzona sismica consente una lettura ragionata del territorio in termini di prevenzione del rischio da terremoto che si basa sulla valutazione delle condizioni locali di sito e degli effetti indotti su di esso dal sisma.

Si definiscono *“condizioni locali di sito”*:

- la geologia e la geomorfologia locale;
- le condizioni geotecniche e stratigrafiche locali;
- l'eventuale prossimità ad una faglia sismicamente attiva.

Le condizioni locali di sito sono responsabili degli *effetti locali di sito* che possono schematicamente essere così riassunti:

- modifica delle caratteristiche dello scuotimento rispetto a quanto definito in termini di pericolosità locale di base;
- fenomeni di instabilità del terreno.

Per ciò che riguarda il primo punto, si tratta di un fenomeno di amplificazione del moto sismico, la cui causa è riconducibile a motivi stratigrafici (presenza di depositi soffici poggianti su substrato roccioso), topografici (amplificazione del moto sismico lungo pendii o alla sommità di scarpate o pendii) oppure riferibile alla presenza di particolari geometrie sepolte, in grado di modificare le caratteristiche del moto sismico sia in termini di intensità sia per quanto concerne il contenuto spettrale.

Per ciò che attiene ai fenomeni di instabilità dei terreni e delle rocce gli aspetti rilevanti sono quelli che riguardano:

- liquefazione e/o densificazione dei depositi sabbiosi;
- eccessivi cedimenti e deformazioni permanenti del suolo;
- instabilità di pendio in terreni e roccia;
- attività di faglia.

Gli studi di microzonazione sismica diventano quindi strumento fondamentale per la valutazione della pericolosità sismica locale, tramite la stima qualitativa o quantitativa degli effetti locali di amplificazione del moto sismico legati come detto a caratteri geologico-tecnici quali la morfologia di superficie, la morfologia sepolta, le litologie, le caratteristiche fisico meccaniche e le condizioni idrogeologiche dei terreni; fattori che oltre ad essere causa di possibile amplificazione degli effetti sismici possono provocare anche ben più gravi fenomeni indotti quali attivazione e rimobilizzazione di fenomeni gravitativi, liquefazione in terreni granulari saturi, deformazioni permanenti in terreni di fondazione.

La pericolosità sismica locale, organizzata dal citato DGPR n.53R/2011 per il supporto alla pianificazione urbanistica in 4 classi, viene di norma valutata in sede di studi di MS attraverso analisi di risposta sismica locale dei depositi di terreno o, laddove assenti (studi di MS di livello 1), mediante considerazioni qualitative cautelative basate sull'esperienza e sulla conoscenza del territorio. A riguardo la normativa di riferimento (D.M. 14.09.2008) consente di valutare gli effetti locali di amplificazione del moto sismico sia in modo semplificato, sia con modalità analitiche più rigorose.

## 10 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE DEL MUGELLO E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

La pericolosità di base è di norma definita mediante approccio di tipo probabilistico. In generale, per la determinazione della pericolosità di base è necessario individuare:

- la sismicità storica;
- le zone sismogenetiche;
- le relazioni di attenuazione;
- le leggi di ricorrenza.

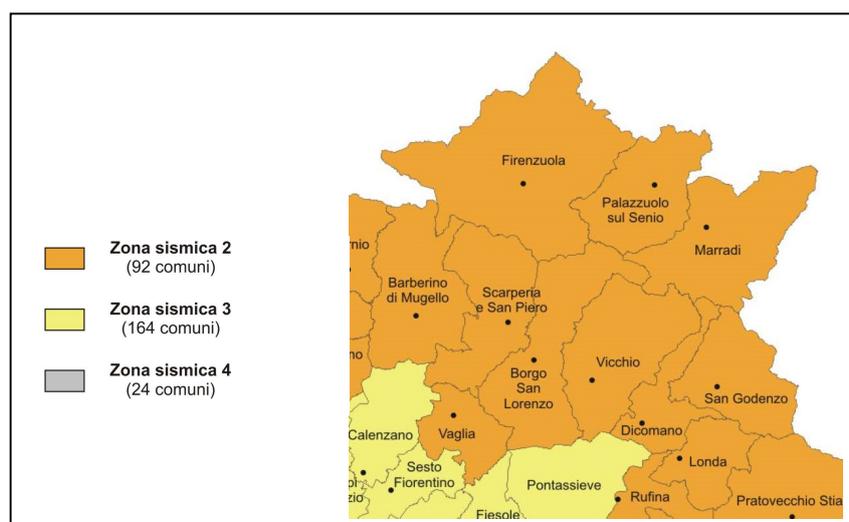
A tal fine è necessario raccogliere e interpretare dati e informazioni riguardanti la sismicità regionale, la sismo-tettonica, dati e registrazioni ottenuti da reti sismiche nazionali e locali.

L'area del Mugello è caratterizzata da una sismicità medio-elevata, storicamente nota in virtù anche degli enormi danni rilevati a seguito del forte terremoto del 29 giugno 1919, il cui epicentro fu ubicato nel territorio comunale di Vicchio; tutti gli otto comuni afferenti all'Unione del Mugello (figura 10.1) sono classificati in zona sismica 2 (Del. GRT n.421/2014).

L'attività sismica di questa zona è imputabile alle deformazioni che si sviluppano all'interno e all'esterno del sistema oroclinale sollecitato dal regime compressivo parallelo alla catena che ha agito nella parte settentrionale del cuneo Romagna-Marche-Umbria (Mantovani et al. - *Potenzialità sismica della Toscana e definizione di criteri di priorità per interventi di prevenzione*. Centro stampa Giunta Regione Toscana, 2012).

**Figura 10.1**

### **Stralcio della carta di classificazione sismica della Regione Toscana**



In tabella 10.1 viene riportata la lista dei terremoti con  $I_{max} \geq 7$  avvenuti dopo il 1000 nella zona contornata in figura 10.2, dove i cerchi rossi indicano i terremoti avvenuti dopo il 1000; ad essi vanno aggiunti gli eventi sismici che hanno interessato storicamente l'area appenninica emiliano-romagnola, prossima al comune di

Firenzuola. Si può notare che le scosse storiche principali di queste zone hanno interessato segmenti diversi delle faglie presenti nell'area, riconducibili a un sistema tettonico noto come *Etrurian Fault System* (EFS) che si sviluppa dall'Umbria sino alla Toscana, comprendendo le aree del Mugello e della Garfagnana e terminando a nord in corrispondenza della Lunigiana (Figura 2.3). L'EFS rappresenta il limite occidentale dell'area in estensione dell'Appennino centro-settentrionale ed è caratterizzato da un allineamento di faglie normali a basso angolo ( $\sim 30^\circ$ ), immergenti verso est, con direzione NW-SE che bordano da nord a sud i bacini della Lunigiana-Garfagnana, del Mugello-Casentino e dell'Alta Valle del Tevere. L'espressione superficiale dell'EFS delimita due zone con differenti gradi di sismicità: il settore a ovest (Toscana e area peritirrenica) è caratterizzato da bassa sismicità, con terremoti superficiali (profondità  $\leq 7$  km) di bassa magnitudo ( $M < 5$ ). Al contrario, il settore ad est (Appennino umbro-marchigiano) comprende un'area ad alta sismicità, con eventi anche localizzati nella crosta inferiore (profondità 15-20 km) e magnitudo che in alcuni casi raggiunge  $M=6.8$ .

**Tabella 10.1**

**Serie sismica storica nel Mugello.**

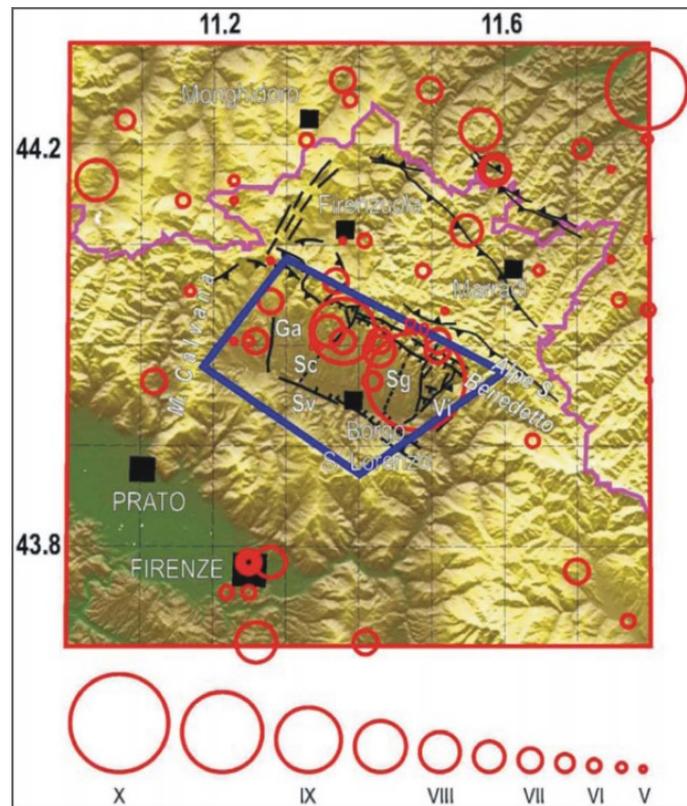
*In grassetto i terremoti con  $I_{max} \geq 8/9$  o  $M \geq 5.5$ .  $M_w$  = Magnitudo momento riportata nel catalogo CPT111.  $I_0$  e  $I_{max}$  sono rispettivamente l'intensità epicentrale e quella massima osservata (riportate entrambe quando non coincidenti).  $T$  indica l'intervallo di tempo trascorso rispetto al terremoto precedente (da Mantovani et al., 2012)*

Anno	Mese	Giorno	Zona epicentrale	Latitudine (°N)	Longitudine (°E)	Magnitudo $M_w$	Intensità $I_0$ ( $I_{max}$ )	T (anni)
<b>1542</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>Mugello</b>	<b>44.01</b>	<b>11.39</b>	<b>5.9</b>	<b>9</b>	
1597	8	3	Mugello	43.99	11.43	5.2	7.5	55
1611	9	8	Scarperia	44.01	11.36	5.1	7 (7.5)	14
1762	4	15	Mugello	44	11.51	5.1	7	151
1843	10	25	Mugello	44.01	11.26	5.1	6.5 (7)	82
1864	12	11	Mugello	44.04	11.28	5.1	7	21
<b>1919</b>	<b>6</b>	<b>29</b>	<b>Mugello</b>	<b>43.96</b>	<b>11.48</b>	<b>6.3</b>	<b>10</b>	55
1929	7	18	Mugello	43.99	11.51	5.0	6.5 (7)	10
1931	9	5	Mugello	44.06	11.37	4.8	6 (7)	2
1939	2	11	Marradi	44	11.43	5.0	7	7
1960	10	29	Mugello	44	11.39	5.0	7	22

**Figura 10.2**

**Sismicità storica dell'area del Mugello.**

*I principali elementi tettonici disegnati in nero. Ga=Galliano, Sc=Scarperia, Sg=Sagginale, Sv=Sieve, Vi= Vicchio (da Mantovani et al., 2012)*



**Figura 10.3**

**Schema strutturale dell'Etrurian Fault System**



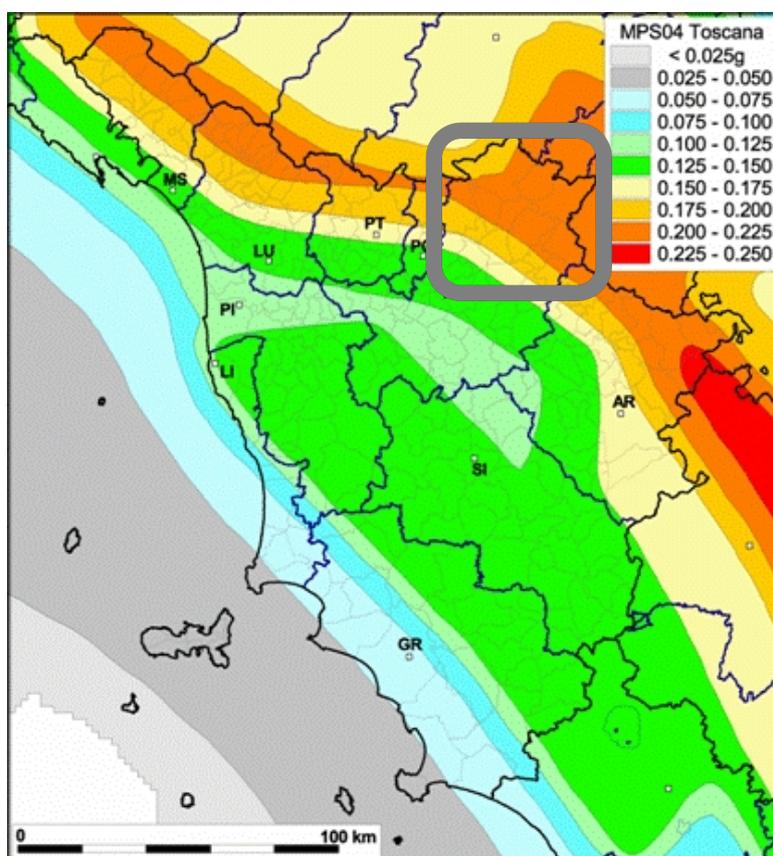
In figura 10.4 è rappresentata la Mappa di Pericolosità Sismica (O.P.C.M. 3519/2006) relativa al territorio della Toscana. La Mappa è inerente la distribuzione dei valori stimati di accelerazione ( $a_g$ ) su bedrock sismico in

condizioni di topografia pianeggiante per un periodo di ritorno di 475 anni e relativi al valore mediano (50mo percentile). La mappa indica, per il territorio del Mugello, valori di accelerazione sismica (normalizzata rispetto all'accelerazione di gravità  $g$ ) pressoché costanti e relativi ad un range compreso tra 0,175g e 0,225g.

Inoltre, nell'area del Mugello sono presenti reti di monitoraggio dello scuotimento sismico (sismometrico ed accelerometrico) e dei parametri ad esso connessi per le quali la Regione Toscana ha provveduto nel corso degli ultimi decenni alla realizzazione e/o al cofinanziamento mediante la stipula di convenzioni ed Accordi di collaborazione scientifica.

**Figura 10.4**

**Mappa di Pericolosità sismica realizzata da INGV relativa alla Toscana (OPCM 3519/2006)**



## 11 STUDI DI MS ESISTENTI E DI NUOVA REALIZZAZIONE

Il lavoro di aggiornamento e implementazione degli studi sismici del territorio dell'Unione prende avvio dalla ricognizione del quadro conoscitivo esistente, facente parte degli strumenti urbanistici comunali approvati nei comuni mugellani (in tutto nove, considerando gli studi di MS distinti tra San Piero e Scarperia).

Nella tabella 11.1 seguente viene riportato schematicamente lo stato dell'arte degli studi sismici esistenti al momento della redazione del nuovo Piano Strutturale Intercomunale.

**Tabella 11.1**  
**Studi sismici esistenti**

Comune	MS livello 1		MS livello 2	MS livello 3	
	Copertura territoriale	Anno e soggetto realizzatore		Copertura territoriale	Anno e soggetto realizzatore
<b>BARBERINO DI MUGELLO</b>	Capoluogo, Buttoli, Cornocchio, Galliano, Mangona, Montecarelli, Santa Lucia	2013-2015 (RT, Geotecno)	assente	Capoluogo, Galliano	2013 (RT)
<b>BORGO SAN LORENZO</b>	Capoluogo, Luco, Panicaglia, Polcanto, Ronta, Sagginale	2012 (Geotecno)	assente	assente	
<b>DICOMANO</b>	Capoluogo, Sandetole	2012 (Geotecno)	assente	assente	
<b>FIRENZUOLA</b>	Capoluogo, Bruscoli, Cornacchiaia, Covigliaio, Piancaldoli, Pietramala, San Pellegrino, Traversa	2013 (RT)	assente	Capoluogo	2013 (RT)
<b>MARRADI</b>	Capoluogo (S.Adriano, Popolano), Crespino sul Lamone	2012 (Tellus snc)	assente	assente	
<b>PALAZZUOLO SUL SENIO</b>	Capoluogo	2012 (RT)	assente	Capoluogo	2012 (RT)
<b>SCARPERIA</b>	Capoluogo, Marcoiano, Ponzalla, Sant'Agata	2012 (RT)	assente	Capoluogo	2012 (RT)
<b>SAN PIERO A SIEVE</b>	Capoluogo, Campomigliaio	2015 (Capacci, Migliorini, Pileggi)	assente	assente	
<b>VICCHIO DI MUGELLO</b>	Capoluogo, Case Caldeta, Villore	In fase di approvazione (Tomei)	assente	Capoluogo, Case Caldeta	In fase di approvazione (RT, DICEA)

Tutti i comuni dell'Unione presentano dunque almeno studi di livello 1, spesso estesi alle principali frazioni, svolti con finanziamento regionale e in accordo con quanto richiesto dagli ICMS. In cinque casi sono già

disponibili studi di livello 3 sui capoluoghi (uno di essi in fase di approvazione), sempre svolti dai tecnici del Servizio Protezione Sismica della Regione Toscana in collaborazione con l'Università di Firenze, Dipartimento Ingegneria Civile e Ambientale.

La revisione degli studi esistenti si è pertanto articolata nelle seguenti fasi:

- La difformità negli standard di archiviazione informatica e di rappresentazione grafica degli studi di MS presenti sul territorio dell'Unione ha reso necessario procedere a un'importante opera di adeguamento di tutta la documentazione agli Standard ICMS vigenti al momento dell'avvio del procedimento (versione 4.0b); tale adeguamento ha riguardato per lo più le banche dati delle indagini geologiche e sismiche e l'architettura degli shapefile delle Carte MOPS e MS, oltre alla loro rappresentazione grafica.
- La banca dati delle indagini puntuali e lineari presenti sul territorio dell'Unione è stata integrata attingendo alle seguenti fonti:
  - o Archivio regionale PORTOS, comprendente gli studi geologici depositati al Genio Civile per gli interventi diretti a partire dall'anno 2017.
  - o Archivio regionale degli strumenti urbanistici approvati, sia generali che particolari, dove sono stati selezionate le indagini geologiche a partire dall'anno 2008.
  - o Archivi delle strutture edilizia e urbanistica dei singoli comuni.

Come risultato di questo aggiornamento di archivio, tutti gli studi di microzonazione sismica di livello 1 dei comuni dell'Unione presentano una carta delle indagini e un archivio digitalizzato dei documenti, collegato a un sistema informativo territoriale provvisto di struttura a hyperlink per la consultazione diretta del dato, per un totale di più di 1500 tra indagini puntuali e lineari tutte visionabili, oltre che nelle rispettive "Carte delle indagini", attraverso la "Carta dei dati di base" del nuovo PSI e l'atlante di dettaglio ad essa allegato.

- In alcune aree, definite di concerto agli uffici regionali e dell'Unione (Comune di Firenzuola e di Scarperia-S.Piero), sono state svolte indagini sismiche integrative tramite misure di rumore ambientale a stazione singola (HVSr) con l'obiettivo di estendere la microzonazione in contesti limitrofi geologicamente e strutturalmente omogenei. Tali casi verranno discussi nel dettaglio nel capitolo relativo al singolo comune.

La fase di implementazione del quadro conoscitivo in materia sismica ha invece previsto la realizzazione di studi di livello 3 per i capoluoghi di Dicomano, Marradi e San Piero, fino ad oggi sprovvisti, e di livello 2 per il capoluogo di Borgo San Lorenzo. A tal fine è stata condotta una nuova campagna di indagini geofisiche volte ad incrementare l'accuratezza dei modelli sismo-stratigrafici presenti negli studi esistenti (livello 1) sia per quanto concerne la risposta sismica del terreno sia, nel caso particolare dell'area di Sagginale, per la valutazione della suscettibilità alla liquefazione dinamica.

La nuova modellazione sismo-stratigrafica così ottenuta ha permesso, grazie al contributo della struttura regionale, la realizzazione delle analisi di risposta sismica locale e quindi la predisposizione delle **nuove Carte di microzonazione sismica di livello 2 e 3.**

Al tal fine, la perimetrazione delle aree instabili è stata rivista e aggiornata sulla base dei rilievi geomorfologici di dettaglio eseguiti per la redazione del PSI, descritti al cap.3.

Nei paragrafi seguenti vengono quindi descritti gli studi esistenti, di cui alla tabella 11.1, e quelli di nuova realizzazione, con particolare attenzione agli elaborati di maggior interesse per la pianificazione territoriale.

## 11.1 Barberino di Mugello

Gli studi di MS di livello 1 e 3 sono stati svolti da RT, parzialmente in collaborazione con Geotecno, tra gli anni 2013 e 2015. La struttura regionale si è a sua volta avvalsa della collaborazione dell'Università di Firenze (DICEA) per le analisi di risposta sismica locale bidimensionali sulle aree del Capoluogo e di Galliano.

### 11.1.1 Dati geotecnici e geofisici di base

Il comune di Barberino è stato indagato, nell'ambito degli studi specifici del programma VEL+DOCUP, dal Servizio Sismico Regionale mediante indagini geologiche e sismiche riportate nella tabella seguente, la cui ubicazione è mostrata nella Carta delle Indagini.

**Tabella 11.1.1.1**

#### Indagini del programma VEL/DOCUP

AREA DI INDAGINE	Sondaggi geognostici	Prove downhole	Sismica a rifrazione	Prove penetrometriche
area urbana "Capoluogo"	9	9	9	0
frazione "Cavallina"	5	5	1	0
frazione "Galliano"	3	3	3	1

Inoltre, su incarico del Coordinamento Regionale di Prevenzione Sismica, il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze ha eseguito una campagna di misurazioni strumentali di rumore sismico avvalendosi di n.10 stazioni sismiche triassiali installate nell'area del Capoluogo.

Successivamente (2015) Geotecno, su incarico di RT, ha esteso l'areale di microzonazione – fino a quel momento limitato al Capoluogo, Cavallina e Galliano, a una serie di altre frazioni integrando le indagini mediante le prove riportate nella tabella seguente.

**Tabella 11.1.1.2**

#### Indagini integrative Geotecno (2015)

AREA DI INDAGINE	Stendimenti di sismica a rifrazione	Misure di rumore sismico
area urbana "Capoluogo"		6
frazione "Cavallina"		4
frazione "Galliano"		11
frazione "Montecarelli"	1	5
frazione "Santa Lucia"	1	5
frazione "Mangona"		4
frazione "Buttoli"	1	5
frazione "Cornocchio"	1	5

Inoltre sono state realizzate n.10 prove penetrometriche statiche spinte fino alla profondità massima di 15 metri dal p.c., o comunque fino al raggiungimento delle condizioni di rifiuto strumentale, finalizzate alla

verifica di suscettibilità alla liquefazione di quelle aree del territorio comunale già individuate come potenzialmente a rischio.

Infine, l'archivio "dati di base" allegato agli studi di MS contiene un'ingente quantità di indagini provenienti principalmente dai DB di Regione Toscana e della Provincia di Firenze, dall'archivio "Indagini del sottosuolo" di ISPRA, per un totale di 637 indagini distribuite su 257 siti, rappresentati nella Carta delle Indagini e nel geodatabase correlato.

### 11.1.2 Gli elaborati di MS

Per ogni area esaminata, lo studio di microzonazione sismica è costituito dai seguenti elaborati:

- Carta delle indagini con allegato database geografico in formato digitale
- Carta geologica
- Carta geologico-tecnica
- Carta delle frequenze fondamentali dei depositi
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

Per le aree oggetto di studi di livello 3 (Capoluogo, Galliano, Cavallina) si aggiunge la:

- Carta della Microzonazione Sismica

corredata dalla Relazione illustrativa sugli studi di RSL a cura del Dip. di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Firenze.

### 11.1.3 La carta delle MOPS (Livello 1)

Essa individua qualitativamente e grossolanamente la geometria delle aree potenzialmente caratterizzate da specifici effetti sismici locali.

Nelle aree esaminate il bedrock sismico viene sempre identificato con le formazioni litoidi del substrato roccioso: laddove pertanto esse si rinvergono in affioramento, o subaffioranti sotto coperture superficiali di alterazione inferiori ai 3 metri, con pendenze fino ai 15°, vanno a costituire le **zone stabili** (*originariamente definite zona 1, 1a e 1b*) della carta MOPS; il substrato rigido è rappresentato nell'area dalla Formazione Acquerino (Membro Arenaceo AQR2 e Membro Pelitico AQR3) e del Torrente Cerigiola (TCG), dalla Formazione Falterona (Membro di Montalto FAL3 e Marne di Galiga GLG) e dalla Formazione della Pietraforte (Ptf). Le aree di Buttoli, Cornocchio, Santa Lucia e (in misura minore) Mangona vengono assegnate per lo più a questa zona.

Le elevate pendenze medie che talvolta caratterizzano i rilievi montuosi e collinari delle aree in esame rendono frequenti porzioni di territorio in cui il bedrock affiorante viene classificato come "zona stabile suscettibile di amplificazione per effetti topografici" (**zona 1, 41, 42 ex zona 2, 2a e 2b**); la maggior parte dell'area di Mangona e alcune zone a Santa Lucia e Montecarelli appartengono a questa zona. La dettagliata ricostruzione del modello geologico del sottosuolo ha permesso poi di individuare ben 41 "zone stabili suscettibili di amplificazione sismica per contrasto di impedenza" tra substrato e coperture (**zona 2 – zona 44**), differenziate tra loro sulla base della successione sismo-stratigrafica, degli spessori presenti e dei valori

di velocità  $V_s$  dei vari orizzonti secondo la tabella 11.1.3.1. Esse caratterizzano la maggior parte del territorio di Barberino e Cavallina, Montecarelli e Galliano. Per la descrizione di dettaglio delle singole microzone si rimanda alla legenda presente nella tabella 11.1.3.2.

**Tabella 11.1.3.1**

**Terreni di copertura presenti nel territorio di Barberino e loro risposta sismica**

<b>DEPOSITI DETRITICI DI SPESSORE &gt; 3 m</b>	
<b>O</b>	<b>Riparti antropici (RI);</b> $V_s$ n.d.
<b>DEPOSITI DETRITICI DI SPESSORE &gt; 3 m</b>	
<b>A</b>	<b>Coperture detritiche a composizione granulometrica mista (a);</b> $V_s < 500$ m/s
<b>DEPOSITI ALLUVIONALI ANTICHI TERRAZZATI E RECENTI</b>	
<b>B</b>	<b>Ciottolami in matrice limoso-sabbiosa, ghiaie, sabbie e limi (SIV);</b> $V_s = 150 - 300$ m/s
<b>DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI DEL BACINO DEL MUGELLO</b>	
<b>C</b>	<b>Sabbie medio-fini di delta-conoide (MGO2_s);</b> $V_s = 250 - 350$ m/s
<b>D</b>	<b>Argille sitose lacustri, tavolta lignifere; intercalazioni di sabbie e ghiaie (MGO1_a)</b> $V_s = 350 - 500$ m/s
<b>E</b>	<b>Depositi argillosi con intercalazioni di ciottoli e ghiaia (MGO1_v);</b> $V_s = 400 - 750$ m/s

Inoltre, particolare attenzione viene dedicata alle **zone instabili**, in cui sono annoverate tutte le aree di instabilità di versante suddivise tra frane attive e frane quiescenti. Le prime sono estremamente rare, mentre numerose sono le aree ad instabilità quiescente.

Nella tavola sono inoltre rappresentate le aree a rischio di crollo per la presenza di cavità sotterranee legate alle miniere di lignite, oltre alle principali forme morfologiche di rilevanza per i possibili effetti di amplificazione sismica: sono presenti alcune creste morfologiche, orli di terrazzo e di scarpata (in genere inferiori a 10 metri) e una conoide alluvionale, posta al piede del versante in sponda destra del Torrente Stura, in prossimità della zona industriale di Barberino (a nord-ovest del Capoluogo).

Infine, si segnala inoltre la presenza della faglia attiva di Galliano, ovvero l'allineamento tettonico di tipo normale che corre con allineamento E-O al margine meridionale del paese.

## Tabella 11.1.3.2

### Legenda Carta MOPS

#### ZONE STABILI

Zona 1 (cod.1011)

**a-S** Substrato lapideo stratificato affiorante con coperture di alterazione inferiori a 3 metri

Zona 1a (cod.1041)

**a-S** Substrato lapideo stratificato affiorante con spessore > 10m e coperture di alterazione di spessore < 3m  
**b-S**

Zona 1b (cod.1012)

**a-NS** Substrato lapideo non stratificato affiorante con spessore > 10m e coperture di alterazione di spessore < 3m  
**b-S**

#### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA (pendenze >15°)

Zona 2 (cod.2001)

**a-S** Substrato lapideo stratificato affiorante con coperture di alterazione inferiori a 3 metri

Zona 2a (cod.2041)

**a-S** Substrato lapideo stratificato affiorante con coperture di alterazione inferiori a 3 metri  
**b-S**

Zona 2b (cod.2042)

**a-NS** Substrato lapideo non stratificato affiorante con coperture di alterazione inferiori a 3 metri  
**b-S**

#### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE PER CONTRASTO DI IMPEDENZA TRA COPERTURA E SUBSTRATO RIGIDO

Zona 3 (cod.2044)

**b-S**

Zona 3a (cod.2002)

**b-NS**

Zona 3b (cod.2003)

**a-S** <10 m  
**b-S**

Zona 3c (cod.2045)

**a-NS** <10 m  
**b-S**

Zona 4 (cod.2004)

**B** < 15 m  
**a-S**

Zona 5a (cod.2005)

**F** < 15 m  
**b-S** 0 - 20 m  
**a-S**

Zona 5b (cod.2006)

**B** < 15 m  
**b-S** 20 - 40 m  
**a-S**

Zona 5c (cod.2007)

**B** < 15 m  
**b-S** 40 - 60 m  
**a-S**

Zona 6a (cod.2008)

**B** < 15 m  
**D** 0 - 20 m  
**a-S**

Zona 6b (cod.2009)

**B** < 15 m  
**D** 20 - 40 m  
**a-S**

Zona 6c (cod.2010)

**B** < 15 m  
**D** 40 - 60 m  
**a-S**

Zona 6d (cod.2011)

**B** < 15 m  
**D** 60 - 80 m  
**a-S**

Zona 6e (cod.2047)

**B** < 15 m  
**D** > 80 m  
**a-S**

Zona 7a (cod.2012)

**B** < 15 m  
**D** 0 - 20 m  
**C** 0 - 20 m  
**a-S**

Zona 7b (cod.2013)

**B** < 15 m  
**D** 20 - 40 m  
**C** 0 - 20 m  
**a-S**

Zona 7c (cod.2014)

**B** < 15 m  
**D** 40 - 60 m  
**C** 0 - 20 m  
**a-S**

Zona 7d (cod.2015)

**B** < 15 m  
**D** 20 - 40 m  
**C** 20 - 40 m  
**a-S**

Zona 7e (cod.2016)

**B** < 15 m  
**D** 40 - 60 m  
**C** 20 - 40 m  
**a-S**

Zona 8a (cod.2017)

**D** < 20 m  
**a-S**

Zona 8b (cod.2018)

**D** 20 - 40 m  
**a-S**

Zona 8c (cod.2019)

**D** 40 - 60 m  
**a-S**

Zona 8d (cod.2020)

D	60 - 80 m
a-S	

Zona 8e (cod.2046)

D	> 80 m
a-S	

Zona 9a (cod.2021)

D	< 20 m
C	0 - 20 m
a-S	

Zona 9b (cod.2022)

D	20 - 40 m
C	0 - 20 m
a-S	

Zona 9c (cod.2023)

D	40 - 60 m
C	0 - 20 m
a-S	

Zona 9d (cod.2024)

D	< 20 m
C	20 - 40 m
a-S	

Zona 9e (cod.2025)

D	40 - 60 m
C	20 - 40 m
a-S	

Zona 10 (cod.2026)

E	< 20 m
a-S	

Zona 11 (cod.2027)

B	< 15 m
E	0 - 20 m
a-S	

Zona 12a (cod.2028)

E	< 20 m
D	0 - 20 m
a-S	

Zona 12b (cod.2029)

E	< 15 m
D	20 - 40 m
a-S	

Zona 13a (cod.2030)

B	< 15 m
E	0 - 20 m
D	0 - 20 m
a-S	

Zona 13b (cod.2031)

B	< 15 m
E	0 - 20 m
D	20 - 40 m
a-S	

Zona 14a (cod.2032)

D	< 20 m
b-S	0 - 20 m
a-S	

Zona 14b (cod.2033)

D	20 - 40 m
b-S	0 - 20 m
a-S	

Zona 14c (cod.2034)

D	< 20 m
b-S	20 - 40 m
a-S	

Zona 14d (cod.2035)

D	20 - 40 m
b-S	20 - 40 m
a-S	

Zona 15a (cod.2036)

B	< 15 m
D	0 - 20 m
b-S	0 - 20 m
a-S	

Zona 15b (cod.2037)

B	< 15 m
D	20 - 40 m
b-S	0 - 20 m
a-S	

Zona 15c (cod.2038)

B	< 15 m
D	0 - 20 m
b-S	20 - 40 m
a-S	

Zona 15d (cod.2039)

B	< 15 m
D	20 - 40 m
b-S	20 - 40 m
a-S	

Zona 16 (cod.2043)

E	< 20 m
b-S	

Zona 17 (cod.2048)

A	< 15 m
a-S	> 20 m
b-NS	

#### 11.1.4 Analisi di RSL

Il modello geologico di sottosuolo, definito sulla base dei rilievi geologici realizzati e delle indagini geognostiche e rappresentato sulla base di n. 12 sezioni geologiche rappresentative, è stato implementato associando una parametrizzazione geofisica media suddivisa per le varie formazioni geologiche e distinta tra i parametri desunti dalle indagini geofisiche di superficie da quelli ricavati dalle indagini geofisiche in foro. Questi parametri sono stati usati per le analisi di modellazione bidimensionali svolte da DICEA che hanno permesso di ricavare, per ciascuna sezione modellata, la pericolosità sismica locale in termini di valori di fattore d'amplificazione di Housner (FH).

Per il presente PSI, nell'ottica di aggiornare gli studi agli standard vigenti, la modellazione è stata rielaborata dai tecnici del Settore Prevenzione Sismica di RT avvalendosi di nuovi spettri di input sismico e ricavando fattori di amplificazione in termini di accelerazione (FA) per più intervalli di periodo (0,1-0,5 sec; 0,5-1,0 sec).

#### 11.1.5 La carta di Microzonazione Sismica (Livello 3)

Per quanto concerne l'elaborazione della cartografia di microzonazione sismica di livello 3, i risultati originari in termini di FH, desunti dalle analisi 2D effettuate in corrispondenza delle 12 sezioni geologico-tecniche rappresentative del modello di sottosuolo, sono stati estesi arealmente mediante l'ausilio combinato della cartografia geologica e della cartografia MOPS. Il modello logico su cui si è basata l'estrapolazione areale dei dati di amplificazione è stato il seguente:

1. rappresentazione su mappa di tutti i punti di output delle modellazioni dinamiche effettuate, con il relativo valore di FA calcolati negli intervalli di periodo richiesti da ICMS: 0,4-0,7 sec e 0,7-1,1 sec, oltre che nell'intervallo 0,1-0,5 sec considerato di particolare significatività per quanto riguarda l'interazione con le strutture in elevazione;
2. individuazione del modello geologico-tecnico alla base di ogni valore di FA desunto;
3. identificazione sulle cartografie tematiche esistenti (in particolare geologiche e MOPS) di analoghe condizioni geologico-tecniche su aree in cui non sono disponibili analisi di risposta sismica per assenza di dati di base;
4. confronto con omologhi valori di FA da analisi bidimensionale e conseguente attribuzione del fattore FH nelle predette aree;
5. raggruppamento di situazioni tipologiche ed amplificative similari mediante la discretizzazione dell'area in classi distinte da differenti intervalli di FA;
6. rappresentazione della cartografia prodotta mediante software operante in ambiente GIS.

Analogia metodologia è stata quindi adottata – nel corso dei presenti studi – per la redazione di concerto con i tecnici regionali della **nuova Carta di microzonazione sismica** in termini di FA(0105). In tutti le sezioni elaborate infatti le amplificazioni a basso periodo sono risultate quelle più elevate e pertanto più cautelative. Sulla base di quanto illustrato precedentemente, la carta permette di discretizzare l'area in esame sulla base delle seguenti classi definite dagli standard ICMS:

ZONE STABILI (FA =1): include le aree di affioramento del substrato sismico caratterizzato in area dalla formazione dell'Acquerino (AQR) e dalla formazione del Falterona (FAL3).

#### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONA A (FA=1.1-1.2): include le aree di affioramento dei depositi alluvionali quaternari che presentano generalmente uno spessore contenuto, al di sopra del bedrock sismico;

ZONA B (FA=1.3-1.4): individua aree di affioramento prevalentemente costituite da depositi alluvionali e/o lacustri caratterizzati da una bassa amplificazione sismica;

ZONA C (FA=1.5-1.6): individua aree di affioramento prevalentemente costituite da depositi alluvionali e/o lacustri caratterizzati da una media amplificazione sismica;

ZONA D (FA=1.7-1.8): individua aree di affioramento prevalentemente costituite da depositi alluvionali e/o lacustri caratterizzati da una medio-alta amplificazione sismica;

ZONA E (FA=1.9-2.0): individua aree di affioramento prevalentemente costituite da depositi alluvionali e/o lacustri caratterizzati da una elevata amplificazione sismica;

ZONA F (FA=2.1-2.2): individua aree di affioramento prevalentemente costituite da depositi alluvionali e/o lacustri caratterizzati da una amplificazione sismica molto elevata;

ZONA G (FA=2.3-2.4): individua aree di affioramento prevalentemente costituite da depositi alluvionali e/o lacustri caratterizzati da una amplificazione sismica molto elevata;

ZONA H (FA>3.5): riguarda essenzialmente una piccola porzione dell'area industriale di Cavallina, in cui i fattori di amplificazione sismica sono molto elevati.

Infine, la carta MS segnala alcune importanti **zone di attenzione per instabilità**, legate ad aree in dissesto attivo o quiescente, e pone attenzione particolare alle zone potenzialmente soggette a crollo di cavità sotterranee (miniere di lignite).

Per quanto concerne la suscettibilità alla liquefazione, sono state individuate due aree a rischio di liquefazione potenzialmente elevato nelle quali eseguire uno studio di dettaglio sulla base delle caratteristiche geomeccaniche e sismiche dei terreni presenti nei primi 20 metri del sottosuolo. Le due aree si collocano in adiacenza ai corsi d'acqua della Sieve e della Lora nei tratti compresi tra il tracciato autostradale e l'invaso di Bilancino, in contesti per lo più di fondovalle o collinari.

L'analisi di suscettibilità a liquefazione, basata su n.10 prove penetrometriche statiche, è stata eseguita per l'aggiornamento 2015 a cura di Geotecno partendo dai seguenti assunti e criteri:

- magnitudo massima attesa pari a  $M_{wmax} = 6,60$ , in accordo con le indicazioni degli ICMS;
- fattore di amplificazione al suolo come da modellazione sismica eseguita per gli studi originari di livello 3, pertanto variabile tra FA=1,3 e 2,5;
- tavola d'acqua collocata in via cautelativa a profondità di 3 metri dal p.c;

Essa ha permesso, sulla base della valutazione dell'indice di liquefazione di Sonmez (LPI), di attribuire a ciascuna verticale un livello qualitativo di suscettibilità, da "non liquefacibile" a "molto alto"; d'accordo con i tecnici degli uffici regionali, si è quindi scelto di individuare sul territorio indagato "zona a rischio moderato" e "zona a rischio alto" adottando i seguenti criteri di classificazione applicati a ciascuna verticale analizzata:

- zona di suscettibilità a liquefazione a rischio moderato:

$2 < LPI_{10max} < 5 - LPI_{10} > 0$  per  $\Sigma HL > 5$  metri (spessore di terreno liquefacibile)

- zona di suscettibilità a liquefazione a rischio alto:

$5 < LPI_{10max} < 15$

Nella carta di MS tali zone sono cartografate come “**zone di suscettibilità a liquefazione**” con valori di LPI compresi tra 2 e 9.

La carta viene presentata in termini di FA nell’intervallo di periodo 0,1-0,5 sec, risultato il più cautelativo tra quelli analizzati.

## 11.2 Borgo San Lorenzo

Gli studi di MS di livello 1 sono stati svolti da Geotecno nell’anno 2012 per una serie di areali comprendenti, oltre al Capoluogo, le frazioni di Luco, Panicaglia, Ronta e Polcanto.

Gli approfondimenti per il quadro conoscitivo del PSI hanno previsto lo studio di livello 2 per il capoluogo e la attigua frazione di Sagginale, mentre sono in corso di svolgimento, in collaborazione con CNR e Servizio Sismico Regionale, gli studi di MS3 per la frazione di Ronta.

### 11.2.1 Dati geotecnici e geofisici di base

Il comune di Borgo è stato indagato, nell’ambito degli studi specifici del programma VEL+DOCUP, dal Servizio Sismico Regionale mediante indagini geologiche e sismiche riportate nella tabella seguente, la cui ubicazione è mostrata nella Carta delle Indagini.

**Tabella 3.2.1.1**

#### Indagini del programma VEL/DOCUP

AREA DI INDAGINE	Sondaggi geognostici	Prove downhole	Sismica a rifrazione	Prove penetrometriche	Coni sismici
area urbana “Capoluogo”	10	10	15	5	4
frazione “Sagginale”	0	0	2	2	0
frazione “Panicaglia”	2	2	1	5	0
frazione “Ronta”	1	1	1	0	0

Successivamente (2012) Geotecno, nell’ambito degli studi di microzonazione livello 1 ha integrato le indagini esistenti mediante le prove riportate nella tabella seguente.

**Tabella 3.2.1.2**

#### Indagini integrative Geotecno (2012)

AREA DI INDAGINE	Stendimenti di sismica a rifrazione	Prove geofisiche MASW	Misure di rumore sismico
area urbana "Capoluogo"	3	2	30
frazione "Sagginale"			10
frazione "Panicaglia"		2	8
frazione "Ronta"	2		12
frazione "Luco di Mugello"		3	10
frazione "Polcanto"	1		5

Infine, per la definizione del modello geologico del sottosuolo è stata svolta una accurata ricognizione nelle banche dati geognostiche presenti in rete sui principali siti istituzionali di riferimento, oltre all'archivio cartaceo a disposizione dell'amministrazione comunale.

E' stato così possibile raccogliere un'ingente quantità di dati di base proveniente principalmente dal DB di Regione Toscana e dall'archivio "Indagini del sottosuolo" di ISPRA, per un totale di 321 siti di indagine rappresentati nella Carta delle Indagini e nel geodatabase correlato.

### 11.2.2 Gli elaborati di MS1

Per ogni area esaminata (capoluogo e 5 frazioni principali), lo studio di microzonazione sismica livello 1 è costituito dai seguenti elaborati:

- Carta delle indagini con allegato database geografico in formato digitale
- Carta geologico-tecnica
- Sezioni litotecniche
- Carta delle frequenze fondamentali dei depositi
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

corredata dalla Relazione illustrativa sugli studi eseguiti.

La scala di rappresentazione è pari a 1:10.000 per il Capoluogo e Sagginale, 1:5.000 per le altre frazioni.

### 11.2.3 La carta delle MOPS (Livello 1)

Essa individua qualitativamente e grossolanamente la geometria delle aree potenzialmente caratterizzate da specifici effetti sismici locali.

Nelle aree esaminate il bedrock sismico viene sempre identificato con le formazioni litoidi del substrato roccioso: laddove pertanto esse si rinvengano in affioramento, o subaffioranti sotto coperture superficiali di alterazione inferiori ai 3 metri, con pendenze fino ai 15°, vanno a costituire le **zone stabili** della carta MOPS.

Le elevate pendenze medie dei rilievi montuosi e collinari delle aree in esame rendono estremamente limitate le zone stabili, attribuendo di conseguenza la maggior parte della porzioni di territorio con bedrock affiorante a "zona stabile suscettibile di amplificazione per effetti topografici" (**zona 1**); tale zona è diffusamente presente sui rilievi a sud del Capoluogo, a Polcanto e nella parte settentrionale di Ronta e di Luco.

La dettagliata ricostruzione del modello geologico del sottosuolo ha permesso di individuare ben 16 **zone stabili suscettibili di amplificazione sismica per contrasto di impedenza** tra substrato e coperture (**zona 2 – zona 17**), differenziate tra loro sulla base della successione sismo-stratigrafica, degli spessori e dei valori di velocità  $V_s$  dei vari orizzonti in cui si distinguono essenzialmente depositi alluvionali, depositi fluvio-lacustri di conoide e depositi lacustri prevalentemente coesivi (tabella 11.2.3.1). La descrizione dettagliata delle zone sismiche è riportata nella legenda della Carta MOPS e in sintesi nella tabella 11.2.3.2; esse caratterizzano la maggior parte del territorio studiato, l'intera totalità dell'area di Panicaglia e gran parte del territorio del Capoluogo, di Sagginale e di Luco di Mugello.

**Tabella 11.2.3.1**

**Caratterizzazione geologico-sismica dei terreni di copertura e del substrato litoide**

INFORMAZIONE SUBSTRATO		INFORMAZIONE TERRENI DI COPERTURA	
<b>a</b>	Substrato lapideo S; Vs = 900 - 1300 m/s	<b>A</b>	Alluvioni fluviali e terrazze del Fiume Sieve e affluenti ( <b>at3, at2</b> ); Vs = 150 - 300 m/s
<b>b</b>	Substrato lapideo S; Vs = n.d.	<b>B</b>	Depositi alluvionali di antichi terrazzi ( <b>at1</b> ); Vs = 250 - 350 m/s
<b>c</b>	Substrato lapideo NS; Vs = 1000-1300 m/s	<b>C</b>	Depositi lacustri a composizione argillosa-limosa ( <b>Vag</b> ), talvolta molto consistenti ( <b>Vag*</b> ); Vs( <b>Vag</b> ) = 350 - 500 m/s, Vs( <b>Vag*</b> ) = 650 - 800 m/s
<b>d</b>	Substrato lapideo NS; Vs n.d.	<b>D</b>	Conglomerati fluvio-lacustri di conoide ( <b>Vcg, VcgS</b> ); Vs = 400 - 750 m/s
S - substrato stratificato NS - substrato non stratificato		<b>E</b>	Sabbie fluvio-lacustri di conoide ( <b>Vs</b> ); Vs = 250 - 300 m/s
a - Formazioni: Arenarie del Cervarola-Falterona ( <b>AC</b> ), Formazione Marnosa-Arenacea ( <b>FMA</b> ), Arenarie di Castel Guerrino ( <b>ACG</b> ) b - Arenarie di Monte Senario ( <b>AMS</b> ) c - Formazioni: Marne di Galiga ( <b>GAL</b> ) d - Formazioni: Marne varicolori ( <b>mv</b> )		<b>F</b>	Depositi eluvio-colluviali e detritici; Vs = 100 - 300 m/s

Infine, particolare attenzione viene dedicata alle **zone instabili**, in cui sono annoverate tutte le aree di instabilità di versante suddivise tra frane attive, frane quiescenti e frane inattive, oggetto di revisione dettagliata mediante rilievi di campagna e ortofotogrammetrici in occasione dell'approvazione del nuovo RU comunale (2016).

Tra le frane attive, di particolare rilevanza e recente attivazione quella lungo la SS Faentina in località Polcanto, oltre ad alcuni piccoli movimenti a nord del centro urbano del capoluogo. Nelle restanti frazioni sono presenti aree di instabilità descritte nel dettaglio nella relazione tecnica allegata agli studi MS1.

Si segnala inoltre la presenza della faglia capace di Borgo capoluogo, ovvero l'allineamento tettonico di tipo normale al margine meridionale del bacino del Mugello.

Infine, la carta riporta anche le principali forme morfologiche di rilevanza per i possibili effetti di amplificazione sismica: sono presenti alcune creste morfologiche, orli di terrazzo e di scarpata (in genere inferiori a 10 metri) e due conoidi alluvionali, in località Sagginale e in località Lutiano Vecchio (a sud del Capoluogo).

## Tabella 11.2.3.2

### Legenda carta MOPS

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE PER CONTRASTO DI IMPEDENZA TRA COPERTURA E SUBSTRATO RIGIDO

<p><b>Zona 2 (cod.2002)</b>   Vag / Vag* &gt;100m</p>	<p><b>Zona 3 (cod.2003)</b>   at1 &lt;10 m            Vag, Vcg, Vs &gt;100 m</p>	<p><b>Zona 4 (cod.2004)</b>   Vs (spessori n.d.)            Vag &gt;100m</p>
<p><b>Zona 5 (cod.2005)</b>   at1 &lt;5 m            Vs (spessori n.d.)            Vag &gt;100m</p>	<p><b>Zona 6 (cod.2006)</b>   at2, at3 &lt;10 m            Vag, Vag* &gt;100m</p>	<p><b>Zona 7 (cod.2007)</b>   dt, cl &lt;30 m            AC, AMS &gt;100m</p>
<p><b>Zona 8 (cod.2008)</b>   Vcg, VcgS (spessori n.d.)            AC, AMS &gt;100m</p>	<p><b>Zona 9 (cod.2009)</b>   at2, at3 &lt;30 m            Vcg, VcgS 10 - 30m</p>	<p><b>Zona 10 (cod.2010)</b>   Vcg, Vs &lt;30 m            Vag, Vag* &gt;50m</p>
<p><b>Zona 11 (cod.2011)</b>   Vcg &lt;10m            ACG, FMA &gt;100m</p>	<p><b>Zona 12 (cod.2012)</b>   at1, cl &lt;15m            FMA, ACG, mv &gt;100m</p>	<p><b>Zona 13 (cod.2013)</b>   at1, cl &lt;10m            Vcg, Vs 10 - 20m            Vag, Vag* 50 - 100m</p>
<p><b>Zona 14 (cod.2014)</b>   dt &lt; 30m            GAL (spessore n.d.)</p>	<p><b>Zona 15 (cod.2015)</b>   dt, cl &lt;15m            Vag, Vag* &gt;100m</p>	<p><b>Zona 16 (cod.2016)</b>   dt, cl &lt;15m            Vcg &lt;30m            AC, GAL &gt;100m</p>
<p><b>Zona 17 (cod.2017)</b>   at1 &lt; 10m            AMS &gt;100m</p>		

#### ZONE STABILI

	Substrato lapideo stratificato affiorante con coperture di alterazione inferiori a 3 metri
	Substrato lapideo non stratificato affiorante con coperture di alterazione inferiori a 3 metri

#### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA (pendenze >15°)

	Zona 1 (cod.2001) Substrato lapideo affiorante con coperture di alterazione inferiori a 3 metri
--	--

#### ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

	Instabilità di versante per <u>frana attiva</u>
	Instabilità di versante per <u>frana quiescente</u>
	Instabilità di versante per <u>frana inattiva</u>
	Faglia diretta
	Faglia inversa

#### FORME MORFOLOGICHE E ARTIFICIALI

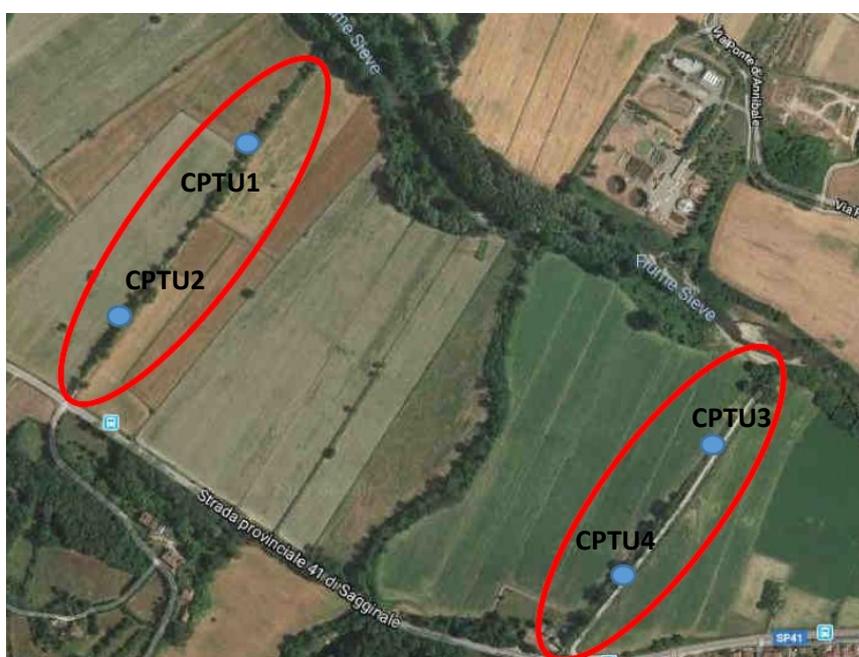
	Orlo di scarpata con rigetto <10 metri
	Orlo di terrazzo con rigetto < 20 metri
	Cresta
	Conoide alluvionale

#### 11.2.4 Nuove indagini per la valutazione della suscettibilità alla liquefazione

Contestualmente alla predisposizione degli studi di livello 2 per il capoluogo, è stata condotta una specifica indagine geognostica finalizzata alla valutazione della suscettibilità per liquefazione dinamica, su un'area collocata in sponda destra della Sieve in località Sagginale e individuata dalla struttura regionale come a rischio potenzialmente elevato, nelle quali eseguire uno studio di dettaglio sulla base delle caratteristiche geomeccaniche e sismiche dei terreni presenti nei primi 20 metri del sottosuolo. La campagna si è svolta tramite n.4 prove penetrometriche elettriche con piezocono (CPTU) la cui ubicazione è riportata in figura 11.2.4.1.

**Figura 11.2.4.1**

#### **Ubicazione delle nuove indagini**



La valutazione si è svolta mediante apposito foglio di calcolo predisposto da DICEA – Università di Firenze, partendo dai seguenti assunti e criteri:

- magnitudo massima attesa pari a  $M_{wmax} = 6,60$ , in accordo con le indicazioni degli ICMS;
- accelerazione di picco ricavata dalla mappa di pericolosità di base INGV, assunta pari a  $a_{max} = 0,24g$ ;
- tavola d'acqua collocata in via cautelativa a profondità di 3 metri dal p.c;

e ha permesso, sulla base della valutazione dell'indice di liquefazione di Sonmez (LPI), di attribuire a ciascuna verticale un livello qualitativo di suscettibilità, da "non liquefacibile" a "molto alto"; i risultati, riportati in tabella 11.2.4.1 per ciascuna verticale di indagine con riferimento ai vari metodi analitici utilizzati (cfr. Facciorusso J., Madiari C., Vannucchi G. - *CONFRONTO TRA METODI SEMPLIFICATI DI STIMA DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE DA PROVE CPT E CPTU*. Dicea Università di Firenze, 2013), individuano una situazione di moderato rischio con valori di LPI compresi tra 2,20 e 6,48 nella verticale più critica CPTU1 (potenziale tra moderato e alto), tendenti a valori sotto soglia ( $LPI < 2$ ) per le verticali CPTU2 e CPTU4.

Nella carta di MS tali zone sono cartografate come “**zone di suscettibilità a liquefazione**”, con indice di liquefazione pari alla media dei risultati ottenuti tra i vari metodi calcolata sulla verticale più critica CPTU1 fino alla profondità di 20 metri (IL=3.9).

**Tabella 11.2.4.1**

**Risultati della verifica alla suscettibilità per liquefazione mediante indice LPI**

Metodo	1	2	3	4	5	6
	NCEER	Rob	I&B	J&AI	Moss	AGI
<b>CPTU1</b>						
LPI20 =	2,48	2,20	3,93	5,32	4,43	5,07
LPI10 =	2,99	2,64	4,90	6,48	5,89	6,28
<i>Rischio di liquefazione:</i>	<i>moderato</i>	<i>moderato</i>	<i>moderato</i>	<i>alto</i>	<i>moderato</i>	<i>alto</i>
<b>CPTU2</b>						
LPI20 =	0,62	0,60	2,71	1,72	1,64	1,29
LPI10 =	0,68	0,67	1,47	1,94	1,58	1,38
<i>Rischio di liquefazione:</i>	<i>basso</i>	<i>basso</i>	<i>moderato</i>	<i>basso</i>	<i>basso</i>	<i>basso</i>
<b>CPTU3</b>						
LPI20 =	2,61	2,40	3,24	4,61	3,37	4,32
LPI10 =	2,91	2,69	3,39	5,45	3,70	5,05
<i>Rischio di liquefazione:</i>	<i>moderato</i>	<i>moderato</i>	<i>moderato</i>	<i>moderato</i>	<i>moderato</i>	<i>moderato</i>
<b>CPTU4</b>						
LPI20 =	0,25	0,21	1,13	0,72	1,61	0,97
LPI10 =	0,35	0,28	1,59	1,05	2,28	1,38
<i>Rischio di liquefazione:</i>	<i>basso</i>	<i>basso</i>	<i>basso</i>	<i>basso</i>	<i>basso</i>	<i>basso</i>

**11.2.5 Studio di Microzonazione sismica di livello 2 (capoluogo)**

Gli studi di MS di livello 2 costituiscono un approfondimento del livello 1, possibile laddove l’assetto geologico e sismico dell’area indagata renda attuabile un approccio semplificato monodimensionale, basato su abachi regionalizzati, che fornisca comunque quantificazioni numeriche degli effetti sismici.

E’ questo il caso dell’area del capoluogo, dove il modello geologico del sottosuolo vede spessori ingenti di coperture fluvio-lacustri su substrato rigido, il cui tetto varia da profondità di alcune decine di metri in prossimità delle strutture tettoniche ad alto angolo e importante rigetto poste sul bordo sud del bacino, fino a oltre 200 metri nel centro del bacino stesso.

Gli abachi, prediposti da RT, si differenziano sulla base dei seguenti fattori:

- 1) area geografica (il territorio regionale è stato distinto in 5 macroaree: Toscana appenninica, area di transizione, Toscana interna, Amiata e Toscana costiera);
- 2) tipologia dell’input sismico (in riferimento a differenti classi di accelerazione di picco media);
- 3) presenza di substrato sismico a profondità maggiore o minore a 30m (ad esclusione dell’area della costa per la quale non è stata effettuata tale distinzione, in virtù di risultati simili);
- 4) tipo di fattore di amplificazione: il parametro utilizzato per la rappresentazione dei livelli amplificativi è il fattore di amplificazione di Housner (di seguito denominato FA) misurato come rapporto tra l’integrale dello spettro di accelerazione in output e l’omologo integrale dello spettro di accelerazione in input , valutato in un duplice intervallo di integrazione: il primo tra 0.1 e 0.5 secondi (denominato  $FA_{0.1-0.5}$ ), significativo per le

strutture più rigide, a basso periodo proprio, il secondo per le strutture più flessibili (denominato  $FA_{0,5-1}$ ), ad elevato periodo proprio.

La procedura eseguita per lo studio, inquadrato nella macroarea "Toscana appenninica" con valore di accelerazione di base per un tempo di ritorno di 475anni maggiore di 0.15g, è consistita in primis nell'associare a ciascuna microzona di livello 1 un valore di VsH e il dato locale di frequenza fondamentale. Tale obiettivo viene raggiunto avvalendosi dell'ampia banca dati geologico-sismica presente sul territorio, in gran parte costituita dalle indagini VEL e dalle indagini svolte per gli studi di MS1. A ciascuna microzona così caratterizzata viene quindi attribuito un valore di profondità del substrato sismico, con soglia posta a 30 m, in alcuni casi procedendo alla suddivisione della microzona stessa. In generale, gran parte dell'area del capoluogo presenta substrato a profondità ben superiori a 30 m, con eccezioni limitate ad alcune zone di bordo valle in sponda destra della Sieve. Tramite gli abachi si perviene quindi alla determinazione dei valori di FA di cui al punto 4 precedente che costituiscono elemento fondante della Carta di microzonazione sismica di livello 2.

#### 11.2.6 La carta di Microzonazione Sismica (Livello 2)

La carta riporta per ciascuna microzona il fattore di amplificazione FA nell'intervallo 0,1-0.5 sec come calcolato mediante gli abachi regionali; alle **zone stabili** (substrato rigido affiorante) viene assegnato  $FA=1$ .

La rappresentazione grafica, coerente con gli ICMS, prevede per le **microzone stabili suscettibili di amplificazioni locali** la suddivisione in 5 classi a fattore FA crescente:

ZONA A ( $FA=1.1-1.2$ ): include le aree di affioramento dei depositi alluvionali e lacustri con spessori  $>30$  m sopra la bedrock e frequenze fondamentali in genere estremamente basse ( $f < 1$  hz);

ZONA B ( $FA=1.3-1.4$ ): include le aree di affioramento dei depositi alluvionali o coltri detritiche con spessori modesti ( $<30$  m) sopra la bedrock e frequenze fondamentali intorno a  $f=1,5$  hz;

ZONA C ( $FA=1.5-1.6$ ): include le aree di affioramento dei depositi alluvionali con spessori  $>30$  m sopra la bedrock e frequenze fondamentali intorno a  $f=1,5$  hz;

ZONA D ( $FA=1.7-1.8$ ): individua aree di affioramento prevalentemente costituite da depositi lacustri di modesto spessore sopra al bedrock ( $<30$ m), oltre a alcune aree in dissesto.

Alle **zone instabili** è stato scelto di attribuire la classe di amplificazione immediatamente superiore rispetto a quella della corrispondente microzona stabile.

La carta riporta infine le **zone di suscettibilità per liquefazione** come individuate attraverso specifica indagine geognostica descritta al paragrafo precedente, ubicate in sponda destra della Sieve in località Sagginale.

In generale lo studio mostra valori di amplificazione contenuti per gran parte dell'areale del capoluogo, con più di 80% del territorio caratterizzato da  $FA_{0,1-0,5} < 1,5$ ; i valori più elevati vengono attribuiti alle aree in dissesto.

## 11.3 Dicomano

Gli studi di MS di livello 1 sono stati svolti da Geotecno nell'anno 2012 per le aree del Capoluogo e di Sandetole.

Gli approfondimenti per il quadro conoscitivo del PSI hanno previsto lo studio di livello 3 per il capoluogo e la attigua frazione di Piandrati, anche attraverso la realizzazione di nuove indagini geofisiche di superficie (sismica a rifrazione e misure passive di rumore sismico).

### 11.3.1 Dati geotecnici e geofisici di base

Il comune di Dicomano è stato indagato, nell'ambito degli studi specifici del programma VEL+DOCUP, dal Servizio Sismico Regionale mediante indagini geologiche e sismiche riportate nella tabella seguente, la cui ubicazione è mostrata nella Carta delle Indagini.

**Tabella 11.3.1.1**

#### **Indagini del programma VEL/DOCUP**

<b>AREA DI INDAGINE</b>	<b>Sondaggi geognostici</b>	<b>Prove downhole</b>	<b>Sismica a rifrazione</b>
area urbana "Capoluogo"	4	4	4

Successivamente (2012) Geotecno, nell'ambito degli studi di microzonazione livello 1 ha integrato le indagini esistenti mediante le prove riportate nella tabella seguente.

**Tabella 11.3.1.2**

#### **Indagini integrative Geotecno (2012)**

<b>AREA DI INDAGINE</b>	<b>Stendimenti di sismica a rifrazione</b>	<b>Prove geofisiche MASW</b>	<b>Misure di rumore sismico</b>
area urbana "Capoluogo"	4		24
frazione Sandetole	3		6

Infine, per la definizione del modello geologico del sottosuolo è stata svolta una accurata ricognizione nelle banche dati geognostiche presenti in rete sui principali siti istituzionali di riferimento, oltre all'archivio cartaceo a disposizione dell'amministrazione comunale.

E' stato così possibile raccogliere un'ingente quantità di dati di base proveniente principalmente dal DB di Regione Toscana e dall'archivio "Indagini del sottosuolo" di ISPRA, per un totale di 63 siti di indagine rappresentati nella Carta delle Indagini e nel geodatabase correlato.

### 11.3.2 Gli elaborati di MS1

Per le aree esaminate (capoluogo e Sandetole), lo studio di microzonazione sismica livello 1 è costituito dai seguenti elaborati:

- Carta delle indagini con allegato database geografico in formato digitale
  - Carta geologico-tecnica
  - Sezioni litotecniche
  - Carta delle frequenze fondamentali dei depositi
  - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica
- corredata dalla Relazione illustrativa sugli studi eseguiti.

La scala di rappresentazione è pari a 1:5.000.

### 11.3.3 La carta delle MOPS (Livello 1)

Essa individua qualitativamente e grossolanamente la geometria delle aree potenzialmente caratterizzate da specifici effetti sismici locali.

Nelle aree esaminate il bedrock sismico viene sempre identificato con le formazioni litoidi del substrato roccioso: laddove pertanto esse si rinvergono in affioramento, o subaffioranti sotto coperture superficiali di alterazione inferiori ai 3 metri, con pendenze fino ai 15°, vanno a costituire le **zone stabili** della carta MOPS. Le elevate pendenze medie dei rilievi montuosi e collinari delle aree in esame rendono estremamente limitate le zone stabili, attribuendo di conseguenza la maggior parte della porzioni di territorio con bedrock affiorante a “zona stabile suscettibile di amplificazione per effetti topografici” (**zona 1**); tale zona è diffusamente presente sui rilievi che circondano il fondovalle sia a Dicomano che a Sandetole.

La dettagliata ricostruzione del modello geologico del sottosuolo ha permesso di individuare 4 “**zone stabili suscettibili di amplificazione sismica per contrasto di impedenza**” tra substrato e coperture (**zona 2 – zona 5**), differenziate tra loro sulla base della successione sismo-stratigrafica, degli spessori e dei valori di velocità Vs dei vari orizzonti in cui si distinguono essenzialmente depositi alluvionali, depositi fluvio-lacustri di conoide e depositi detritici prevalentemente granulari. La descrizione dettagliata delle zone sismiche è riportata nella legenda della Carta MOPS e in sintesi nella tabella 11.3.3.1; esse caratterizzano la maggior parte del territorio studiato, l'intera totalità dell'area di Panicaglia e gran parte del territorio del Capoluogo, di Sagginale e di Luco di Mugello.

Inoltre, particolare attenzione viene dedicata alle **zone instabili**, in cui sono annoverate tutte le aree di instabilità di versante suddivise tra frane attive, frane quiescenti e frane inattive. Tra le frane attive, di particolare rilevanza e recente attivazione quella sul versante a monte dell'area cimiteriale del capoluogo.

Infine, la carta riporta anche le principali forme morfologiche di rilevanza per i possibili effetti di amplificazione sismica: sono presenti alcune creste morfologiche, orli di terrazzo e di scarpata (in genere inferiori a 10 metri) e quattro conoidi alluvionali: le due principali interessano il centro storico di Dicomano (a nord del Torrente San Godenzo) e la zona di recente urbanizzazione posta a sud della Sieve)

**Tabella 11.3.3.1**

**Legenda carta MOPS**

**ZONE STABILI**

<b>Zona 0</b>	
<b>S</b>	Substrato lapideo stratificato affiorante con coperture di alterazione inferiori a 3 metri
<b>NS</b>	Substrato lapideo non stratificato affiorante con coperture di alterazione inferiori a 3 metri

**ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA (pendenze >15°)**

<b>Zona 1 (cod.2001)</b>	
<b>S/NS</b>	Substrato lapideo affiorante con coperture di alterazione inferiori a 3 metri

**ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE PER CONTRASTO DI IMPEDENZA TRA COPERTURA E SUBSTRATO RIGIDO**

<p><b>Zona 2 (cod.2002)</b></p> <p><b>A</b> a, al, at &lt;15 m</p> <p><b>S</b> FAL3, FAL5 &gt;100 m</p>	<p><b>Zona 3 (cod.2003)</b></p> <p><b>C</b> dt-cl 3-10 m</p> <p><b>S</b> FAL3, FAL5 &gt;100m</p>
<p><b>Zona 4 (cod.2004)</b></p> <p><b>D</b> R &lt;5 m</p> <p><b>A</b> al &lt;15 m</p> <p><b>S</b> FAL3, FAL5 &gt;100 m</p>	<p><b>Zona 5 (cod.2005)</b></p> <p><b>B</b> c &lt;15 m</p> <p><b>S</b> FAL3, FAL5 &gt;100m</p>

**INFORMAZIONE TERRENI DI COPERTURA**

<b>A</b>	Alluvioni fluviali e terrazze del Fiume Sile e affluenti (a, al, at); Vs = 200 - 550 m/s
<b>B</b>	Conoidi fluviali (c); Vs = 350 - 400 m/s
<b>C</b>	Depositi detritici e colluviali (dt-cl), Vs = 100 - 300 m/s; antichi terrazzamenti (qt), Vs = n.d.
<b>D</b>	Riperti (R); Vs = n.d.

**11.3.4 Nuove indagini geofisiche**

Al fine di migliorare la ricostruzione del modello geologico-sismico locale realizzato per gli studi di MS1, estendendo anche le conoscenze a aree limitrofe, la fase di approfondimento del quadro conoscitivo per il nuovo PSI ha visto la realizzazione di una stesa sismica a rifrazione in onde P e S in località Piandratsi e di due misure di microtremore a stazione singola, rispettivamente in località Piandratsi e nell'area urbana del capoluogo in corrispondenza dell'area di conode fluviale.

L'ubicazione delle prove è riportata nella nuova Carta delle indagini di supporto allo studio di MS, i relativi certificati nel database ad essa collegato (2018PHS01, 2018HVSR01, 2018HVSR02).

### 11.3.5 Analisi di RSL (capoluogo)

Le sezioni geologico-tecniche allegate allo studio di livello 1 sono state reinterpretate e implementate alla luce delle nuove conoscenze, assegnando a ciascuna unità sismo-stratigrafica presente nel sottosuolo un valore caratteristico di Vs, Vp (tabella 11.3.5.1): per la sua determinazione è stato scelto il criterio del valore medio tra i dati ricavati dalle indagini sismiche sul territorio (il coefficiente di Poisson e il peso di volume sono stati assegnati seguendo le indicazioni di letteratura).

**Tabella 11.3.5.1**

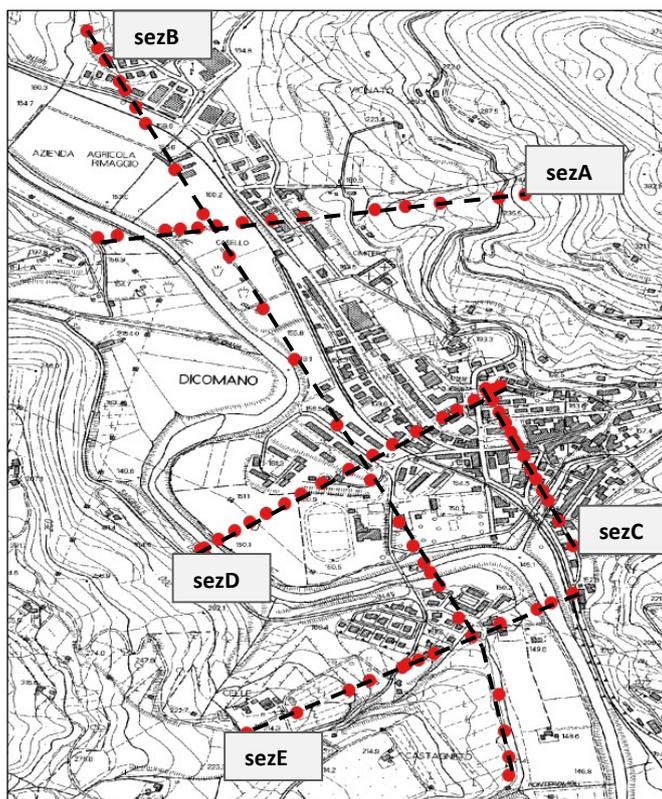
**Valori di Vp e Vs (m/sec) per le unità sismo stratigrafiche presenti nell'area del capoluogo**

<i>sigla sezione</i>	<i>FAL3</i>			<i>FAL5</i>			<i>VIC</i>		
<i>sigla CARG</i>	<i>FAL3</i>			<i>FAL5</i>			<i>VIC</i>		
parametro	Vp	Vs	$\gamma$	Vp	Vs	$\gamma$	Vp	Vs	$\gamma$
MEDIA	3097	1396	20	2919	1034	20	3583	1451	21
<i>sigla sezione</i>	<i>dt</i>			<i>al</i>			<i>c</i>		
<i>sigla CARG</i>	<i>a</i>			<i>SIV1/SIV3</i>			<i>m</i>		
parametro	Vp	Vs	$\gamma$	Vp	Vs	$\gamma$	Vp	Vs	$\gamma$
MEDIA	780	276	18	1246	388	18	1800	380	19

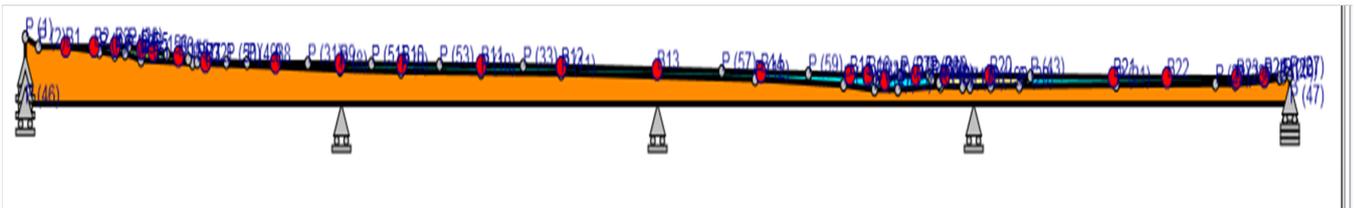
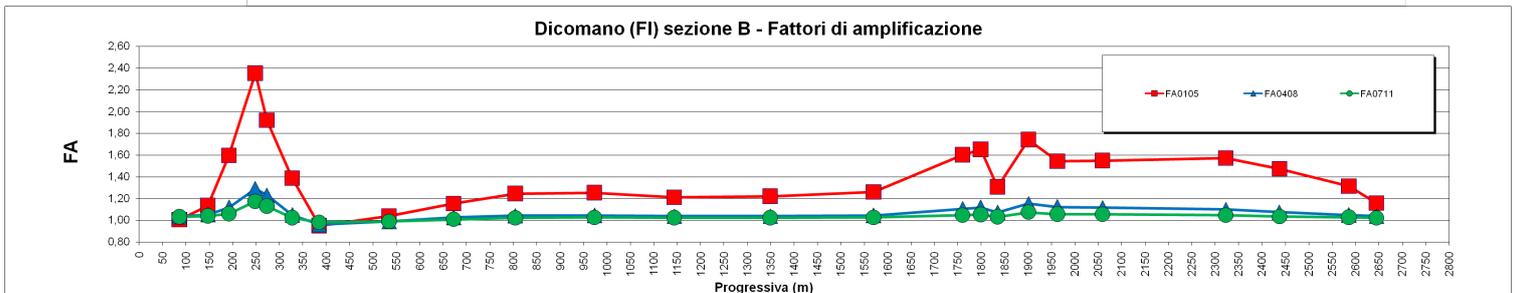
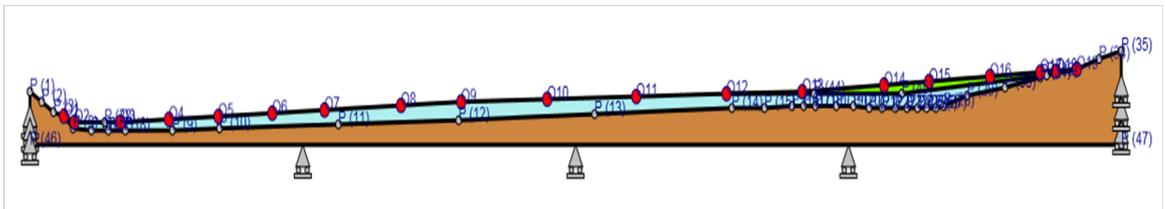
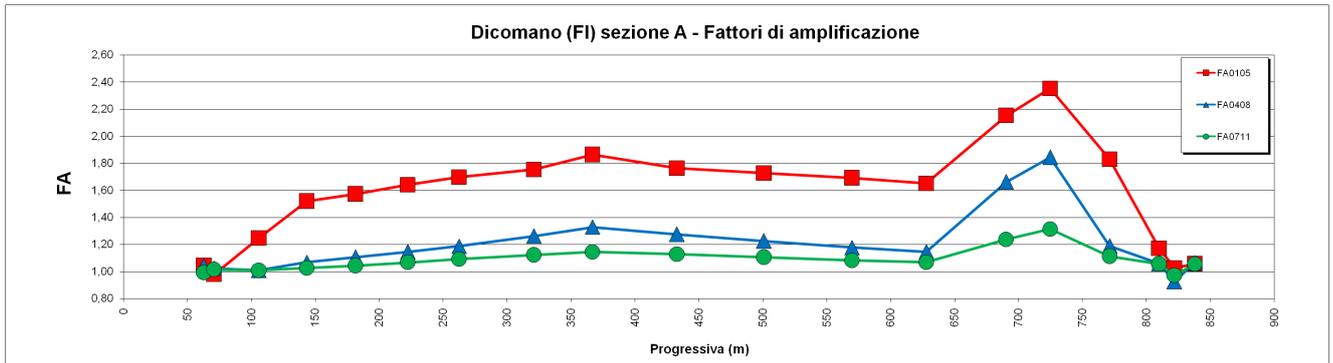
Sulle cinque sezioni (figura 11.3.5.1) sono state quindi svolte dai tecnici del Servizio Sismico Regionale analisi bidimensionali di risposta sismica locale in termini di fattore di amplificazione FA negli intervalli di periodo 0,5-1,0 sec / 0,4-0,8 sec / 0,7-1,1 sec. Nella figura 11.3.5.2 sono rappresentate graficamente le sezioni modellate e i risultati ottenuti. Come verificato in precedenti studi di MS3 in Toscana settentrionale, i fattori di amplificazione insistenti su medesimi periodi spettrali mostrano un andamento simile. Inoltre i fattori di amplificazione calcolati su bassi periodi tendono ad essere più cautelativi; pertanto si è deciso di adottare per la stesura della carta di MS3 un criterio cautelativo basato sulla definizione del fattore FA (0.1s-0.5s).

**Figura 11.3.5.1**

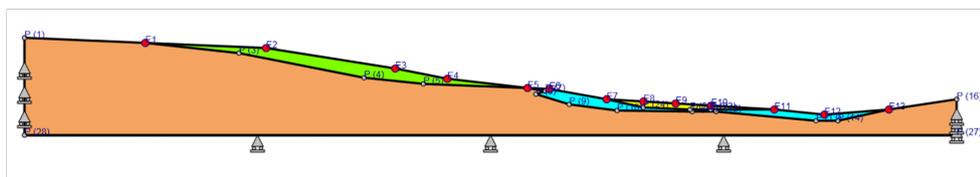
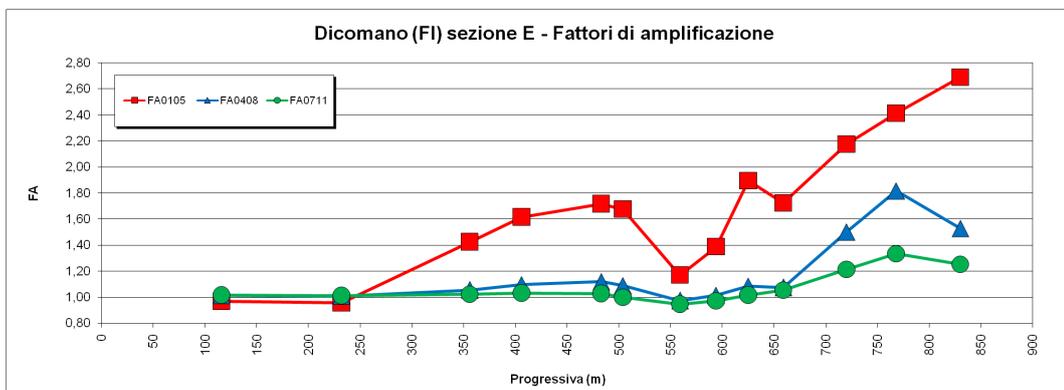
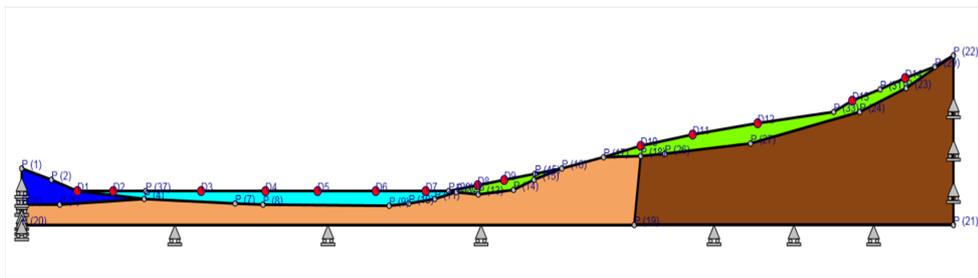
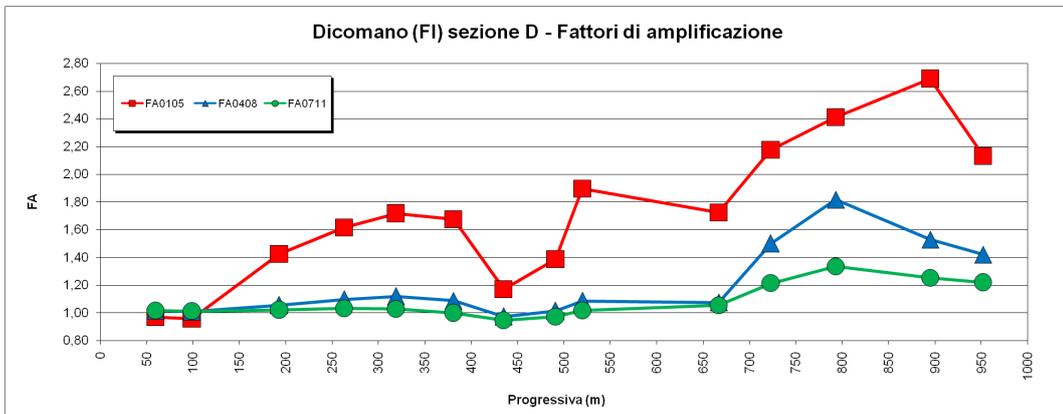
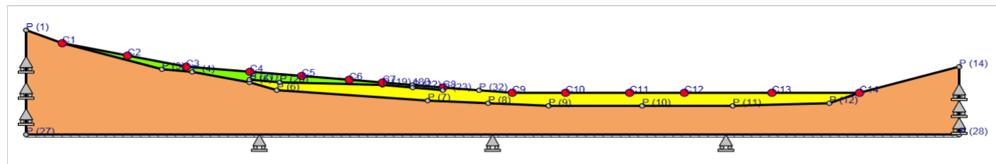
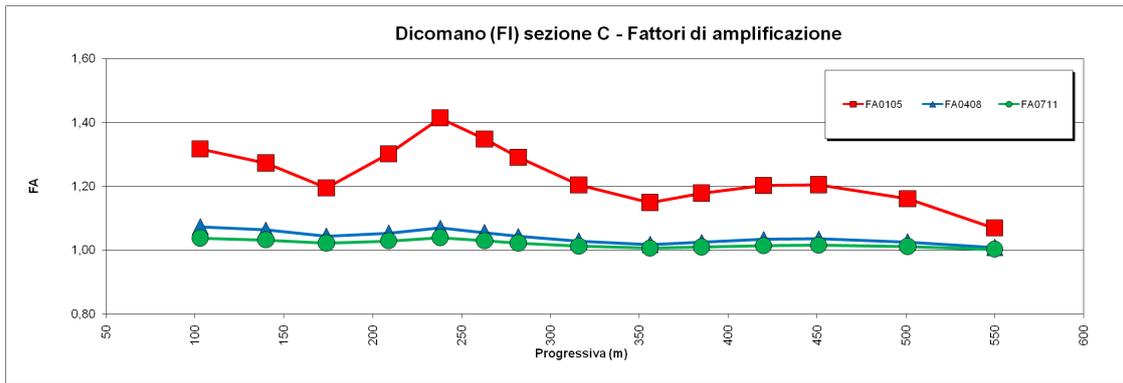
**Tracce delle sezioni geologico-tecniche utilizzate per le analisi RSL e nodi di verifica del FA**



**Figura 11.3.5.2**  
**Sezioni modellate e risultati analisi RSL**



**Figura 11.3.5.2**  
**Sezioni modellate e risultati analisi RSL**



### 11.3.6 La carta di Microzonazione Sismica (Livello 3)

I risultati in termini di FA, desunti dalle analisi 2D effettuate in corrispondenza delle sezioni geologico-tecniche rappresentative del modello di sottosuolo ed opportunamente confrontate con le omologhe analisi in contesto monodimensionale, sono stati estesi arealmente mediante l'ausilio combinato della cartografia geologico-tecnica e della cartografia MOPS del capoluogo.

Il modello logico su cui si è basata l'estrapolazione areale dei dati di amplificazione, per entrambe le aree interessate dalla redazione di cartografie di microzonazione sismica di livello 3, è stato il seguente:

1. rappresentazione su mappa di tutti i punti di output delle modellazioni dinamiche effettuate, con il relativo valore di FA calcolati negli intervalli di periodo richiesti da ICMS: 0,4-0,7 sec e 0,7-1,1 sec, oltre che nell'intervallo 0,1-0,5 sec considerato di particolare significatività per quanto riguarda l'interazione con le strutture in elevazione;
2. individuazione del modello geologico-tecnico alla base di ogni valore di FA desunto;
3. identificazione sulle cartografie tematiche esistenti (in particolare geologico-tecniche e MOPS) di analoghe condizioni geologico-tecniche su aree in cui non sono disponibili analisi di risposta sismica per assenza di dati di base;
4. raggruppamento di situazioni tipologiche ed amplificative similari mediante la discretizzazione dell'area in classi distinte da differenti intervalli di FA.

Ne risulta una Carta di microzonazione sismica di livello 3 in cui ognuna delle microzone individuate presenta, oltre che un valore simile in termini di fattore di amplificazione, anche un valore omogeneo del "tipo\_z", ovvero delle caratteristiche stratigrafiche medie della microzona.

Per le aree instabili, oltre ad una omogenea condizione geologica di base, viene indicato (in coerenza con i vigenti standard nazionali) anche il parametro relativo all'amplificazione sismica.

Per ogni microzona, sia appartenente alle aree stabili, sia relativa alle aree instabili, sono stati calcolati gli spettri di risposta medi in termini di PGA e restituiti secondo le procedure indicate dagli standard nazionali. Gli spettri medi sono stati calcolati mediando gli spettri di risposta relativi ai nodi di output contenuti nella singola microzona.

Sulla base di quanto illustrato la carta permette di discretizzare l'area in esame sulla base delle seguenti classi definite dagli standard ICMS:

ZONE STABILI (FA =1): include le aree di affioramento del substrato sismico anche con pendenze >15°.

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONA A (FA=1.1-1.2)

ZONA B (FA=1.3-1.4)

ZONA C (FA=1.5-1.6)

ZONA D (FA=1.7-1.8)

ZONA E (FA=1.9-2.0)

ZONA F (FA=2.1-2.2)

ZONA G (FA=2.3-2.4)

ZONA H (FA=2.5-3.0).

In generale le aree alluvionali di fondovalle presentano valori di FA compresi tra 1.5 e 2.0, passanti a valori superiori a 2 per le zone di bordo caratterizzate da depositi detritici e di versante. Le aree instabili per frana quiescente o attiva presentano invece i valori massimi di FA, compresi tra 2.4 e 2.7.

La carta viene presentata in termini di FA nell'intervallo di periodo 0,1-0,5 sec, risultato il più cautelativo tra quelli calcolati.

## 11.4 Firenzuola

Gli studi di MS di livello 1 e 3 sono stati svolti da RT nell'anno 2013. La struttura regionale si è a sua volta avvalsa della collaborazione dell'Università di Firenze per le analisi di risposta sismica locale bidimensionali sull'area del Capoluogo, unica area con approfondimenti di livello 3. Le frazioni studiate con MS livello 1 sono: Bruscoli, Cornacchiaia, Covigliaio, Piancaldoli, Pietramala, San Pellegrino e Traversa.

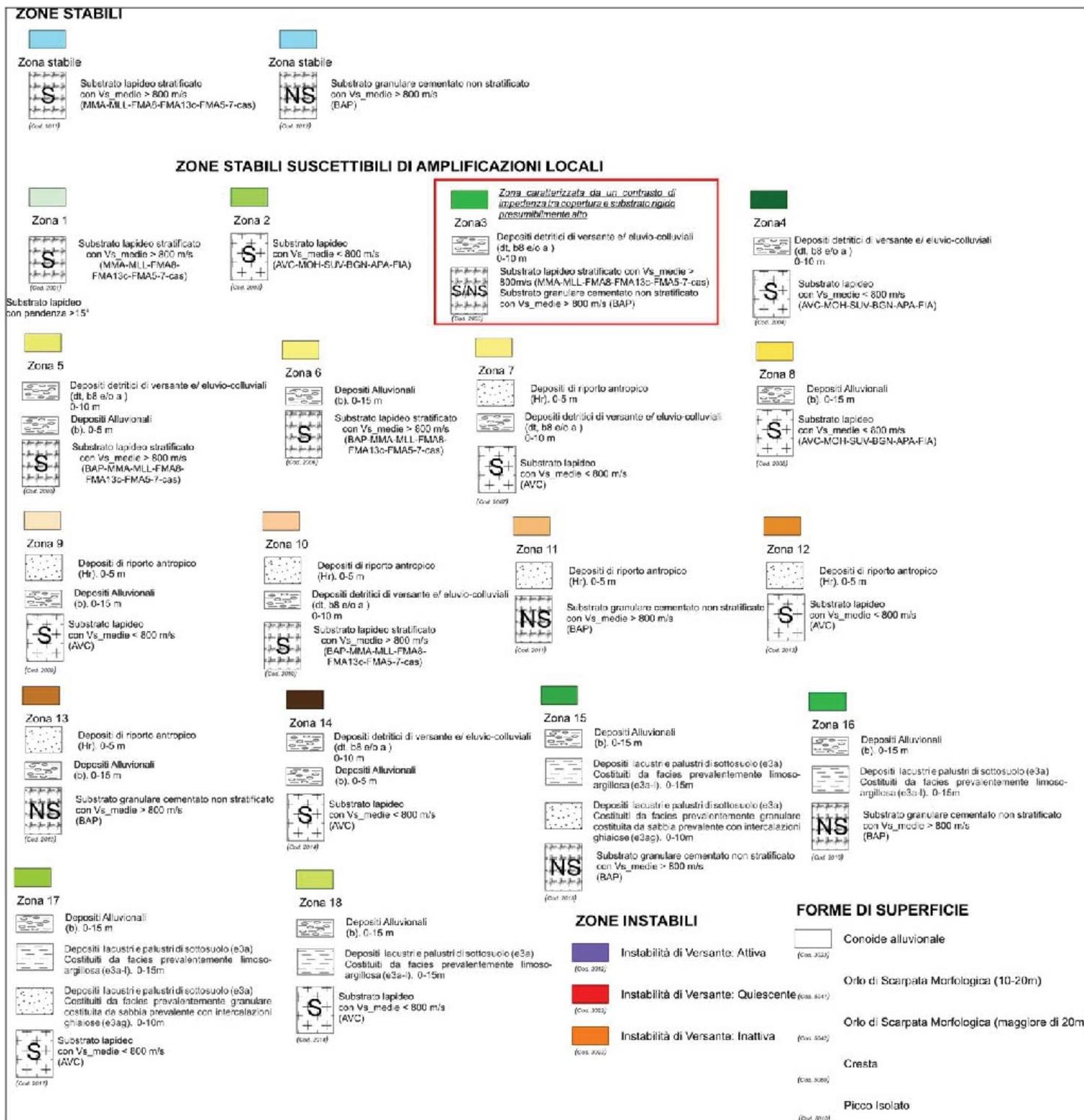
Nell'ambito della redazione del nuovo quadro conoscitivo in materia sismica per il PSI, gli studi esistenti sono stati validati e aggiornati per quanto concerne la conformità agli standard ICMS vigenti (v4.0b), con particolare riferimento alla codifica e alla perimetrazione delle zone instabili e alla compilazione del database delle indagini. Quest'ultimo è stato inoltre aggiornato secondo i criteri e le modalità descritte al cap.4.

Inoltre, al fine di estendere l'area di studio di MS livello 1 alla zona artigianale/industriale presente nel fondovalle del Santerno tra Firenzuola e Cornacchiaia e pervenire a una carta MOPS senza soluzioni di continuità, sono state eseguite n.4 nuove misure di microtremore sismico a stazione singola, la cui ubicazione è riportata nella nuova Carta delle indagini e i relativi certificati (elaborazioni HVSR) nel database associato (2018HVSR09, 2018HVSR10, 2018HVSR11, 2018HVSR12).

Dal lavoro di adeguamento e implementazione derivano quindi nuove carte MOPS e MS3, oltre a un aggiornamento della Carta delle Indagini e della Carta geologico-tecnica.

Per i dettagli si rimanda alla relazione illustrativa degli studi MS1/MS3 esistenti, già parte dei vigenti SU comunali e inseriti nel quadro conoscitivo del PSI come allegato, da cui si estrae la legenda della Carta MOPS riportata nella figura seguente.

**Figura 11.4.1**  
**Legenda Carta MOPS**



## 11.5 Marradi

Gli studi di MS di livello 1 sono stati svolti da TellUs nell'anno 2012 per le aree del Capoluogo, comprese le frazioni di S.Adriano e di Popolano, e di Crespino del Lamone.

Gli approfondimenti per il quadro conoscitivo del PSI hanno previsto lo studio di livello 3 per il Capoluogo, senza realizzazione di nuove indagini geofisiche di superficie perché il modello geologico-sismico di riferimento è stato giudicato sufficientemente approfondito per l'intero areale.

### 11.5.1 Dati geotecnici e geofisici di base

Le indagini di tipo geologico, geotecnico e geofisico esistenti per il Comune di Marradi sono state estrapolate dai seguenti archivi:

- dati geologici, geotecnici e geofisici acquisiti con il Programma VEL;
- dati desunti dal quadro conoscitivo del Piano Strutturale Comunale;
- dati forniti da professionisti operanti sul territorio;
- dati derivanti dalla campagna di indagine geofisica direttamente condotta dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli studi di Firenze;

La società TellUs ha provveduto ad integrare i dati esistenti con le seguenti indagini:

- n° 35 misure di microtremore a stazione singola
- n° 7 profili sismici a rifrazione onde P e S

L'insieme dei dati raccolti, ha permesso di disporre di un totale di oltre 140 dati riassunti nella tabella 3.5.1.1 seguente e riportati nella Carta delle Indagini oltre che nel database ad essa collegato.

**Tabella 11.5.1.1**

#### **Bancadati delle indagini geologiche e geofisiche dello studio MS1**

Descrizione prove	quantità
Prove penetrometriche dinamiche leggere	12
Prove penetrometriche dinamiche pesanti	3
Prove penetrometriche statiche con punta meccanica	11
Trincee geognostiche	8
Sondaggio a rotazione	8
Down Hole	4
Prospezione sismica MASW	2
Profilo sismico a rifrazione onde p e s	21
HVSR Microtremore a stazione singola	37
HVSR Microtremore da stazione sismometrica	36

### 11.5.2 Gli elaborati di MS1

Per ogni area esaminata (capoluogo e Crespino), lo studio di microzonazione sismica livello 1 è costituito dai seguenti elaborati:

- Carta delle indagini con allegato database geografico in formato digitale

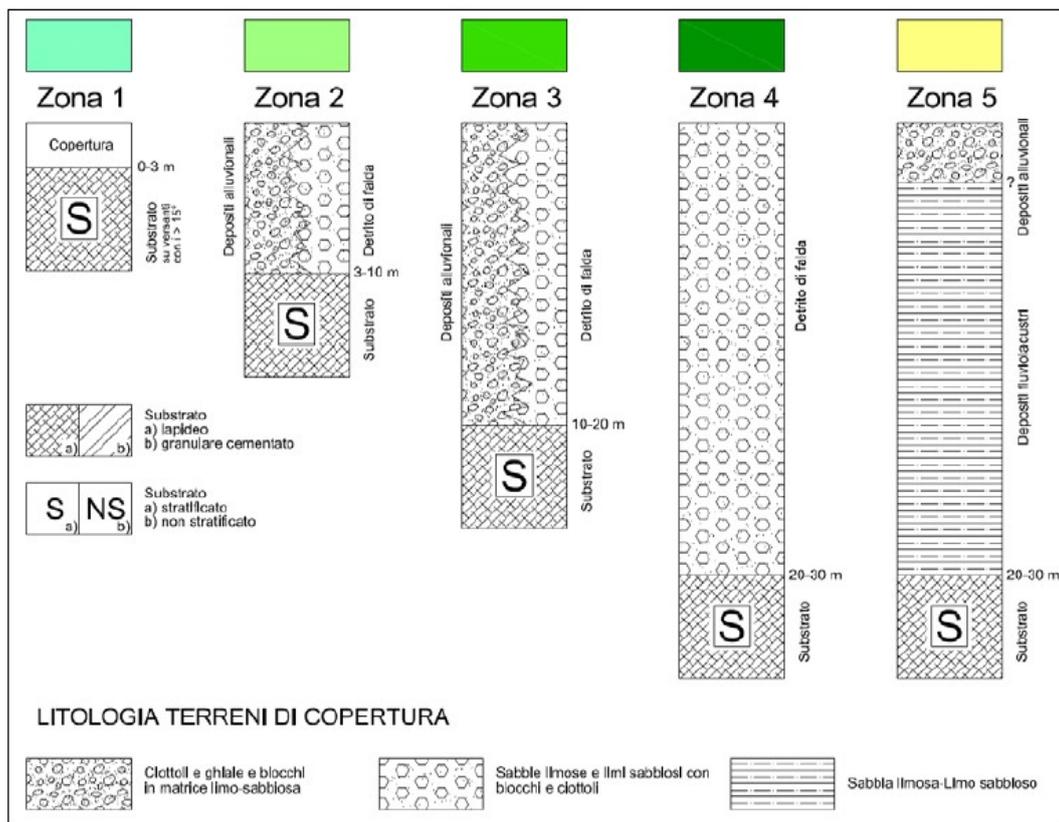
- Carta geologica
  - Carta geomorfologica
  - Sezioni geologiche
  - Carta delle frequenze fondamentali dei depositi
  - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica corredata dalla Relazione illustrativa sugli studi eseguiti.
- La scala di rappresentazione è pari a 1:5.000.

### 11.5.3 La carta delle MOPS (Livello 1)

Essa individua qualitativamente e grossolanamente la geometria delle aree potenzialmente caratterizzate da specifici effetti sismici locali. Le analisi effettuate hanno consentito di individuare nel territorio esaminato le **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali** riportate in figura 11.5.3.1 e nella legenda della Carta delle MOPS.

Figura 11.5.3.1

Legenda Carta MOPS



La **zona 1** ricomprende prevalentemente settori del territorio caratterizzati da scarsa copertura del substrato lapideo stratificato (compresa tra 0 e 3 metri), in cui sono attese amplificazioni del moto sismico come effetto della situazione morfologica locale caratterizzata da versanti con inclinazione maggiore di 15°.

Le zone 2, 3 e 4 rappresentano invece settori nei quali l'amplificazione del moto sismico è legato alle condizioni litostratigrafiche, ed in particolare alla presenza di una copertura detritica al substrato rigido, con alto contrasto di impedenza sismica con velocità delle onde di taglio mediamente di circa 400 m/s e valori minimi di 200 m/s, mentre il substrato sismico ha mediamente velocità  $V_s$  pari a circa 1200-1300 m/s.

La **zona 2** in particolare è caratterizzata da spessori di copertura al substrato compresi tra 3 e 10 metri, litologicamente rappresentati da depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi e depositi detritici di falda. La **zona 3** si differenzia dalla zona 2 esclusivamente per lo spessore dei depositi di copertura che sono compresi tra 10 e 20 metri, e costituiscono prevalentemente delle fasce parallele al corso del fiume Lamone, particolarmente estese nella zona meridionale del territorio tra Sant'Adriano e Marradi.

La **zona 4** è localizzata esclusivamente su un corpo detritico di falda ubicato immediatamente a sud-Ovest di Sant'Adriano, e presenta coperture con spessori compresi tra 20 e 20 metri.

La **zona 5** individua un settore particolare del fondovalle nella frazione di Crespino del Lamone, dove le analisi geologiche e geofisiche hanno evidenziato la presenza di elevati spessori di copertura del substrato (compresi tra 20 e 30 metri), e costituiti da depositi alluvionali superficiali grossolani di spessore indefinito, collocati al disopra di depositi fluviolacustri a bassa velocità delle onde di taglio. Tale situazione stratigrafica è anche confermata dai risultati delle indagini HVSR e evidenzia possibili alti contrasti di impedenza sismica.

Nella cartografia sono inoltre individuate **le zone suscettibili di instabilità**, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio a cui si devono sommare fenomeni di amplificazione come effetto della situazione litostratigrafica. Tali zone ricomprendono le aree di frana per scorrimenti traslativi e rotazionali quiescenti individuate nel settore di indagine, di cui 4 sono state oggetto di indagini di sismica a rifrazione in onde P e SH, e che hanno evidenziato spessori dei depositi massimi variabili tra 15 e 20 metri, con velocità delle onde di taglio compresi tra 350 e 550 m/s. Tra le zone suscettibili di instabilità è stato inserito il corpo di paleofrana individuato immediatamente a nord di Crespino del Lamone.

#### **11.5.4 Analisi di RSL (capoluogo)**

Le sezioni 7 geologico-tecniche allegate allo studio di livello 1 per l'area del capoluogo, tutte ad andamento NO-SE, sono state reinterpretate e integrate con due sezioni longitudinali all'asse della valle; a ciascuna unità sismo-stratigrafica presente nel sottosuolo è stato quindi un valore caratteristico di  $V_s$ ,  $V_p$  (tabella 11.5.4.1): per la sua determinazione è stato scelto il criterio del valore medio tra i dati ricavati dalle indagini sismiche sul territorio (il coefficiente di Poisson e il peso di volume sono stati assegnati seguendo le indicazioni di letteratura).

**Tabella 11.5.4.1**

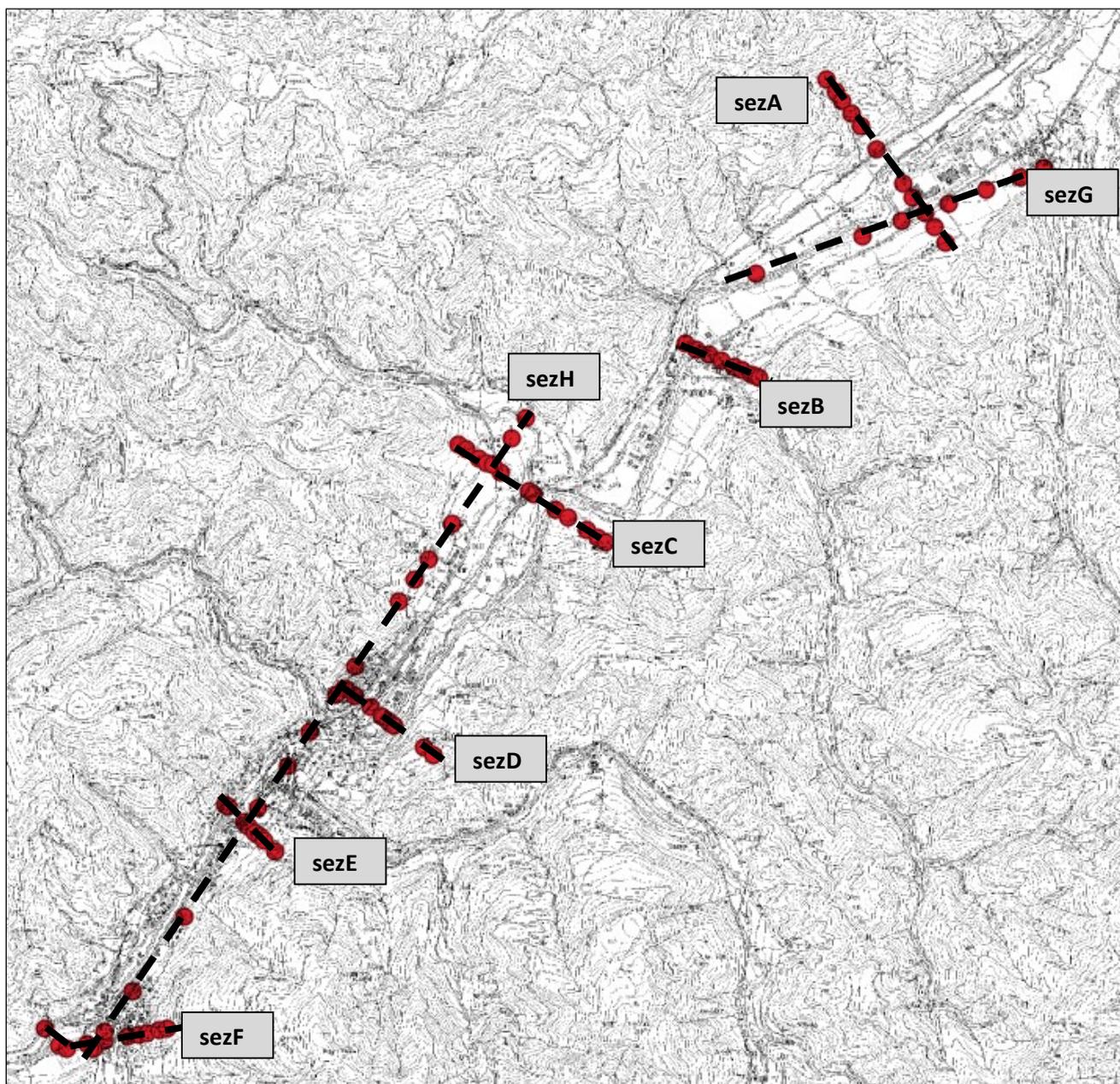
**Valori di Vp e Vs (m/sec) per le unità sismo stratigrafiche presenti nell'area del capoluogo**

<i>sigla sezione</i>	<i>FMA</i>			<i>dt</i>			<i>al</i>			<i>c</i>		
<i>sigla CARG</i>	<i>FMA</i>			<i>a</i>			<i>b</i>			<i>m</i>		
<i>parametro</i>	<i>Vp</i>	<i>Vs</i>	<i>y</i>	<i>Vp</i>	<i>Vs</i>	<i>y</i>	<i>Vp</i>	<i>Vs</i>	<i>y</i>	<i>Vp</i>	<i>Vs</i>	<i>y</i>
MEDIA	2901	1364	20	896	446	18	996	531	18	1270	548	19

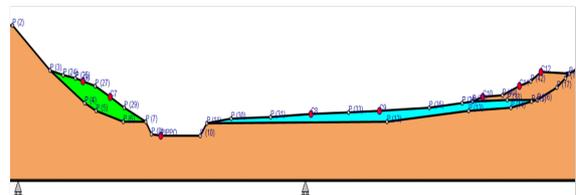
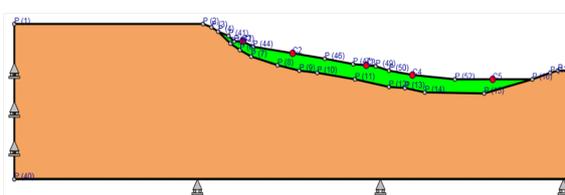
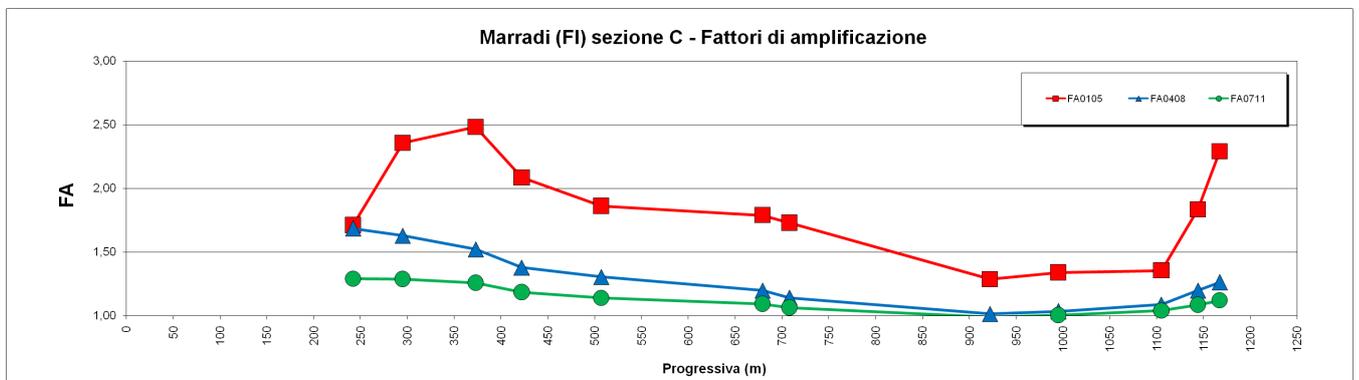
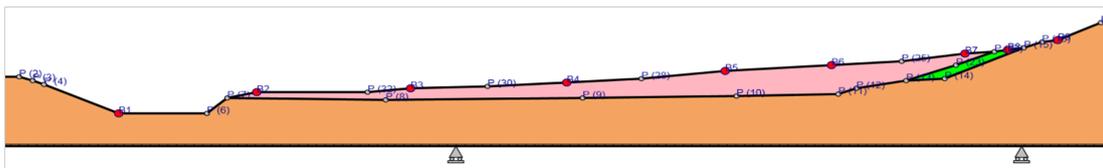
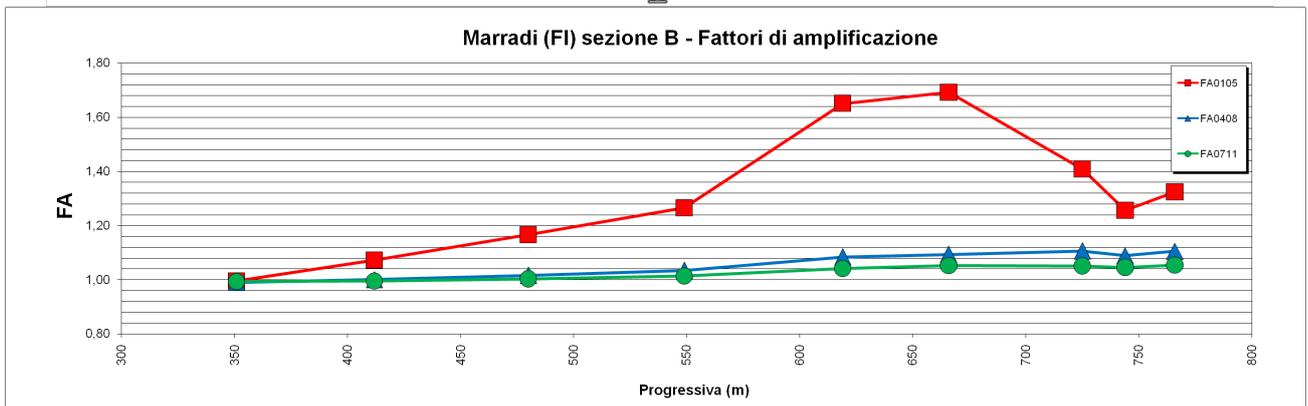
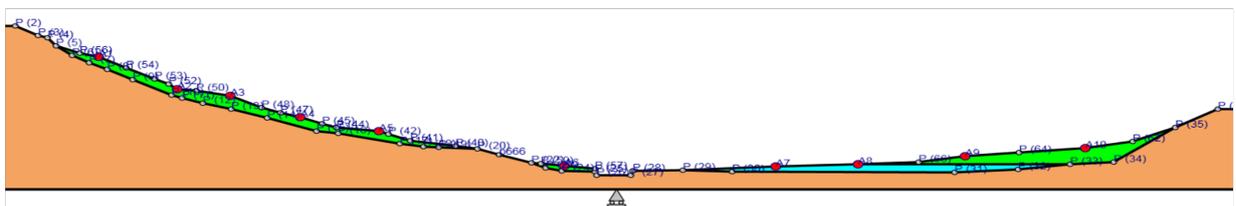
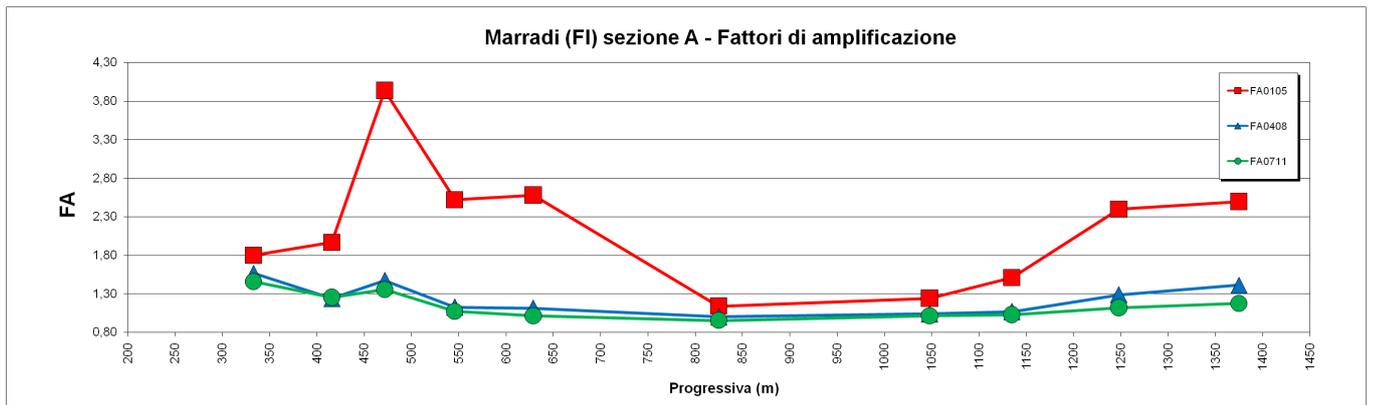
Sulle sezioni (figura 11.5.4.1) sono state quindi svolte dai tecnici del Servizio Sismico Regionale analisi bidimensionali di risposta sismica locale in termini di fattore di amplificazione FA negli intervalli di periodo 0,5-1,0 sec / 0,4-0,8 sec / 0,7-1,1 sec. Nella figura 11.5.4.2 sono rappresentate graficamente le sezioni modellate e i risultati ottenuti. Ne risulta che, come verificato in precedenti studi di MS3 in Toscana settentrionale, i fattori di amplificazione insistenti su medesimi periodi spettrali mostrano un andamento simile. Inoltre i fattori di amplificazione calcolati su bassi periodi tendono ad essere più cautelativi; pertanto si è deciso di adottare per la stesura della carta di MS3 un criterio cautelativo basato sulla definizione del fattore FA (0.1s-0.5s).

Figura 11.5.4.1

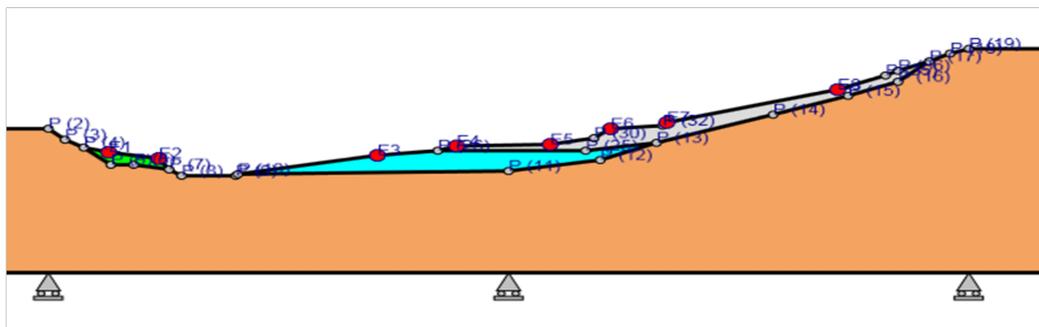
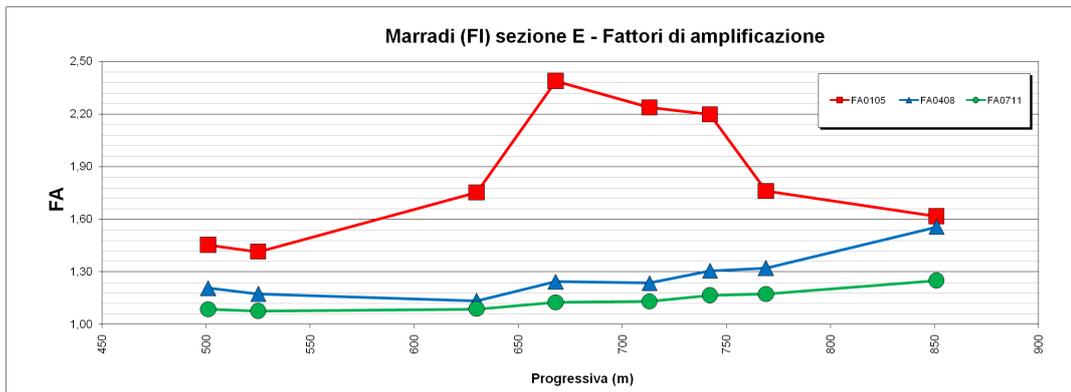
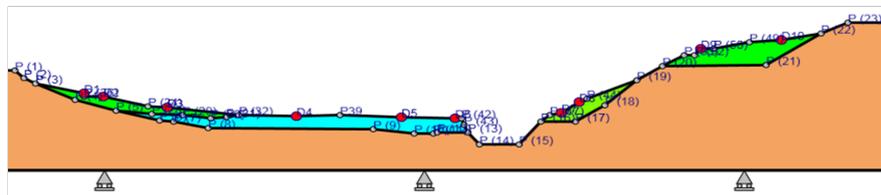
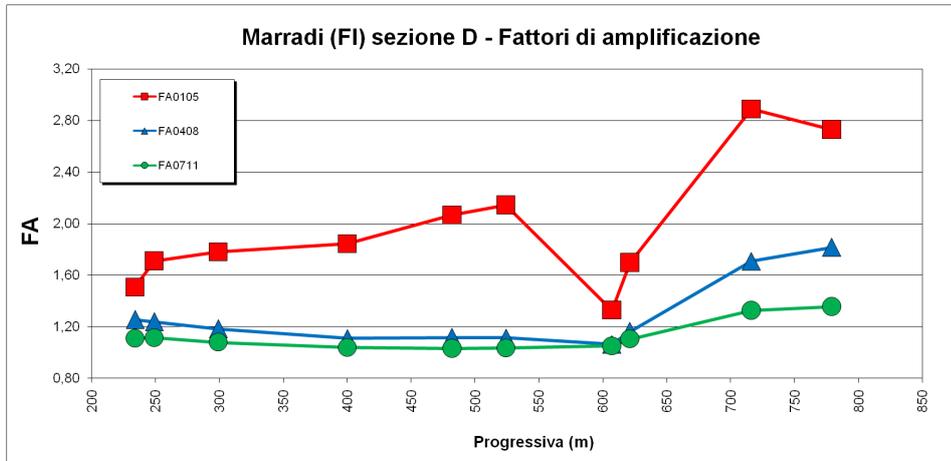
Tracce delle sezioni geologico-tecniche utilizzate per le analisi RSL e nodi di verifica del FA



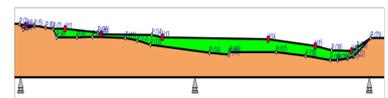
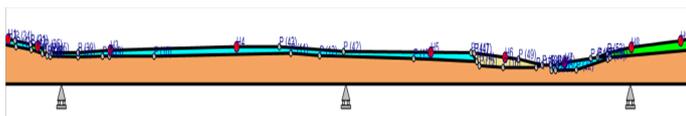
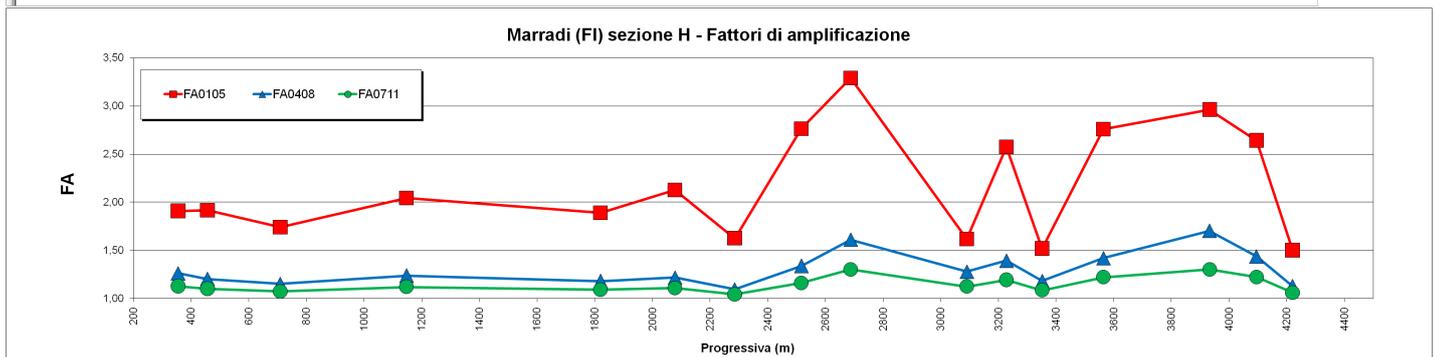
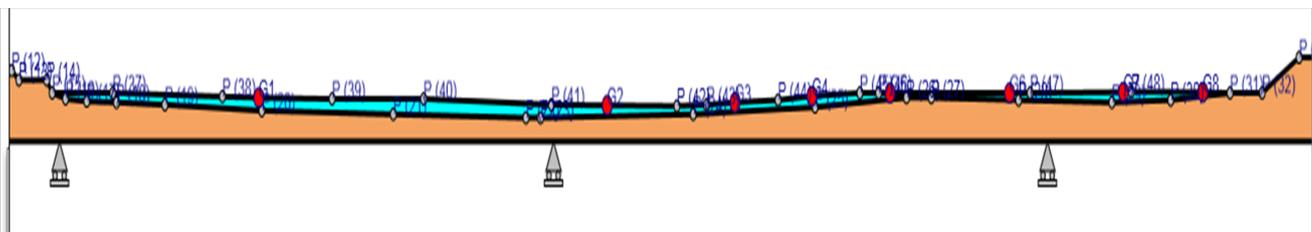
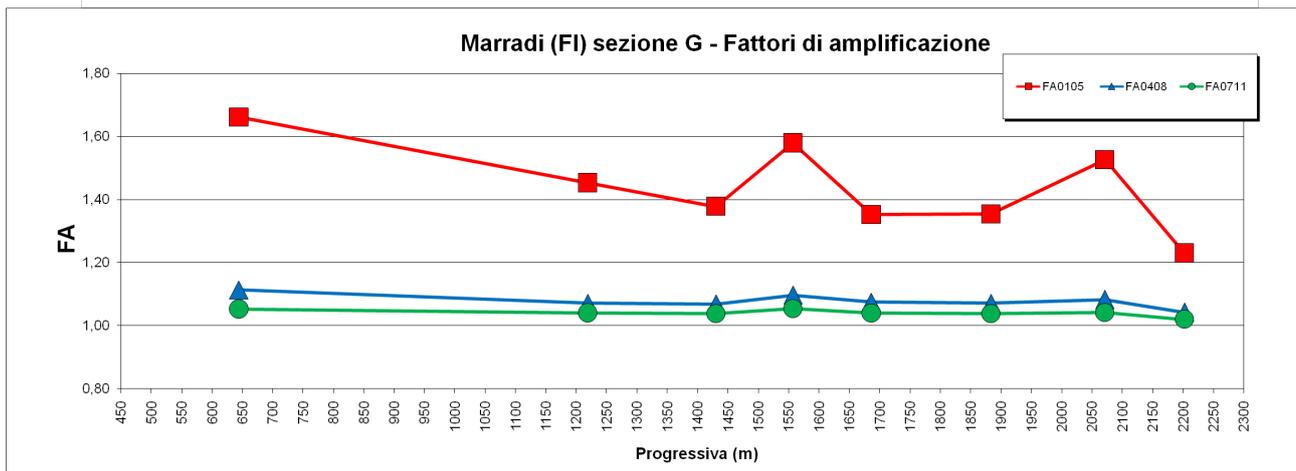
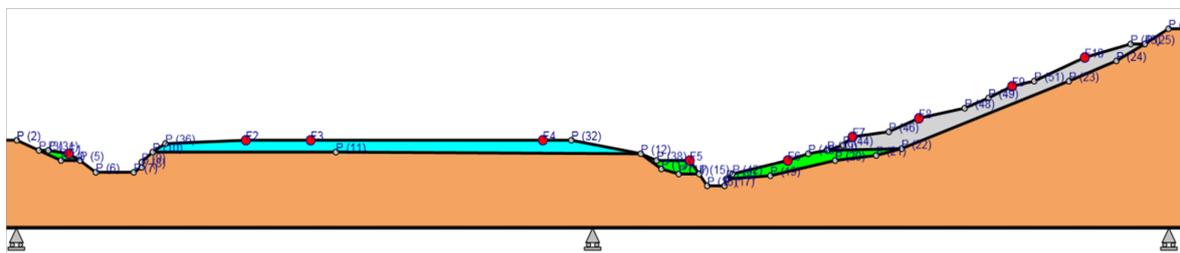
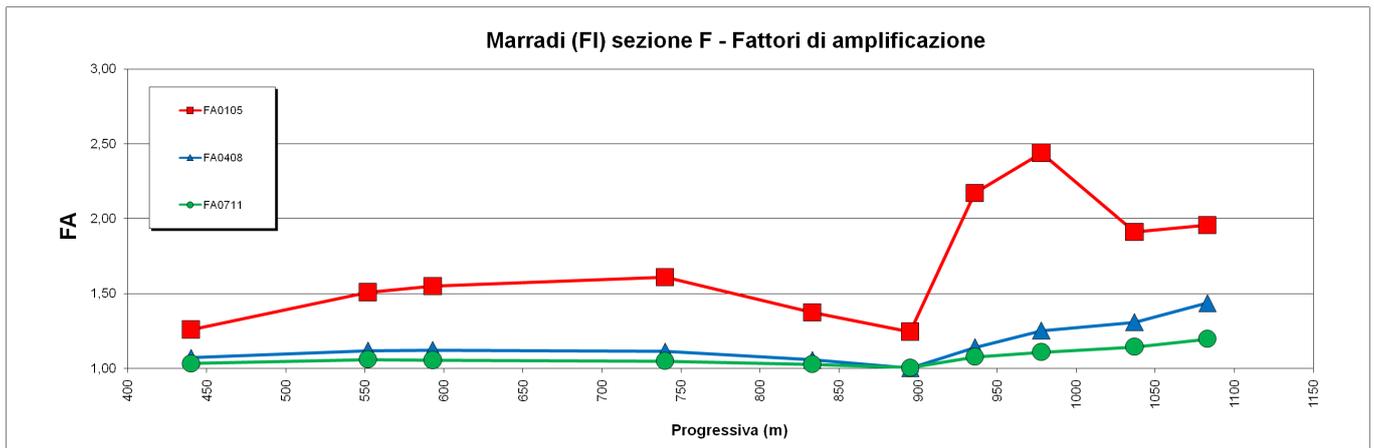
**Figura 11.5.4.2**  
**Sezioni modellate e risultati analisi RSL**



**Figura 11.5.4.2**  
**Sezioni modellate e risultati analisi RSL**



**Figura 11.5.4.2**  
**Sezioni modellate e risultati analisi RSL**



### 11.5.5 La carta di Microzonazione Sismica (Livello 3)

I risultati in termini di FA, desunti dalle analisi 2D effettuate in corrispondenza delle sezioni geologico-tecniche rappresentative del modello di sottosuolo ed opportunamente confrontate con le omologhe analisi in contesto monodimensionale, sono stati estesi arealmente mediante l'ausilio combinato della cartografia geologico-tecnica e della cartografia MOPS del capoluogo.

Il modello logico su cui si è basata l'estrapolazione areale dei dati di amplificazione, per entrambe le aree interessate dalla redazione di cartografie di microzonazione sismica di livello 3, è stato il seguente:

1. rappresentazione su mappa di tutti i punti di output delle modellazioni dinamiche effettuate, con il relativo valore di FA calcolati negli intervalli di periodo richiesti da ICMS: 0,4-0,7 sec e 0,7-1,1 sec, oltre che nell'intervallo 0,1-0,5 sec considerato di particolare significatività per quanto riguarda l'interazione con le strutture in elevazione;
2. individuazione del modello geologico-tecnico alla base di ogni valore di FA desunto;
3. identificazione sulle cartografie tematiche esistenti (in particolare geologico-tecniche e MOPS) di analoghe condizioni geologico-tecniche su aree in cui non sono disponibili analisi di risposta sismica per assenza di dati di base;
4. raggruppamento di situazioni tipologiche ed amplificative similari mediante la discretizzazione dell'area in classi distinte da differenti intervalli di FA.

Ne risulta una Carta di microzonazione sismica di livello 3 in cui ognuna delle microzone individuate presenta, oltre che un valore simile in termini di fattore di amplificazione, anche un valore omogeneo del "tipo\_z", ovvero delle caratteristiche stratigrafiche medie della microzona.

Per le aree instabili, oltre ad una omogenea condizione geologica di base, viene indicato (in coerenza con i vigenti standard nazionali) anche il parametro relativo all'amplificazione sismica.

Per ogni microzona, sia appartenente alle aree stabili, sia relativa alle aree instabili, sono stati calcolati gli spettri di risposta medi in termini di PGA e restituiti secondo le procedure indicate dagli standard nazionali. Gli spettri medi sono stati calcolati mediando gli spettri di risposta relativi ai nodi di output contenuti dalla microzona in esame.

Sulla base di quanto illustrato la carta permette di discretizzare l'area in esame sulla base delle seguenti classi definite dagli standard ICMS:

ZONE STABILI (FA =1): include le aree di affioramento del substrato sismico anche con pendenze >15°.

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONA A (FA=1.1-1.2)

ZONA B (FA=1.3-1.4)

ZONA C (FA=1.5-1.6)

ZONA D (FA=1.7-1.8)

ZONA E (FA=1.9-2.0)

ZONA F (FA=2.1-2.2)

ZONA G (FA=2.3-2.4)

ZONA H (FA=2.5-3.0).

In generale le aree alluvionali di fondovalle presentano valori di FA compresi tra 1.7 e 2.0 nella zona di Marradi, mentre amplificazioni leggermente più modeste sono attese nella porzione valliva di S.Adriano, con FA che si attesta in genere tra 1.5 e 1.7. Alcune zone di modesta estensione areale raggiungono e superano fattori di 2.5, in virtù di effetti di bordo valle uniti a particolari assetti stratigrafici locali. Infine le aree instabili per frana quiescente o attiva presentano FA= 2.3-2.4.

La carta viene presentata in termini di FA nell'intervallo di periodo 0,1-0,5 sec, risultato il più cautelativo tra quelli analizzati.

## 11.6 Palazzuolo sul Senio

Gli studi di MS di livello 1 e 3 sono stati svolti da RT nell'anno 2012. La struttura regionale si è a sua volta avvalsa della collaborazione dell'Università di Firenze per le analisi di risposta sismica locale bidimensionali sull'area del Capoluogo, unica area con approfondimenti di livello 1 e 3.

Nell'ambito della redazione del nuovo quadro conoscitivo in materia sismica per il PSI, gli studi esistenti sono stati validati e aggiornati per quanto concerne la conformità agli standard ICMS vigenti (v4.0b), con particolare riferimento alla codifica e alla perimetrazione delle zone instabili e alla compilazione del database delle indagini. Quest'ultimo è stato inoltre aggiornato secondo i criteri e le modalità descritte al cap.4.

Dal lavoro di aggiornamento derivano quindi nuove carte MOPS e MS3, oltre a un aggiornamento della Carta delle Indagini e della Carta geologico-tecnica.

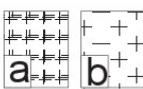
Per i dettagli si rimanda alla relazione illustrativa degli studi MS1/MS3 esistenti, già parte dei vigenti SU comunali e inseriti nel quadro conoscitivo del PSI come allegato, da cui si estrae la legenda della Carta MOPS riportata nella figura seguente.

**Figura 11.6.1**

**Legenda Carta MOPS**

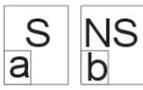
**INFORMAZIONI SUL SUBSTRATO**

**SUBSTRATO** (comprese eventuali coperture di alterazione con spessore < 3 m):  
 a) lapideo con  $V_{s\_medie} > 800$  m/s  
 b) lapideo con  $V_{s\_medie} < 800$  m/s



**FORMAZIONI DI RIFERIMENTO**  
 a) Formazione Marnoso-Arenacea (FMA1-2-3-5-8-8a)  
 (alternanza arenarie, peliti e marne in rapporti variabili)  
 b) Slump di Quadalto (qa)  
 (corpo scompagnato intraformazionale alle FMA2)

**SUBSTRATO:**  
 a) stratificato  
 b) non stratificato



**INFORMAZIONI SUI TERRENI DI COPERTURA**

**DEPOSITI DETRITICI DI VERSANTE**  
 a = dt  
 Detrito di versante costituito da elementi eterometrici prevalentemente grossolani, dispersi in matrice sabbiosa. ( a=dt).

**DEPOSITI ALLUVIONALI ANTICHI TERRAZZATI E RECENTI**  
 b<sub>i</sub>-b<sub>ii</sub>  
 Ciottolami in matrice limoso-sabbiosa, ghiaie, sabbie e limi ( b<sub>i</sub>-b<sub>ii</sub> ).

**ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI**

<p> Zona 1</p> <p> Substrato lapideo con <math>V_{s\_medie} &gt; 800</math> m/s (FMA1-2-3-5-8-8a) (Cod. 2001)</p> <p>Substrato lapideo con pendenza &gt;15°</p>	<p> Zona 2</p> <p> Substrato lapideo con <math>V_{s\_medie} &lt; 800</math> m/s (Qa) 0-30m</p> <p> Substrato lapideo con <math>V_{s\_medie} &gt; 800</math> m/s (FMA3) (Cod. 2002)</p>
<p> Zona3</p> <p><i>Zona caratterizzata da un contrasto di impedenza tra copertura e substrato rigido presumibilmente alto</i></p> <p> Depositi Alluvionali (b<sub>i</sub>-b<sub>ii</sub>) 0-10 m</p> <p> Substrato lapideo con <math>V_{s\_medie} &gt; 800</math> m/s (FMA1-2-3-5-8-8a) (Cod. 2003)</p>	<p> Zona4</p> <p><i>Zona caratterizzata da un contrasto di impedenza tra copertura e substrato rigido presumibilmente alto</i></p> <p> Depositi detritici di versante (a=dt) 0-10 m</p> <p> Substrato lapideo con <math>V_{s\_medie} &gt; 800</math> m/s (FMA1-2-3-5-8-8a) (Cod. 2004)</p>
<p> Zona5</p> <p><i>Zona caratterizzata da un contrasto di impedenza tra copertura e substrato rigido alto accertato da misure sperimentali (misure di rumore ambientali).</i></p> <p> Depositi Alluvionali (b<sub>i</sub>-b<sub>ii</sub>) 0-10 m</p> <p> Substrato lapideo con <math>V_{s\_medie} &gt; 800</math> m/s (FMA1-2-3-5-8-8a) (Cod. 2005)</p>	

## **11.7 San Piero a Sieve (Comune di Scarperia-S.Piero)**

Gli studi di MS di livello 1 sono stati svolti dai geol. Capacci, Migliorini e Pileggi nell'anno 2015 per le aree del Capoluogo e di Campomigliaio.

Gli approfondimenti per il quadro conoscitivo del PSI hanno previsto lo studio di livello 3 per il capoluogo e l'estensione del livello 1 all'area artigianale ubicata al confine con il territorio di Borgo San Lorenzo, in sinistra idrografica del Fiume Sieve; a tal fine sono state realizzate nuove indagini geofisiche di superficie (sismica a rifrazione e misure passive di rumore sismico).

### **11.7.1 Dati geotecnici e geofisici di base**

Le indagini associate agli strumenti urbanistici del Comune di Scarperia-San Piero, oltre a quelle realizzate per il programma VEL, hanno permesso di delineare un quadro conoscitivo preliminare del territorio finalizzato alla successiva realizzazione del modello geologico di riferimento (come previsto dagli approfondimenti di I livello della MS). In dettaglio, è stato possibile consultare n.103 prove di tipo geotecnico e n. 5 prove di tipo geofisico, che sono state successivamente integrate con integrate con 61 ulteriori prove sismiche raggiungendo un totale di n.169 indagini disponibili, rappresentate nella Carta delle Indagini e nel geodatabase correlato.

### **11.7.2 Nuove indagini geofisiche**

Al fine di migliorare la ricostruzione del modello geologico-sismico locale realizzato per gli studi di MS1, estendendo anche le conoscenze a aree limitrofe, la fase di approfondimento del quadro conoscitivo per il nuovo PSI ha visto la realizzazione di n.2 stendimenti in sismica passiva con antenna 2d (2018ESACS01, 2018ESACS02) ubicati a nord-est del centro abitato di San Piero, e di n.4 misure di microtremore a stazione singola delle quali due nelle vicinanze delle prove ESAC (2018HVSR03, 2018HVSR04) e due nella zona artigianale al confine con Borgo S. Lorenzo (2018HVSR07, 2018HVSR08).

L'ubicazione delle prove è riportata nella nuova Carta delle indagini di supporto allo studio di MS, i relativi certificati nel database ad essa collegato.

### **11.7.3 Gli elaborati di MS1**

Per ogni area esaminata (Capoluogo e Campomigliaio), lo studio di microzonazione sismica livello 1 è costituito dai seguenti elaborati:

- Carta delle indagini con allegato database geografico in formato digitale
- Carta geologica-geomorfologica
- Carta geologico-tecnica
- Sezioni litotecniche
- Carta delle frequenze fondamentali dei depositi

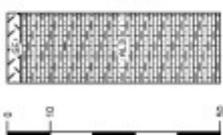
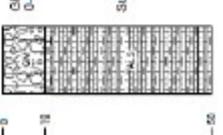
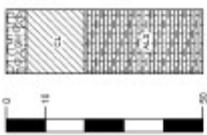
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica  
corredata dalla Relazione illustrativa sugli studi eseguiti.  
La scala di rappresentazione è pari a 1:5.000.

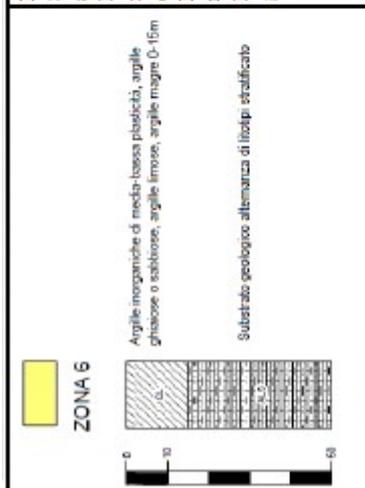
#### **11.7.4 La carta delle MOPS (Livello 1)**

Essa individua qualitativamente e grossolanamente la geometria delle aree potenzialmente caratterizzate da specifici effetti sismici locali.

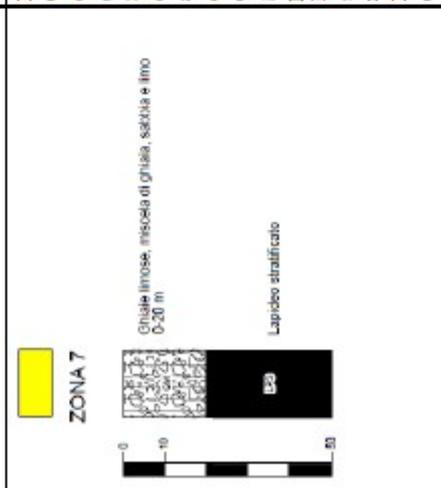
All'interno del territorio in studio non sono state riscontrate microzone che è possibile definire stabili. Questo è dovuto in particolare al fatto che anche in situazioni di substrato geologico affiorante le registrazioni a stazione singola individuano, comunque, possibili risonanze.

Sono state quindi individuate 15 zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, descritte brevemente di seguito (tabella 11.7.4.1) . L'area artigianale di nuovo studio si inserisce nella zona 10.

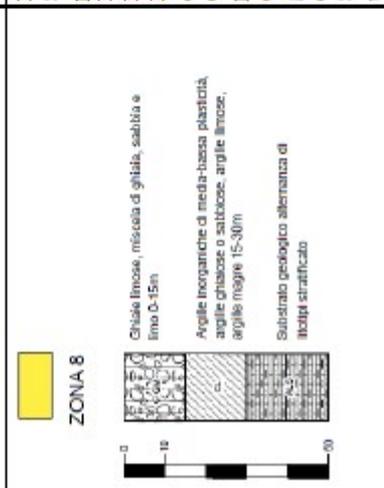
<p><b>ZONA 1</b></p>  <p>Fascia di alterazione e detrito 0-3m</p> <p>Substrato geologico alternanza di litipi stratificato Aree con pendenza &gt;15°</p> <p>0 10 50</p>	<p>La <b>Zona 1</b> individua le aree di affioramento della Formazione delle Arenarie di Poggio Salaiolo (PLO) codificata, in termini geologico-tecnici come ALS.</p> <p>Al top della formazione è stata attribuita una fascia di alterazione variabile tra 0 e 3 m definita come SF: substrato geologico molto frantumato o alterato. Inoltre tali aree presentano una pendenza maggiore di 15° e picchi di risonanza all'interno dell'ammasso roccioso come individuati dalle misure HVSR.</p>
<p><b>ZONA 2</b></p>  <p>Fascia di alterazione e detrito 0-3m</p> <p>Lapideo stratificato</p> <p>Aree con pendenza &gt;15°</p> <p>0 10 50</p>	<p>La <b>Zona 2</b> individua le aree di affioramento della Formazione del Monte-Morello (MML) codificata, in termini geologico-tecnici come LPS.</p> <p>Al top della formazione è stata attribuita una fascia di alterazione variabile tra 0 e 3 m definita come SF: substrato geologico molto frantumato o alterato. Inoltre tali aree presentano una pendenza maggiore di 15° e picchi di risonanza all'interno dell'ammasso roccioso come individuati dalle misure HVSR.</p>
<p><b>ZONA 3</b></p>  <p>Giàie limose, miscela di giàia, sabbia e limo 0-10m</p> <p>Substrato geologico alternanza di litipi stratificato</p> <p>0 10 50</p>	<p>La <b>Zona 3</b> individua le aree di affioramento dei Depositi fluviali del Bacino del Mugello (Successione del Mugello, formazioni SIV-I, SIV-II, SIV-III) ed in parte meno predominante il detrito (s) accumulatosi lungo e ai piedi dei versanti. I materiali sono stati codificati con la stessa sigla GM, specificando nella carta geologico-tecnica, la differente natura deposizionale degli stessi. Da un'attenta analisi dei dati pregressi a disposizione è stato possibile stabilire una variabilità delle coperture compresa tra 0 e 10m. Il substrato geologico di questa microzona è rappresentato dalla Formazione delle Arenarie di Poggio Salaiolo (PLO) codificata, in termini geologico-tecnici come ALS.</p>
<p><b>ZONA 4</b></p>  <p>Giàie limose, miscela di giàia, sabbia e limo 0-5m Argille impastate di media-bassa plasticità, argille grasse o sabbiose, argille limose, argille magre 0-20m</p> <p>Substrato geologico alternanza di litipi stratificato</p> <p>0 10 50</p>	<p>La <b>Zona 4</b>, unicamente riscontrata nell'area di San Piero Capoluogo, rappresenta una fascia di transizione tra i Depositi fluviali ed i Depositi fluvio-lacustri del Bacino del Mugello. In dettaglio si passa dalle formazioni precedentemente codificate come GM nella zona 3 alle Argille silteo-sabbiose lacustri e di fronte deltizio (a<sub>1</sub>). Quest'ultima formazione, codificata come CL, è una sottounità della più diffusa MGO2 (per maggiori dettagli fare riferimento al Vol. 5 programma VEL, Regione Toscana). In dettaglio la zona 4 risulta essere caratterizzata da 0-5 metri di GM che sovrastano le argille CL. Lo spessore di quest'ultimi depositi, dai dati pregressi disponibili, ha una variabilità fino ad un massimo di 20 m di spessore circa. Il substrato geologico, di questa microzona, è rappresentato dalla Formazione delle Arenarie di Poggio Salaiolo (PLO) codificata, in termini geologico-tecnici come ALS.</p>
<p><b>ZONA 5</b></p>  <p>Teneri contenenti resti di attività antropica 0-5m Giàie limose, miscela di giàia, sabbia e limo 2-5m Argille impastate di media-bassa plasticità, argille grasse o sabbiose, argille limose, argille magre 5-20m</p> <p>Substrato geologico alternanza di litipi stratificato</p> <p>0 10 50</p>	<p>La <b>Zona 5</b>, unicamente riscontrata nell'area di San Piero Capoluogo, è la prosecuzione della precedente Zona 4. Differentemente da quest'ultima i Depositi fluvio-lacustri del Bacino del Mugello codificati come GM sono sovrastati da una coltre di materiali di riporto indicati con la sigla RI (spessori compresi tra 0-5m). I riporti sono dovuti al fatto che la microzona è in parte inglobata all'interno di una ampia area di lavorazione inerti visualizzabile sulla base topografica delle varie mappe. I sottostanti GM hanno potenze comprese tra 2 e 5 m. Quest'ultima formazione, come per la zona 4, sovrasta le argille CL che in quest'area presentano spessori tra i 5 e i 20 m. Il substrato geologico, di questa microzona, è rappresentato dalla Formazione delle Arenarie di Poggio Salaiolo (PLO) codificata come ALS.</p>



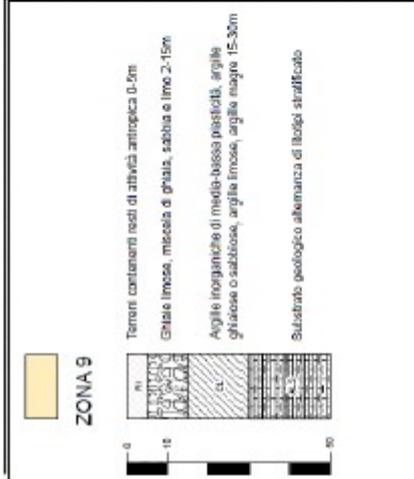
La **Zona 6**, unicamente riscontrata nell'area di San Piero Capoluogo, individua le aree di affioramento delle Argille siltoso-sabbiose lacustri e di fronte delizio (au). Quest'ultima formazione, codificata come CL, mostra in quest'area spessori compresi tra 0 e 15 m. Il substrato geologico, di questa microzona, è rappresentato dalla Formazione delle Arenarie di Poggio Salaiolo (PLO) codificata, in termini geologico-tecnici come ALS.



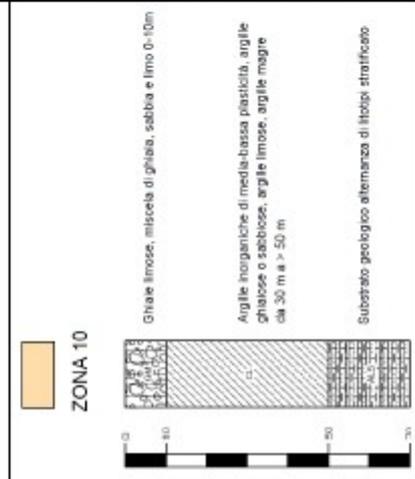
La **Zona 7**, unicamente riscontrata nell'area di Campomugello, individua le are di affioramento dei Depositi fluviali del Bacino del Mugello (Successione del Mugello, formazioni SIV-I, SIV-II). Quest'ultime formazioni risultano diffusamente sovrastate dal detrito (a) accumulatosi lungo e ai piedi dei versanti. Sia il detrito che i Depositi fluviali sono stati codificati come GM precisando, nella carta geologico-tecnica il differente ambiente deposizionale. Lo spessore della formazione litotecnica GM è compreso tra 0 e 20m. Il substrato geologico di questa microzona è rappresentato dalla Formazione del Monte Morello codificata, in termini geologico-tecnici come LPS.



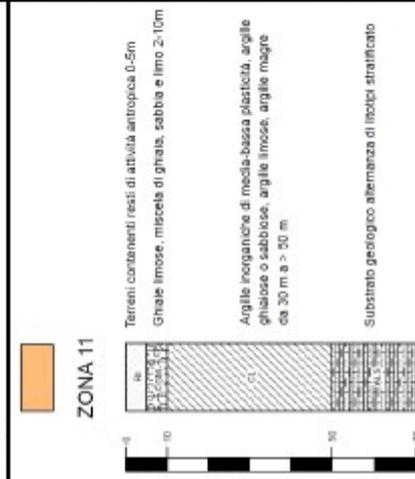
La **Zona 8**, unicamente riscontrata nell'area di San Piero Capoluogo, rappresenta la prosecuzione della fascia di transizione tra i Depositi fluviali (Successione del Mugello) ed i Depositi fluvio-lacustri del Bacino del Mugello. In dettaglio la zona 8 risulta essere caratterizzata da 0-15 metri di GM che sovrastano le argille CL. Lo spessore di quest'ultimi depositi, dai dati pregressi disponibili, ha una variabilità in quest'area compresa tra 15 e 30 m. Il substrato geologico, di questa microzona, è rappresentato dalla Formazione delle Arenarie di Poggio Salaiolo (PLO) codificata, in termini geologico-tecnici come ALS.



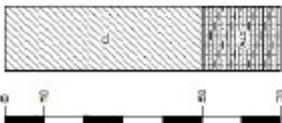
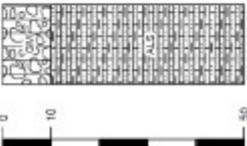
La **Zona 9** unicamente riscontrata nell'area di San Piero Capoluogo, è la prosecuzione della precedente Zona 5. I riporti, indicati con RI, presentano spessori compresi tra 0 e 5 m e sono dovuti al fatto che la microzona è in parte inglobata all'interno di una ampia area di lavorazione inerti visualizzabile nella sulla base topografica delle varie mappe. Le sostanziali differenze con la Zona 5 risiedono negli spessori delle litologie: le litologie GM hanno potenze comprese tra 2 e 15 m mentre le sottostanti argille CL presentano spessori tra i 15 e i 30 m. Il substrato geologico, di questa microzona, è rappresentato dalla Formazione delle Arenarie di Poggio Salaiolo (PLO) codificata come ALS.



La **Zona 10**, unicamente riscontrata nell'area di San Piero Capoluogo, rappresenta il margine nord della fascia di transizione tra i Depositi fluviali (Successione del Mugello) ed i Depositi fluvio-lacustri del Bacino del Mugello. In dettaglio si passa dai depositi SIV-II e SIV-III codificati come GM alle Argille siltoso-sabbiose lacustri e di fronte delizio (au) codificate come CL. Lo spessore delle litologie GM è compreso tra 0 e 10 m, mentre i sottostanti CL hanno potenze dai 30 m ai 50 m. Il substrato geologico, di questa microzona, è rappresentato dalla Formazione delle Arenarie di Poggio Salaiolo (PLO) codificata, in termini geologico-tecnici come ALS.



La **Zona 11**, unicamente riscontrata nell'area di San Piero Capoluogo, si differenzia dalla Zona 10 per la presenza di una coltre di riporto (RI) che sovrasta le già descritte formazioni GM (geologicamente depositi SIV-III). Lo spessore di quest'ultima formazione risulta compreso tra 2 e 10 m mentre le argille inorganiche CL, come per la zona 10 hanno spessori dai 30 m ai 50 m. Questa microzona come le già descritte 5 e 9 è per buona parte inglobata all'interno di una ampia area di lavorazione inerti visualizzabile nella sulla base topografica delle varie mappe. Il substrato geologico è rappresentato dalla Formazione delle Arenarie di Poggio Salaiolo (PLO) codificata come ALS.

<p><b>ZONA 12</b></p>  <p>Argilla impureggiata di media-bassa plasticità, argilla ghiaiosa o sabbiosa, argilla limosa, argilla magra -50m</p> <p>Substrato geologico alternanza di litotipi stratificato</p>	<p>La <b>Zona 12</b>, unicamente riscontrata nell'area di San Piero Capoluogo, rappresenta la parte finale dell'area di transizione descritta nelle Zone 4, 8 e 10. Spariscono in quest'area i depositi relativi alla Successione del Mugello ed affiorano unicamente i Depositi fluvio-lacustri del Bacino del Mugello (a.). Quest'ultima formazione codificata come CL ha spessori superiori ai 50 m.</p> <p>Il substrato geologico è rappresentato dalla Formazione delle Arenarie di Poggio Salaiote (PLO) codificata come AL.S.</p>
<p><b>ZONA 13</b></p>  <p>Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo 0-10 m</p> <p>Alterazione Lapidea stratificato 8-10 m</p> <p>Lapideo stratificato</p>	<p>La <b>Zona 13</b>, unicamente riscontrata nell'area di Campognigiao, individua le aree di affioramento dei Depositi fluviali del Bacino del Mugello (Successione del Mugello, formazioni SIV-I, SIV-II). Quest'ultime formazioni risultano diffusamente sovrastate dal detrito (a) accumulatosi lungo e ai piedi dei versanti. Sia il detrito che i Depositi fluviali sono stati codificati come GM precisando, nella carta geologico-technica il differente ambiente deposizionale. Lo spessore della formazione litotecnica GM è compreso tra 0 e 10 m. Al di sotto è presente uno strato costituito dall'alterazione del substrato geologico codificata, in termini geologico-technici come SF con uno spessore compreso tra 8 e 10m. Il substrato geologico in questa microzona è rappresentato dalla Formazione del Monte Morello (LPS).</p>
<p><b>ZONA 14</b></p>  <p>Ghiaie e ciottoli, miscela di ciottoli, ghiaie, limo di conoide alluvionale 0 - 10 m</p> <p>Substrato geologico alternanza di litotipi stratificato</p>	<p>La <b>Zona 14</b>, unicamente riscontrata nell'area di San Piero Capoluogo, individua aree di affioramento dei depositi alluvionali dovuti alla presenza della conoide alluvionale, esse in questa zona presentano uno spessore compreso tra 0 e 10 m.</p> <p>Il substrato geologico, di questa microzona, è rappresentato dalla Formazione delle Arenarie di Poggio Salaiote (PLO) codificata, in termini geologico-technici come AL.S.</p>
<p><b>ZONA 15</b></p>  <p>Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo 10-20 m</p> <p>Substrato geologico alternanza di litotipi stratificato</p>	<p>La <b>Zona 15</b>, riscontrata nell'area di San Piero Capoluogo, esclusivamente nella località Ex Casello, individua aree di affioramento dei depositi alluvionali, con spessori compresi tra 10 m e 20 m come riscontrato nelle indagini sismiche.</p> <p>Il substrato geologico, di questa microzona, è rappresentato dalla Formazione delle Arenarie di Poggio Salaiote (PLO) codificata, in termini geologico-technici come AL.S.</p>

### 11.7.5 Analisi di RSL (capoluogo)

Le 3 sezioni geologico-tecniche allegata allo studio di livello 1 sono state reinterpretate e implementate alla luce delle nuove conoscenze, aggiungendone una quarta nella porzione nord-occidentale e assegnando a ciascuna unità sismo-stratigrafica presente nel sottosuolo un valore caratteristico di Vs, Vp (tabella 11.7.5.1): per la sua determinazione è stato scelto il criterio del valore medio tra i dati ricavati dalle indagini sismiche sul territorio (il coefficiente di Poisson e il peso di volume sono stati assegnati seguendo le indicazioni di letteratura).

**Tabella 11.7.5.1**

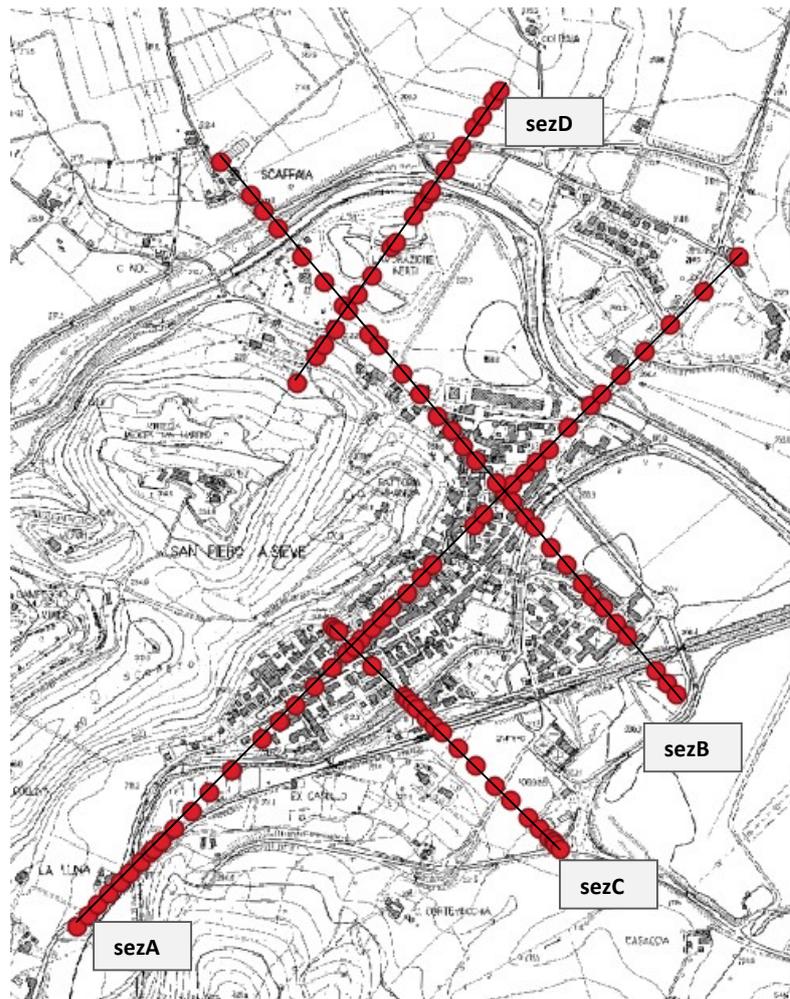
**Valori di Vp e Vs (m/sec) per le unità sismo stratigrafiche presenti nell'area del capoluogo**

<i>descrizione</i>	<i>arenarie</i>			<i>lacustre</i>			<i>detrito versante</i>		
<i>sigla CARG</i>	PLO			al2			a		
<i>parametro</i>	Vp	Vs	y	Vp	Vs	y	Vp	Vs	y
MEDIA	3237	1193	21	1603	435	19	779	289	18
<i>descrizione</i>	<i>colluvioni</i>			<i>conoide</i>			<i>riporti</i>		
<i>sigla CARG</i>	b8			m			h		
<i>parametro</i>	Vp	Vs	y	Vp	Vs	y	Vp	Vs	y
MEDIA	390	190	18	1800	380	19	455	183	18

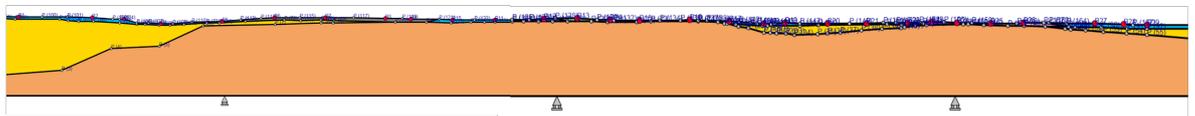
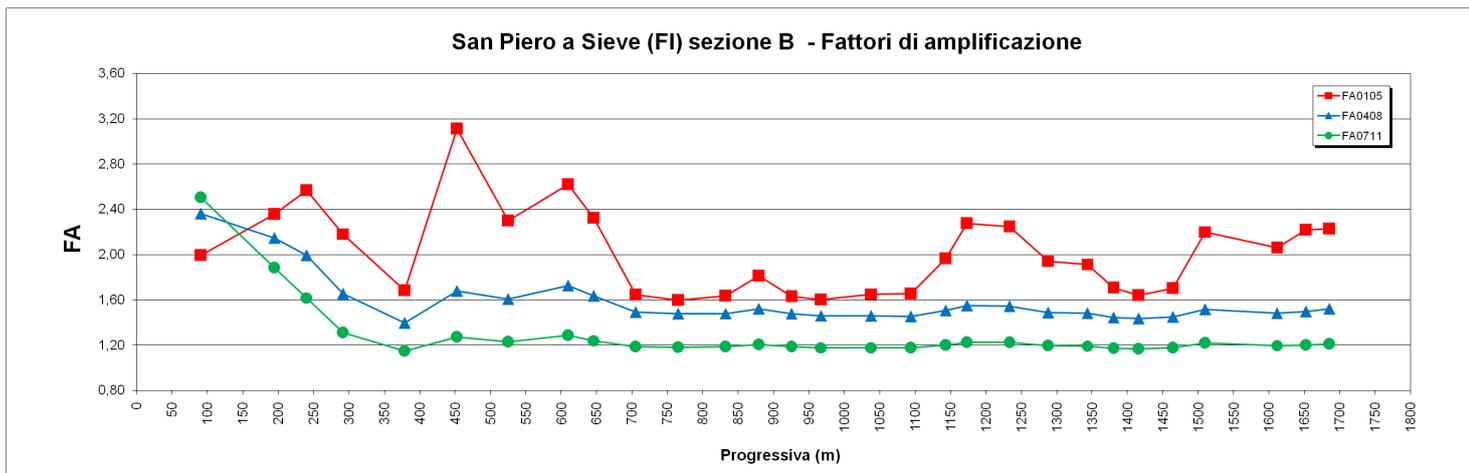
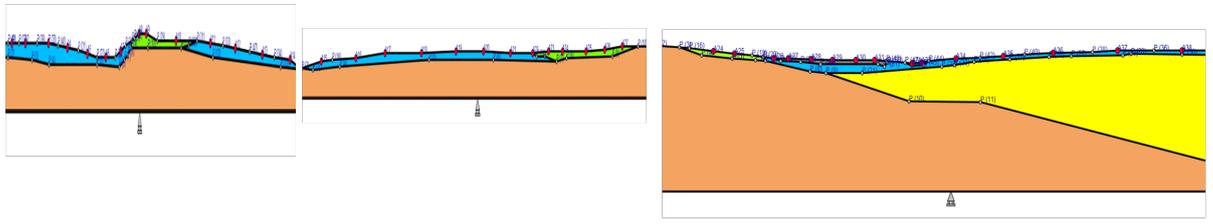
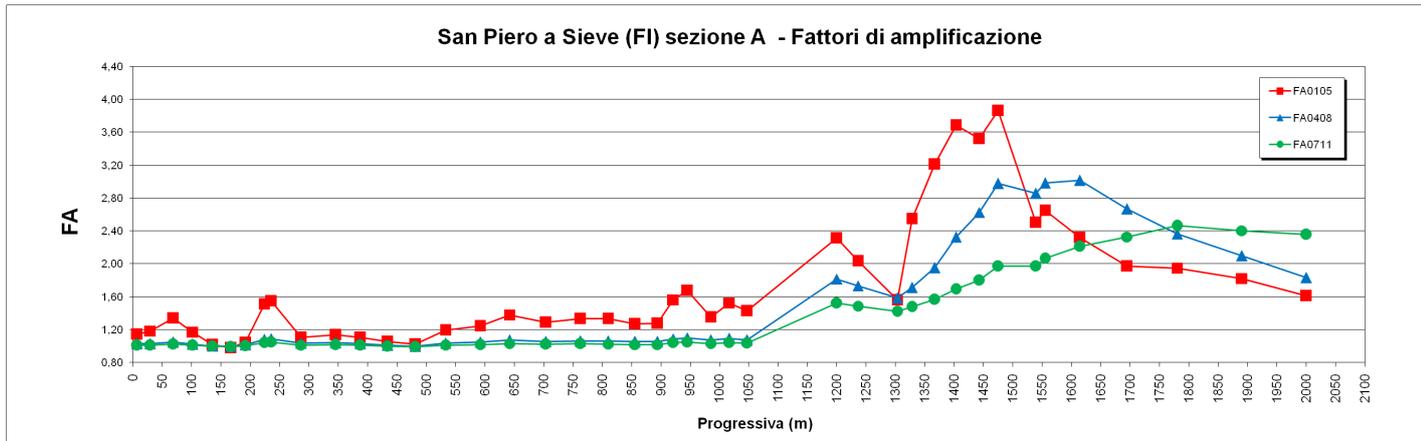
Sulle 4 sezioni (figura 11.7.5.1) sono state quindi svolte dai tecnici del Servizio Sismico Regionale analisi bidimensionali di risposta sismica locale in termini di fattore di amplificazione FA negli intervalli di periodo 0,5-1,0 sec / 0,4-0,8 sec / 0,7-1,1 sec. Nella figura 11.7.5.2 sono rappresentate graficamente le sezioni modellate e i risultati ottenuti. Ne risulta che, come verificato in precedenti studi di MS3 in Toscana settentrionale, i fattori di amplificazione insistenti su medesimi periodi spettrali mostrano un andamento simile. Inoltre, a differenza di quanto emerso nelle analisi di RSL svolte negli altri comuni, i fattori di amplificazione calcolati su bassi periodi non sempre risultano essere più cautelativi; pertanto si è deciso di adottare per la stesura della carta di MS3 sia il criterio standard della rappresentazione secondo il fattore FA(0105) che un criterio cautelativo basato sulla definizione del fattore F<sub>Amax</sub> tra quelli elaborati.

Figura 11.7.5.1

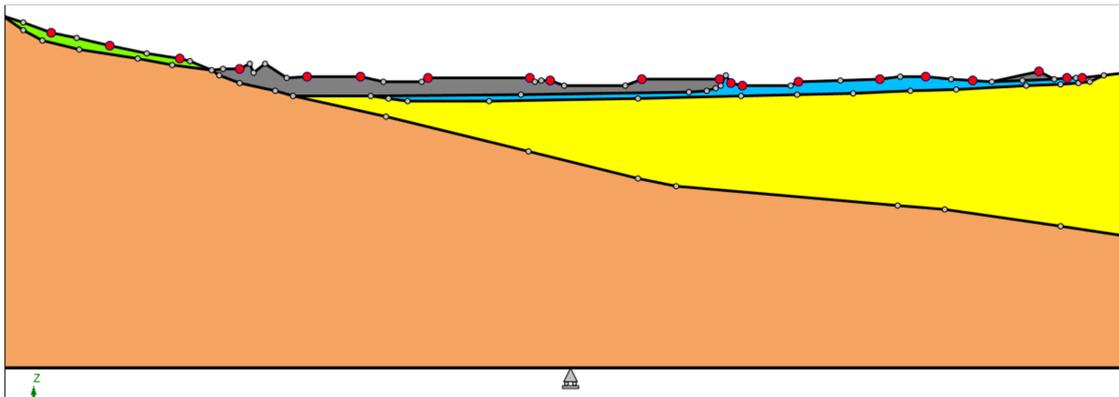
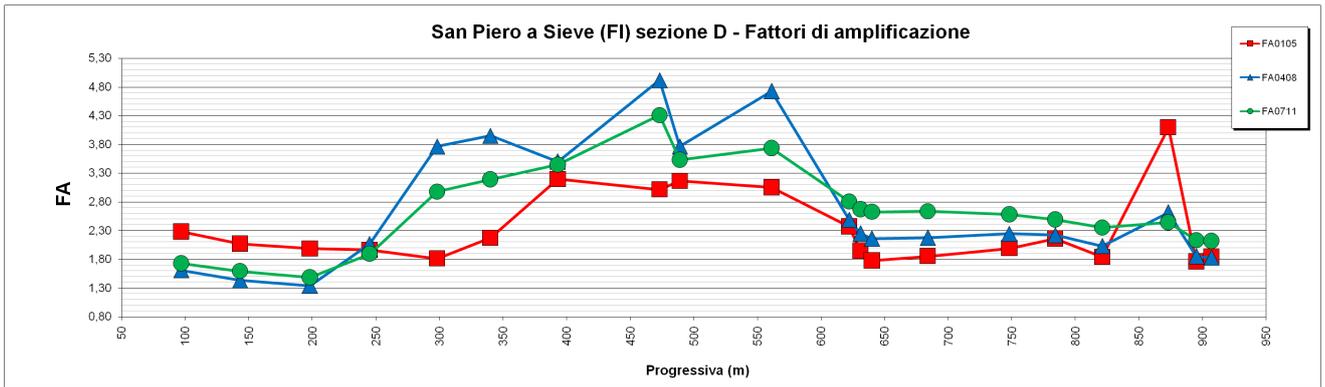
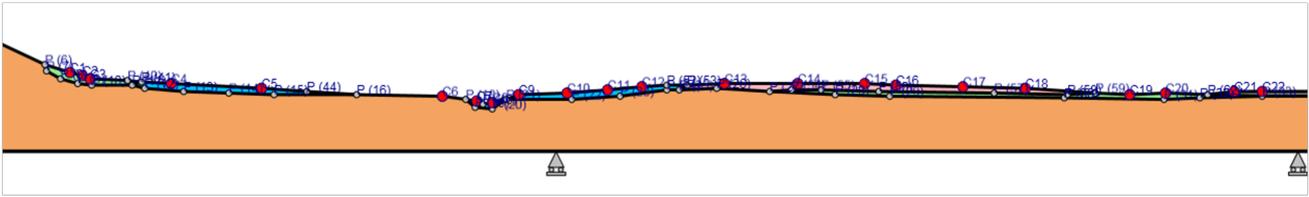
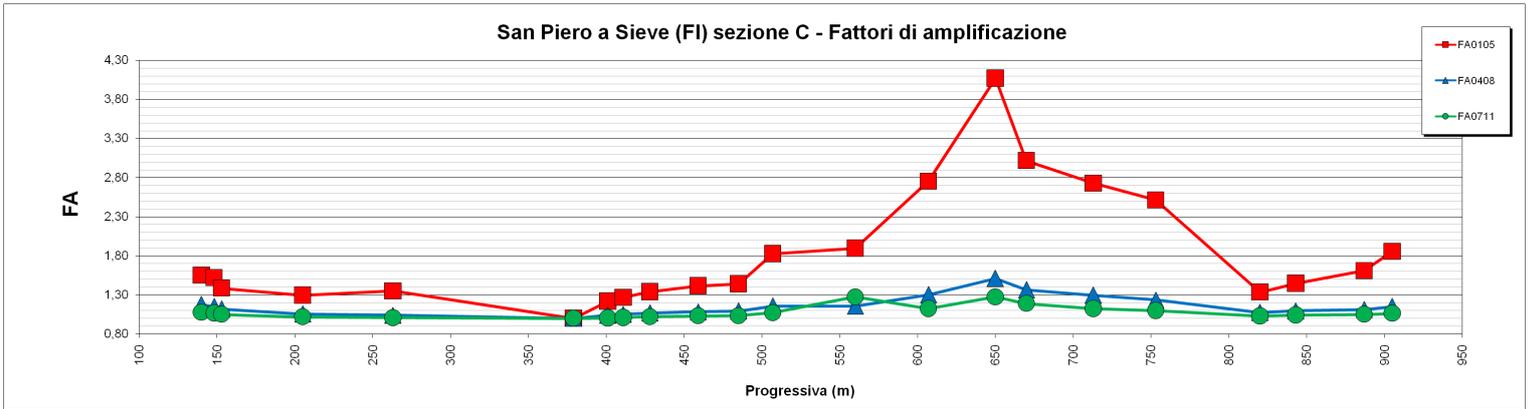
Tracce delle sezioni geologico-tecniche utilizzate per le analisi RSL e nodi di verifica del FA



**Figura 11.7.5.2**  
**Sezioni modellate e risultati analisi RSL**



**Figura 11.7.5.2**  
**Sezioni modellate e risultati analisi RSL**



### 11.7.6 La carta di Microzonazione Sismica (Livello 3)

I risultati in termini di FA, desunti dalle analisi 2D effettuate in corrispondenza delle sezioni geologico-tecniche rappresentative del modello di sottosuolo ed opportunamente confrontate con le omologhe analisi in contesto monodimensionale, sono stati estesi arealmente mediante l'ausilio combinato della cartografia geologico-tecnica e della cartografia MOPS del capoluogo.

Il modello logico su cui si è basata l'estrapolazione areale dei dati di amplificazione, per entrambe le aree interessate dalla redazione di cartografie di microzonazione sismica di livello 3, è stato il seguente:

1. rappresentazione su mappa di tutti i punti di output delle modellazioni dinamiche effettuate, con il relativo valore di FA calcolati negli intervalli di periodo richiesti da ICMS: 0,4-0,7 sec e 0,7-1,1 sec, oltre che nell'intervallo 0,1-0,5 sec considerato di particolare significatività per quanto riguarda l'interazione con le strutture in elevazione;
2. individuazione del modello geologico-tecnico alla base di ogni valore di FA desunto;
3. identificazione sulle cartografie tematiche esistenti (in particolare geologico-tecniche e MOPS) di analoghe condizioni geologico-tecniche su aree in cui non sono disponibili analisi di risposta sismica per assenza di dati di base;
4. raggruppamento di situazioni tipologiche ed amplificative similari mediante la discretizzazione dell'area in classi distinte da differenti intervalli di FA.

Ne risulta una Carta di microzonazione sismica di livello 3 in cui ognuna delle microzone individuate presenta, oltre che un valore simile in termini di fattore di amplificazione, anche un valore omogeneo del "tipo\_z", ovvero delle caratteristiche stratigrafiche medie della microzona.

Per le aree instabili, oltre ad una omogenea condizione geologica di base, viene indicato (in coerenza con i vigenti standard nazionali) anche il parametro relativo all'amplificazione sismica.

Per ogni microzona, sia appartenente alle aree stabili, sia relativa alle aree instabili, sono stati calcolati gli spettri di risposta medi in termini di PGA e restituiti secondo le procedure indicate dagli standard nazionali. Gli spettri medi sono stati calcolati mediando gli spettri di risposta relativi ai nodi di output contenuti dalla microzona in esame.

Sulla base di quanto illustrato la carta permette di discretizzare l'area in esame sulla base delle seguenti classi definite dagli standard ICMS:

ZONE STABILI (FA =1): include le aree di affioramento del substrato sismico anche con pendenze >15°.

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONA A (FA=1.1-1.2)

ZONA B (FA=1.3-1.4)

ZONA C (FA=1.5-1.6)

ZONA D (FA=1.7-1.8)

ZONA E (FA=1.9-2.0)

ZONA F (FA=2.1-2.2)

ZONA G (FA=2.3-2.4)

ZONA H (FA=2.5-3.0)

ZONA I (FA=3.1-3.5)

ZONA L (FA>3.5)

La zonazione sismica che ne deriva presenta nelle **zone suscettibili di amplificazione** e nelle **zone instabili** caratteri di complessità dovuti alla notevole variabilità del territorio in termini sismo-stratigrafici: la zona del fondovalle del Torrente Carza in corrispondenza del centro urbano del capoluogo presenta valori di FA moderati (FA<1.5), ma crescenti nell'area di conoide in sponda destra del corso d'acqua e ancor più nella zona di bordo valle a sud del cimitero, dove si raggiungono anche fattori superiori a 3.

Laddove la morfologia valliva si allarga ed aumentano gli spessori delle coperture quaternarie, in prossimità della confluenza del Carsa nella Sieve, i valori di FA aumentano progressivamente fino a attestarsi intorno a FA=2.5-3.0, con punte superiori a 3.5 in aree circoscritte di fondovalle.

Tra le zone instabili, da segnalare la presenza in carta di una ampia **zona di attenzione per liquefazione** dinamica ubicata nel fondovalle della Sieve, su entrambe le sponde.

La carta viene presentata sia in termini di FA nell'intervallo di periodo 0,1-0,5 sec che in termini di FA massimo tra quelli calcolati negli intervalli di integrazione richiesti dagli standard ICMS.

## 11.8 Scarperia (Comune di Scarperia-S.Piero)

Gli studi di MS di livello 1 e 3 sono stati svolti da RT nell'anno 2012. La struttura regionale si è a sua volta avvalsa della collaborazione dell'Università di Firenze per le analisi di risposta sismica locale bidimensionali sull'area del Capoluogo, unica area con approfondimenti di livello 3. Le frazioni studiate con MS livello 1 sono: Sant'Agata, Marcoiano e Ponzalla.

Nell'ambito della redazione del nuovo quadro conoscitivo in materia sismica per il PSI, gli studi esistenti sono stati validati e aggiornati per quanto concerne la conformità agli standard ICMS vigenti (v4.0b), con particolare riferimento alla codifica e alla perimetrazione delle zone instabili e alla compilazione del database delle indagini. Quest'ultimo è stato inoltre aggiornato secondo i criteri e le modalità descritte al cap.4. Sono inoltre in corso di svolgimento da parte dei tecnici di RT le analisi di adeguamento della RSL agli standard vigenti per quanto concerne gli intervalli di calcolo del fattore di amplificazione FA per la zona del capoluogo oggetto di MS livello 3.

Dal lavoro di aggiornamento derivano quindi nuove carte MOPS e MS3, oltre a un aggiornamento della Carta delle Indagini e della Carta geologico-tecnica.

Per i dettagli si rimanda alla relazione illustrativa degli studi MS1/MS3 esistenti, già parte dei vigenti SU comunali e inseriti nel quadro conoscitivo del PSI come allegato, da cui si estrae la legenda della Carta MOPS riportata nella figura seguente.

Figura 11.8.1

Legenda Carta MOPS

ZONE STABILI



Zona stabile



Substrato lapideo con  $V_s$  medie > 800 m/s (AQR - MLL)

(Cod. 1011)

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI



Zona 1



Substrato lapideo con  $V_s$  medie > 800 m/s (AQR - MLL)

(Cod. 2001)

Substrato lapideo con pendenza >15°



Zona 2



Substrato lapideo con  $V_s$  medie < 800 m/s (MVV - SILL) 0-30m

(Cod. 2002)



Substrato lapideo con  $V_s$  medie > 800 m/s (AQR - MLL)

(Cod. 2002)



Zona 3a-b



Depositi Alluvionali e/o detritici di versante (SIV e/o a) 0-15 m



Substrato lapideo con  $V_s$  medie < 800 m/s (MVV - SILL)

(Cod. 2003)

**Zona caratterizzata da un contrasto di impedenza tra copertura e substrato rigido presumibilmente alto**

**Zona 4a-b**

Depositi Alluvionali e/o detritici di versante (SIV e/o a) 0-15 m

Substrato lapideo con  $V_s$  medie > 800 m/s (AQR - MLL)

(Cod. 2004)



Zona 5



Ghiaie e ciottolami rossastri e limi sabbiosi Spessore circa 20-30m. (MGO3). 0-30m



Sabbie medio-fini di delta conoide a laminazione piano-parallela orizzontale ed inclinata piana (MGO1-s1). 0-30m



Argille, lacustri, siltose talora marnose e lignitifere. Locali intercalazioni di sabbie e ghiaie. (MGO1-a1). 0-200m



Substrato lapideo con  $V_s$  medie > 800 m/s (AQR)

(Cod. 2005)



Zona 6



Ciottolami giallo-rossastri e limi sabbiosi giallo-rossastri massivi. (MGO1-c1 e MGO2-c2). 0-10m



Sabbie medio-fini di delta conoide a laminazione piano-parallela orizzontale ed inclinata piana (MGO1-s1 e MGO2-s2). 0-30m



Argille, lacustri, siltose talora marnose e lignitifere. Locali intercalazioni di sabbie e ghiaie. (MGO1-a1 e MGO2-a2). 0-100m



Substrato lapideo con  $V_s$  medie > 800 m/s (AQR - FAL - MLL)

(Cod. 2006)



Zona 7



Sabbie medio-fini di delta conoide a laminazione piano-parallela orizzontale ed inclinata piana (MGO1-s1 e MGO2-s2). 0-30m



Argille, lacustri, siltose talora marnose e lignitifere. Locali intercalazioni di sabbie e ghiaie. (MGO1-a1 e MGO2-a2). 0-100m



Substrato lapideo con  $V_s$  medie > 800 m/s (AQR - FAL)

(Cod. 2007)



Zona 8



Argille, lacustri, siltose talora marnose e lignitifere. Locali intercalazioni di sabbie e ghiaie. (MGO1-a1 e MGO2-a2). 0-250m



Substrato lapideo con  $V_s$  medie > 800 m/s (FAL)

(Cod. 2008)



Zona 9



Depositi Alluvionali (SIV). 0-15 m



Argille, lacustri, siltose talora marnose e lignitifere. Locali intercalazioni di sabbie e ghiaie. (MGO1-a1 e MGO2-a2). 0-250m



Substrato lapideo con  $V_s$  medie > 800 m/s (FAL)

(Cod. 2009)



Zona 10



Depositi detritici e/o eluvio-colluviali di versante (a=dt; b<sub>s</sub>). 0-15 m



Argille, lacustri, siltose talora marnose e lignitifere. Locali intercalazioni di sabbie e ghiaie. (MGO1-a1 e MGO2-a2). 0-250m



Substrato lapideo con  $V_s$  medie > 800 m/s (FAL)

(Cod. 2010)

## 11.9 Vicchio di Mugello

Il comune è fornito di studi di MS di livello 1 realizzati dal geol. Tomei per le aree de capoluogo, Case Caldeta e Villore nel 2015; approfondimenti di livello 3 sono stati condotti sul capoluogo e su Case Caldeta da RT nell'anno 2017, avvalendosi della collaborazione dell'Università di Firenze per le analisi di risposta sismica locale bidimensionali.

Nell'ambito della redazione del nuovo quadro conoscitivo in materia sismica per il PSI, gli studi esistenti sono stati inseriti senza modifiche in quanto adeguati e conformi agli standard ICMS vigenti (v4.0b), limitandosi all'aggiornamento del database delle indagini secondo i criteri e le modalità descritte al cap.3.

Per i dettagli si rimanda alla relazione illustrativa degli studi MS1/MS3 esistenti, già parte degli POC comunale in fase di approvazione e inseriti nel quadro conoscitivo del PSI come allegato.

## 12 STUDIO DI MESOZONAZIONE SISMICA DEL BACINO DEL MUGELLO

Il lavoro di revisione e aggiornamento degli studi di microzonazione degli 8 comuni del Mugello fa emergere alcuni tratti comuni a gran parte del territorio in esame in termini di modello sismostratigrafico del sottosuolo e conseguentemente di risposta del terreno allo scuotimento sismico.

La notevole estensione dell'areale di competenza dell'Unione rende quindi plausibile e ragionevole ipotizzare la definizione e codifica di una nuova scala di zonazione sismica sovracomunale, che si ponga in posizione intermedia tra la *microzonazione* comunale e la *macrozonazione* regionale e nazionale. Si può pertanto parlare di una prima e per certi versi inedita proposta di **mesozonazione** sismica del territorio mugellano, con particolare riferimento all'area geologicamente omogenea della Val di Sieve nel tratto esteso a ovest fino all'area industriale/commerciale di Barberino, a est fino a Vicchio, verso nord e verso sud fino al raggiungimento delle zone di affioramento del substrato roccioso.

Questa zona, afferente ai comuni di Barberino, Scarperia-S.Piero, Borgo San Lorenzo e Vicchio, è stata pertanto oggetto di uno specifico lavoro di sintesi dei modelli geologico-tecnici presenti nei vari studi di microzonazione al fine di individuare orizzonti sismo-stratigrafici omogenei alla scala di bacino, andando così a definire un nuovo modello di sottosuolo che si è tradotto in mesozone sismiche rappresentative in termini qualitativi (quindi assimilabili come livello di approfondimento a una MS di livello 1) della risposta sismica locale.

### 12.1 Definizione delle mesozone sismiche

L'areale individuato per lo studio, riferibile tettonicamente al *graben* del Mugello, presenta coperture sciolte estese e spesso di notevole potenza poggianti sopra un substrato roccioso rinvenuto talvolta a profondità superiori a 200 metri, che affiora diffusamente sui primi rilievi in sponda destra della Sieve e in misura meno decisa spostandosi verso nord, a causa di una asimmetria morfotettonica che caratterizza in modo marcato il paesaggio mugellano.

Litotipi prevalentemente arenacei e calcarei, con velocità  $V_s > 800$  m/sec, si alternano nella zona a termini pelitici o marnosi dalla risposta sismica differente ( $V_s < 800$  m/sec); alle mesozone caratterizzate da affioramento di substrato rigido, suddivise classicamente in stabili e suscettibili di instabilità per motivi topografici laddove le pendenze superino i  $15^\circ$ , si affiancano quindi mesozone stabili suscettibili di amplificazione stratigrafica per contrasto di impedenza sismica tra substrato inquadabile come bedrock sismico e "substrato lento".

Per quanto concerne invece i depositi quaternari sovrastanti si è compiuta una sintesi e uniformazione dei dati provenienti dalle indagini e dai rilievi delle singole microzonazioni pervenendo all'accorpamento delle varie unità geologico-tecniche e formazioni geologiche in 4 gruppi di terreni:

- Coltri detritiche e/o di alterazione con spessori significativi (>3-5 metri)
- Depositi alluvionali in parte terrazzati appartenenti ai bacini secondari
- Sedimenti fini di origine fluviale/lacustre/palustre del bacino del Mugello
- Sedimenti granulari e/o cementati di origine fluviale/lacustre/palustre del bacino del Mugello

Le successioni sedimentarie del bacino si presentano con spessori estremamente variabili anche a scala locale: i lineamenti tettonici del lato sud del bacino (fagliazioni dirette sub verticali) producono spessori di sedimenti consistenti già in prossimità dei rilievi di bordo valle, mentre i bassi angoli delle faglie dal lato nord rendono più progressivo l'approfondimento del tetto del substrato roccioso.

Pertanto al fine di caratterizzare in modo esaustivo - sebbene di minor dettaglio rispetto agli studi di microzonazione - il comportamento del sottosuolo in termini di amplificazione sismo-indotta, vengono introdotte tre soglie di spessore delle coperture sopra il bedrock pari a 30, 50 e 100 metri.

Da tali considerazioni deriva la definizione di 14 mesozone rappresentate nella **Carta delle mesozonazione sismica del bacino del Mugello**.

## 12.2 Carta della mesozonazione sismica

La carta, realizzata a scala 1.25.000 con copertura completa dell'areale descritto ai paragrafi precedenti, riporta la suddivisione del territorio in 14 mesozone così definite:

### ZONE STABILI

**Zona 1001:** substrato rigido affiorante

### ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA DI TIPO TOPOGRAFICO

**Zona 2001:** substrato rigido affiorante con pendenza >15°

### ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA DI TIPO STRATIGRAFICO

**Zona 2002:** substrato affiorante non corrispondente al bedrock sismico, quindi possibile amplificazione per contrasto di impedenza con il sottostante bedrock

**Zona 2003:** coltre detritica di varia natura con spessore <30 metri su substrato

**Zona 2004:** depositi alluvionali con spessore < 30 metri su substrato

**Zona 2005:** depositi alluvionali e depositi lacustri/fluvio-lacustri/palustri fini con spessore complessivo < 30 metri su substrato

**Zona 2006:** depositi alluvionali e depositi lacustri/fluvio-lacustri/palustri fini con spessore complessivo 30-50 metri su substrato

**Zona 2007:** depositi alluvionali e depositi lacustri/fluvio-lacustri/palustri fini con spessore complessivo 50-100 metri su substrato

**Zona 2008:** depositi alluvionali e depositi lacustri/fluvio-lacustri/palustri fini con spessore complessivo >100 metri su substrato

**Zona 2009:** depositi alluvionali e depositi lacustri/fluvio-lacustri/palustri fini su depositi fluvio-lacustri granulari (cementati), con spessore complessivo < 30 metri, su substrato

**Zona 2010:** depositi alluvionali e depositi lacustri/fluvio-lacustri/palustri fini su depositi fluvio-lacustri granulari (cementati), con spessore complessivo 30-50 metri, su substrato

**Zona 2011:** depositi alluvionali e depositi lacustri/fluvio-lacustri/palustri fini su depositi fluvio-lacustri granulari (cementati), con spessore complessivo 50-100 metri, su substrato

**Zona 2012:** depositi alluvionali e depositi lacustri/fluvio-lacustri/palustri fini su depositi fluvio-lacustri granulari (cementati), con spessore complessivo > 100 metri, su substrato

**Zona 2013:** depositi fluvio-lacustri granulari e/o cementati poggianti sul substrato roccioso

Le relative colonne sismo-stratigrafiche sintetiche sono riportate nelle legenda.

Inoltre nella carta sono rappresentate le zone instabili per frana e per possibile effetti dinamici di liquefazione, secondo le codifiche degli ICMS e in coerenza con la carta geomorfologica di PS; la rappresentazione grafica delle forme gravitative, per facilità di lettura, è quella fornita nella carta geologico-tecnica di supporto alla MS livello 1.

Infine sono rappresentate anche le aree - presenti nel territorio comunale di Barberino - di attenzione per possibile cedimento di cavità sotterranea (miniere di lignite, cfr. cap.7).

La carta della mesozonazione, oltre a fornire un interessante ed inusuale sguardo di insieme in termini qualitativi sulla risposta sismica del bacino del Mugello, può costituire un elemento di quadro conoscitivo utile per estendere le valutazioni di pericolosità e fattibilità sismica ad aree non coperte da tali tematismi (vedi capitolo seguente per i criteri di definizione di pericolosità e fattibilità sismica).

# LA STRATEGIA DEL TERRITORIO

---

## 13 PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Gli elaborati STR03 "Carta della pericolosità geologica" hanno consentito di migliorare la rappresentazione e l'origine delle criticità geomorfologiche e geologiche; essi prendono atto della implementazione della classificazione in termini di rischio già introdotta in maniera continua su tutto il territorio nella carta geomorfologica.

La normativa correlata contiene articolate indicazioni prescrittive da adottare per gli interventi di trasformazione del territorio. L'applicazione di tali norme sul patrimonio edilizio esistente viene simulato mediante la **Tabella Sinottica della fattibilità geologica** riportata in appendice.

Partendo dalle definizioni geomorfologiche del capitolo 3 si è proceduto ad articolare la classificazione di pericolosità a partire dalla tipologia di instabilità mediante il seguente schema:

a) Ricadono nella **classe di pericolosità molto elevata G4** le seguenti tipologie:

- *frane attive* con vincolo generale di inedificabilità soggetto alle condizioni di superamento di cui al punto 3.1.1.2. della DGR 53/R/2011.

I perimetri di pericolosità G4 derivati dalla carta geomorfologica comprendono anche l'area di possibile influenza (buffer), con le fasce di possibile evoluzione.

Quando questo non è stato possibile sono state assegnate fasce con criterio geometrico:

- m 10 per i poligoni con superficie fino a mq 10.000;
- m 20 per i poligoni con superficie maggiore di mq 10.000.

Oltre a m 10 a monte delle scarpate di erosione, considerando la velocità dei cinematismi e la modalità di evoluzione dei fenomeni.

Gli interventi di trasformazione sono subordinati all'esecuzione di indagini e studi geologici e geognostici finalizzati a definire la compatibilità della previsione con la stabilità generale attraverso la progettazione, realizzazione e monitoraggio di opere di consolidamento sulla base di specifiche verifiche quantitative, sempre valutando la necessità di regimazione idrogeologica.

b) Ricadono nella **classe di pericolosità elevata G3** le seguenti tipologie:

- *frane quiescenti*; gli interventi di trasformazione sono subordinati alle prescrizioni di cui al punto 3.1.1.3 della DGR 53/R/2011.

- *depositi detritici* con pendenza > 25%.

Ricadono inoltre nella **classe di pericolosità elevata G3a**:

- le aree e tipologie classificate con *predisposizione alla instabilità* per i seguenti fattori:

- Litologia connaturata alla specifica costituzione argillosa dei depositi neogenici del bacino lacustre, caratterizzati da valori di pendenze non elevati ma prossimi al limite di equilibrio naturale e da scadenti caratteristiche meccaniche. Le condizioni di equilibrio sono mantenute fondamentalmente dalle lavorazioni agricole che controllano i caratteristici e diffusi fenomeni di soliflussioni superficiali e garantiscono la regimazione idraulica.
- Pendenza su versanti rocciosi con valori medi anche superiori a 40°, soggetti a erosione superficiale e stacchi di materiali, vulnerabili alla deforestazione: talora delimitati da scarpate acute rappresentano un limite oggettivo alla lavorazione con mezzi meccanici.
- Erosione precalanchiva: diffusa con diversi gradi di evoluzione nelle formazioni della serie Umbro Marchigiana, dal Mugello settentrionale; con costituzione litologica marnoso-argillosa, senza mai assumere caratteri, di veri calanchi, si presenta con una successione di creste acute di degradazione e versanti ripidi in erosione superficiale. La presenza di orizzonti di arenarie compatte conferisce una generale stabilità d'insieme, mentre in corrispondenza dei numerosi livelli argilloso-marnosi si rilevano condizioni di franosità attiva e quiescente per scivolamento e soliflusione puntualmente rilevati.

Gli interventi di trasformazione sono subordinati preliminarmente a verifica geologica-geotecnica circa la compatibilità con la stabilità generale e successivamente in fase di progettazione alle prescrizioni derivanti da specifiche verifiche quantitative che potranno comportare opere locali di consolidamento, sempre valutando la necessità di regimazione idrogeologica. Nel caso che gli studi certifichino condizioni di pericolosità molto elevata si ricade nelle condizioni di cui al precedente punto a).

- c) Ricadono nelle **classi di pericolosità media G2 e bassa G1** i terreni pianeggianti sostanzialmente stabili e senza particolari prescrizioni come i depositi delle pianure alluvionali ,di terrazzamento e i terreni detritici a bassa pendenza < 25%.

### 13.1 La fattibilità geologica

Nella fase di predisposizione di Piani Attuativi o Progetti Unitari, ovvero per la validazione dei titoli o atti abilitativi all'attività edilizia, l'attribuzione della fattibilità geologica degli interventi dovrà avvenire sulla base dei seguenti criteri:

#### **Fattibilità geologica senza particolari limitazioni (FG1)**

E' attribuita alle previsioni di intervento di modesta o irrilevante consistenza. 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 da parte del Progettista sulla tipologia dell'opera.

### **Fattibilità geologica con normali vincoli (FG2)**

E' attribuita a tutte le trasformazioni urbanistico edilizie soggette a Permesso a costruire ricadenti nelle aree con pericolosità geologica media G2. Le eventuali prescrizioni sono specificate alla luce delle risultanze delle necessarie indagini geologiche e geotecniche ai sensi della DGR 36/2009, da eseguirsi in sede di progettazione. Gli aspetti riguardanti scavi per fondazioni 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 geologica condizionata (FG3)**

-E' attribuita alle previsioni di intervento ricadenti in aree con pericolosità geologica G2 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/o fra edifici dello stesso comparto (comprese le urbanizzazioni) o con manufatti esterni, da accertarsi mediante indagini geologiche e geognostiche, definendo tipologia e opere di eventuali 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.

- E' attribuita a tutte le previsioni di nuova costruzione e nuove infrastrutture ricadenti in pericolosità G3 nelle varie tipologie riportate nella Carta di pericolosità geologica come potenzialmente instabili, la cui attuazione 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 alla preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza. Tale verifica è estesa alla possibile influenza sui versanti sottostanti e soprastanti, e proporzionata alle dimensioni delle opere, precisando che gli eventuali interventi di messa in sicurezza definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici devono rispondere ai requisiti elencati nel paragrafo 3.2.1 del DPGR 53/R/2011 (pericolosità geologica elevata) che qui si riassumono in sintesi:

*-lettera b: non pregiudizio della stabilità complessiva delle aree adiacenti, non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi, consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;*

*-lettera c: in presenza di interventi di messa in sicurezza devono essere predisposti opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;*

*-lettera d: certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza mediante collaudo delle opere di consolidamento, esiti positivi dei controlli di monitoraggio, delimitazione delle aree risultanti in sicurezza;*

*-lettera e: possono essere realizzati gli interventi in cui sia dimostrato che non determinano condizioni di instabilità dell'area e non modificano negativamente i processi geomorfologici presenti nell'area. Nel titolo abilitativo all'attività edilizia è dato atto della sussistenza di tali condizioni.*

Nel caso che gli studi certifichino condizioni di pericolosità molto elevata si ricade nelle condizioni di cui al fattibilità FG4.

La fattibilità condizionata è inoltre attribuita alla relativa casistica della Tabella sinottica riportata in appendice.

### **Fattibilità associata alla pericolosità G3a**

- E' attribuita a tutte le previsioni di nuova costruzione e nuove infrastrutture ricadenti in pericolosità G3a nelle varie tipologie riportate nella "carta di pericolosità geomorfologica" come potenzialmente instabili la cui attuazione 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.

Nel caso che tali esiti dimostrassero al contrario condizioni di franosità quiescente o attiva si applicano le prescrizioni delle classi G3, G4.

### **Fattibilità geologica limitata (FG4)**

In condizioni di pericolosità geologica molto elevata (G4) derivante da fenomeni di instabilità in atto non sono da prevedersi in fase di pianificazione interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture che non siano subordinati alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione. In loro assenza, la previsione urbanistica non è fattibile.

Gli interventi di messa in sicurezza definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici devono rispondere ai requisiti elencati nel paragrafo 3.2.1 del DPGR 53/R/2011 (pericolosità geologica molto elevata) che qui si riassumono in sintesi:

*-lettera b: non pregiudizio della stabilità complessiva delle aree adiacenti, non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi, consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;*

*-lettera c: nelle varie fasi degli interventi di messa in sicurezza devono essere predisposti opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;*

*-lettera d: certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza mediante collaudo delle opere di consolidamento, degli esiti positivi dei controlli di monitoraggio e della delimitazione delle aree risultanti in sicurezza;*

*-lettera e: nei casi in cui sia dimostrato il non aggravio delle condizioni di instabilità dell'area, nel titolo abilitativo all'attività edilizia è dato atto della sussistenza di criteri che comportino la previsione di interventi atti a conseguire la tutela della pubblica incolumità, la riduzione della vulnerabilità delle opere esposte mediante consolidamenti o misure di protezione delle strutture, monitoraggio strumentale dell'evoluzione del fenomeno.*

Sono comunque consentiti interventi sul patrimonio edilizio esistente esclusivamente di carattere conservativo e di messa a norma, e senza aumento di carico urbanistico.

## 14 PERICOLOSITA' IDRAULICA

Per le aree soggette a problematiche di carattere idraulico e stato condotto a livello di Piano strutturale Intercomunale uno studio idrologico idraulico di dettaglio ai sensi della LR 41/2018 del 24 luglio 2018.

Di concerto con l'autorità idraulica sono state individuate le aste del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della l.r. 79/2012 da investigare e sono state successivamente individuate le aree potenzialmente interessate da allagamenti.

Al fine di ridurre le conseguenze negative, derivanti dalle alluvioni, per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche, nonché al fine di mitigare i fenomeni di esondazione e dissesto idrogeologico nelle aree potenzialmente interessate da allagamenti, valgono le limitazioni alla trasformazione del territorio previste nella **L.R. 41/2018**, i cui articoli fanno parte integrante delle presenti NTA e vengono di seguito riportati.

---

### CAPO I

#### disposizioni generali

##### *Art. 2 Definizioni*

1. Nel rispetto della normativa comunitaria e statale di riferimento, ai fini della presente legge si intende per:

- a) "scenario per alluvioni frequenti": lo scenario di cui all'articolo 6, comma 2, lettera c), del d.lg s. 49/2010, individuato negli atti di pianificazione di bacino e definito dai medesimi atti con riferimento al tempo di ritorno non inferiore a trenta anni;
- b) "scenario per alluvioni poco frequenti": lo scenario di cui all'articolo 6, comma 2, lettera b). del d.lgs. 49/2010, individuato negli atti di pianificazione di bacino e definito dai medesimi atti con riferimento al tempo di ritorno non inferiore a duecento anni;
- c) "pericolosità da alluvione": la probabilità di accadimento di un evento alluvionale in un intervallo temporale prefissato;
- d) "aree a pericolosità per alluvioni frequenti": le aree classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs. 49/2010 come aree a pericolosità per alluvioni frequenti o a pericolosità per alluvioni elevata;
- e) "aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti": le aree classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs. 49/2010 come aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti o a pericolosità per alluvioni media;
- f) "battente": l'altezza della lama d'acqua in una determinata area associata allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti;
- g) "gestione del rischio di alluvioni": le azioni e le misure volte a ridurre le conseguenze negative, derivanti dalle alluvioni, per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche;

- h) "magnitudo idraulica": la combinazione del battente e della velocità della corrente in una determinata area, associata allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti:
- h1) "magnitudo idraulica moderata ": valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente uguale o inferiore a 0,3 metri;
- h2) "magnitudo idraulica severa": valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente superiore a 0,3 metri e inferiore o uguale a 0,5 metri;
- h3) "magnitudo idraulica molto severa": battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 1 metro. Nei casi in cui la velocità non sia determinata battente superiore a 0,5 metri;
- i) "rischio di alluvioni": la combinazione della probabilità di accadimento di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche derivanti da tale evento;
- l) "vulnerabilità": la potenzialità dell'elemento esposto a subire danni per effetto dell'evento alluvionale;
- m) "rischio medio R2", definito dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del d.l. 11 giugno 1998, n. 180), come il rischio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche;
- n) "opere di sopraelevazione": opere la cui funzione è quella di ridurre la vulnerabilità degli elementi esposti all'evento alluvionale, conseguendo la classe di rischio medio R2, mediante la realizzazione del piano di calpestio ad una quota superiore al battente con un relativo franco di sicurezza;
- o) "opere idrauliche": opere strutturali sui corsi d'acqua volte a evitare gli allagamenti o in alternativa a ridurre gli allagamenti conseguendo almeno una classe di magnitudo idraulica moderata;
- p) "interventi di difesa locale": interventi di protezione finalizzati a limitare la vulnerabilità del singolo elemento esposto all'evento alluvionale;
- q) "opere non diversamente localizzabili": le opere per le quali il comune dichiara negli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica che non possono essere realizzate in aree con minore rischio di alluvioni;
- r) "interventi di nuova costruzione": la realizzazione di nuovi manufatti edilizi fuori terra che comportano la trasformazione in via permanente di suolo inedificato, nonché l'installazione di manufatti, anche prefabbricati e di strutture di qualsiasi genere che non siano diretti a soddisfare esigenze temporanee;
- s) aree presidiate da sistemi arginali: aree situate a quote altimetriche inferiori alla quota posta a 2 metri sopra il piede esterno dell'argine. Il limite esterno di tale aree è determinato dai punti di incontro delle perpendicolari all'asse del corso d'acqua con il terreno alla quota altimetrica sopra individuata pari a 2 metri, comunque non superiore alla distanza di 300 metri dal piede esterno dell'argine.

### *Art. 3 Tutela dei corsi d'acqua*

1 Non sono consentiti nuove costruzioni, nuovi manufatti di qualsiasi natura o trasformazioni morfologiche negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della legge regionale 27 dicembre 2012, n. 79 (Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica. Modifiche alla l.r. 69/2008 e alla l.r. 91/1998. Abrogazione della l.r. 34/1994), fatto salvo quanto previsto ai commi 2, 3 e 4.

2 Negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della l.r. 79/2012, nel rispetto della normativa statale e regionale di riferimento e delle condizioni di cui al comma 5, sono consentiti i seguenti interventi:

a) interventi di natura idraulica, quali in particolare:

- 1) trasformazioni morfologiche degli alvei e delle golene;
- 2) impermeabilizzazione del fondo degli alvei;
- 3) rimodellazione della sezione dell'alveo;
- 4) nuove inalveazioni o rettificazioni dell'alveo.

b) reti dei servizi essenziali e opere sovrapassanti o sottopassanti il corso d'acqua; c) opere finalizzate alla tutela del corso d'acqua e dei corpi idrici sottesi;

d) opere connesse alle concessioni rilasciate ai sensi del regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 (Approvazione del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici);

e) interventi volti a garantire la fruibilità pubblica; f) itinerari ciclopedonali;

g) opere di adduzione e restituzione idrica;

h) interventi di riqualificazione ambientale.

3 Negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della l.r. 79/2012, nel rispetto della normativa statale e regionale di riferimento e delle condizioni di cui al comma 5, sul patrimonio edilizio esistente, legittimamente realizzato sotto il profilo edilizio e con autorizzazione idraulica oppure senza autorizzazione idraulica in quanto non richiesta dalla normativa vigente al momento della realizzazione dell'intervento, sono consentiti, qualora ammessi dagli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica comunali, tutti gli interventi edilizi finalizzati esclusivamente alla conservazione e alla manutenzione dei manufatti, a condizione che siano realizzati interventi di difesa locale qualora si modifichino le parti dell'involucro edilizio direttamente interessate dal fenomeno alluvionale relativo allo scenario per alluvioni poco frequenti. Non sono comunque consentiti i frazionamenti ed i mutamenti di destinazione d'uso comportanti la creazione di unità immobiliari con funzione residenziale o turistico-ricettiva o, comunque, adibite al pernottamento, interventi quali quelli di ristrutturazione urbanistica, ristrutturazione edilizia ricostruttiva, interventi di sostituzione edilizia e quelli comportanti le addizioni volumetriche.

4 Nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della l.r. 79/2012, nel rispetto della normativa statale e regionale di riferimento nonché delle condizioni di cui al comma 5, sulle infrastrutture a sviluppo lineare esistenti e loro pertinenze, sui parcheggi pubblici e privati, legittimamente realizzati sotto il profilo edilizio e con autorizzazione idraulica oppure senza autorizzazione idraulica in quanto non richiesta dalla normativa vigente al momento della realizzazione dell'intervento, sono consentiti interventi di adeguamento e ampliamento per la messa in sicurezza delle infrastrutture ai sensi della normativa tecnica di riferimento.

5 Gli interventi di cui ai commi 2, 3 e 4 sono consentiti, previa autorizzazione della struttura regionale competente, che verifica la compatibilità idraulica nel rispetto delle seguenti condizioni:

- a) sia assicurato il miglioramento o la non alterazione del buon regime delle acque;
- b) non interferiscano con esigenze di regimazione idraulica, accessibilità e manutenzione del corso d'acqua e siano compatibili con la presenza di opere idrauliche;
- c) non interferiscano con la stabilità del fondo e delle sponde;
- d) non vi sia aggravio del rischio in altre aree derivante dalla realizzazione dell'intervento;
- e) non vi sia aggravio del rischio per le persone e per l'immobile oggetto dell'intervento;
- f) il patrimonio edilizio esistente di cui al comma 3 sia inserito nel piano di protezione civile comunale al fine di prevenire i danni in caso di evento alluvionale.

6 Il rispetto delle condizioni di cui al comma 5 costituisce elemento di verifica della compatibilità idraulica ai fini del rilascio dell'autorizzazione di cui al medesimo comma 5. L'autorizzazione idraulica è rilasciata dalla struttura regionale competente con le modalità definite nel regolamento di cui all'articolo 5, comma 1, lettera e), della legge regionale 28 dicembre 2015, n. 80 (Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idriche e tutela della costa e degli abitati costieri). L'autorizzazione è rilasciata entro quarantacinque giorni dal ricevimento della domanda.

7 Sul patrimonio edilizio esistente di cui ai commi 3 e 4, sono sempre ammessi interventi di manutenzione ordinaria e gli interventi volti all'eliminazione delle barriere architettoniche.

8 Gli interventi di cui al comma 2, lettere e) ed f), sono realizzati, nel rispetto delle condizioni di cui al comma 5 e a condizione che siano adottate nei piani comunali di protezione civile misure per regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

9 Le disposizioni di cui al presente articolo non si applicano alle opere, interventi e manufatti privi di rilevanza edilizia di cui all'articolo 137 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio), previa verifica di compatibilità idraulica. La verifica è effettuata dalla struttura regionale competente nell'ambito del rilascio della concessione demaniale ai sensi del regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 12 agosto 2016, n. 60/R (Regolamento in attuazione dell'articolo 5 della legge regionale 28 dicembre 2015 n. 80 "Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idrica e tutela della costa e degli abitati costieri" recante disciplina del rilascio delle concessioni per l'utilizzo del demanio idrico e criteri per la determinazione dei canoni).

#### *Art. 4 Interventi di adeguamento sui tratti coperti dei corsi d'acqua*

1 Fermo restando quanto previsto all'articolo 115 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), non sono consentite le coperture dei corsi d'acqua insistenti sul demanio idrico, fluviale, lacuale e su tutto il reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della l.r. 79/2012.

2 Al fine di garantire la tutela della pubblica incolumità, la Regione, nell'ambito del rilascio della concessione demaniale, detta indirizzi ai concessionari di cui all'articolo 6 per la realizzazione degli interventi di adeguamento dei tratti coperti dei corsi d'acqua atti a garantirne la funzionalità idraulica e la riduzione del rischio, nonché a consentirne la manutenzione nel rispetto del seguente ordine di priorità:

- a) riapertura totale del corso d'acqua;
- b) eventuale delocalizzazione di edifici e strutture che interferiscono con le strutture del corso d'acqua;
- c) ampliamento della sezione esistente esclusivamente in zona edificata e nel caso di dichiarata mancanza di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili, allo scopo di ovviare a situazioni di pericolo e a garantire la tutela della pubblica incolumità, o altre tipologie di interventi finalizzati alla riduzione del rischio idraulico.

#### *Art. 5 Gestione transitoria dei tratti coperti dei corsi d'acqua*

1 Nelle more della realizzazione degli interventi di adeguamento di cui all'articolo 4, i soggetti concessionari di cui all'articolo 6 garantiscono l'esercizio provvisorio dell'opera in condizioni di rischio compatibili con la tutela della pubblica incolumità.

2 All'atto del rilascio la concessione è comunicata al comune territorialmente interessato affinché d'intesa con la Regione:

- a) disponga le condizioni di esercizio transitorio dell'opera;
- b) individui il tempo di ritorno della portata che transita nel tratto coperto del corso d'acqua;
- c) stabilisca le misure di prevenzione volte a gestire le situazioni di rischio in relazione alle attività di cui alla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 febbraio 2004 (Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile).

3 Il comune inserisce le prescrizioni relative al comma 2, lettere a), b) e c), nel piano di protezione civile comunale e lo trasmette alla struttura regionale competente. Nel medesimo piano il comune individua altresì:

- a) le condizioni di vigilanza, allertamento ed emergenza correlate alla tipologia degli eventi idrologici e idrogeologici che possono comportare condizioni di rischio;
- b) le procedure di emergenza;
- c) le operazioni periodiche di sorveglianza e ispezione da compiere per il miglioramento del funzionamento del corso d'acqua.

#### *Art. 6 Gestione dei tratti coperti dei corsi d'acqua*

1 I tratti coperti contigui fra loro, sul medesimo corso d'acqua, ancorché eseguiti in epoche diverse e da soggetti diversi, sono dati in concessione ad uno o più soggetti in forma associata e, laddove non sia possibile individuare un unico soggetto, al comune territorialmente interessato.

2 Qualora il tratto coperto del corso d'acqua ricada in un'area urbanizzata ed attraversi più di due proprietà, o la copertura sia stata eseguita per pubblica utilità, la gestione dello stesso e la relativa concessione sono affidate al comune o ai comuni territorialmente interessati in forma associata.

## CAPO II

### Gestione del rischio alluvione

#### *Art. 7 Gestione del rischio di alluvioni negli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica comunale*

1 Al fine di ridurre le conseguenze negative, derivanti dalle alluvioni, per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale nonché per le attività economiche, i comuni disciplinano i diversi usi e le trasformazioni del territorio nel rispetto della gestione del rischio di alluvioni di cui al d.lgs. 49/2010.

2 La gestione del rischio di alluvioni negli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica comunale è perseguita con riferimento allo scenario per alluvioni poco frequenti.

3 Nel rispetto delle disposizioni della l.r. 65/2014, ai fini del raggiungimento almeno di un livello di rischio medio R2, i comuni, nei piani operativi o nelle relative varianti o nelle varianti ai regolamenti urbanistici, individuano nelle zone soggette ad alluvioni frequenti o poco frequenti, le opere di cui all'articolo 8, necessarie per l'attuazione delle trasformazioni urbanistico-edilizie nel rispetto della presente legge.

4 I comuni individuano le opere di cui all'articolo 8 secondo criteri di appropriatezza in relazione alla tipologia di intervento da realizzare nell'ambito della gestione del rischio di alluvioni, unitamente ai costi ed ai benefici di natura economica ed ambientale in coerenza con il d.lgs. 49/2010.

#### *Art. 8 Opere per la gestione del rischio di alluvioni*

1 La gestione del rischio di alluvioni è assicurata mediante la realizzazione delle seguenti opere finalizzate al raggiungimento almeno di un livello di rischio medio R2:

- a) opere idrauliche che assicurano l'assenza di allagamenti rispetto ad eventi poco frequenti;
- b) opere idrauliche che riducono gli allagamenti per eventi poco frequenti, conseguendo almeno una classe di magnitudo idraulica moderata, unitamente ad opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree;
- c) opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree;
- d) interventi di difesa locale.

2 Il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree è assicurato attraverso la realizzazione delle seguenti opere:

- a) opere o interventi che assicurino il drenaggio delle acque verso un corpo idrico recettore garantendo il buon regime delle acque;

b) opere o interventi diretti a trasferire in altre aree gli effetti idraulici conseguenti alla realizzazione della trasformazione urbanistico-edilizia, a condizione che:

1) nell'area di destinazione non si incrementi la classe di magnitudo idraulica;

2) sia prevista dagli strumenti urbanistici la stipula di una convenzione tra il proprietario delle aree interessate e il comune prima della realizzazione dell'intervento.

3 Le opere o interventi di cui al comma 2, lettera b), sono previste negli strumenti urbanistici e sono realizzate previa verifica di compatibilità idraulica effettuata dalla struttura regionale competente in relazione al titolo abilitativo di riferimento.

4 Le opere idrauliche di cui al comma 1, lettere a) e b), sono realizzate prima o contestualmente all'attuazione della trasformazione urbanistico-edilizia. L'attestazione di agibilità degli immobili oggetto delle trasformazioni urbanistico-edilizie è subordinata al collaudo di tali opere idrauliche.

### **CAPO III**

#### **Interventi edilizi all'interno del perimetro del territorio urbanizzato**

##### *Art. 9 Ambito di applicazione del capo III*

1 Le disposizioni del presente capo si applicano agli interventi edilizi all'interno del perimetro del territorio urbanizzato come definito dalla l.r. 65/2014.

##### *Art. 10 Limitazioni per le aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti*

2 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, non possono essere realizzati, neanche attraverso il riutilizzo del patrimonio edilizio esistente mediante mutamento delle destinazioni d'uso:

a) ospedali e case di cura;

b) strutture strategiche per la gestione dell'emergenza da ricomprendersi nei piani comunali di protezione civile di cui alla legge regionale 29 dicembre 2003, n. 67 (Ordinamento del sistema regionale della protezione civile e disciplina della relativa attività) o individuate in altre disposizioni di protezione civile;

c) impianti di cui all'allegato VIII, parte seconda del d.lgs. 152/2006.

3 Le opere di cui al comma 1 possono essere realizzate solo a condizione che siano realizzate le opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettera a).

4 Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, non possono essere realizzate le opere o le funzioni di cui al comma 1, neanche attraverso il riutilizzo del patrimonio edilizio esistente mediante mutamento delle destinazioni d'uso. Tali opere o funzioni possono essere realizzate soltanto se non diversamente localizzabili e, comunque, secondo quanto stabilito agli articoli 11, 12, 13 e 16.

##### *Art. 11 Interventi di nuova costruzione in aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti*

1 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati interventi di nuova costruzione a condizione che sia realizzata almeno una delle opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a) o b).

2 Fermo restando quanto disposto dagli articoli 10, 12 e 13, nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati interventi di nuova costruzione a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).

3 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati volumi interrati a condizione che siano realizzate le opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettera a).

4 Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica severa o molto severa, possono essere realizzati volumi interrati a condizione che siano realizzate le opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettera a), o le opere idrauliche che riducono gli allagamenti per eventi poco frequenti, conseguendo almeno una classe di magnitudo idraulica moderata e a condizione che non sia superato il rischio medio R2.

5 Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica moderata, possono essere realizzati volumi interrati a condizione che non sia superato il rischio medio R2.

*Art. 12 Interventi sul patrimonio edilizio esistente in aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti*

1 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, sul patrimonio edilizio esistente sono consentiti tutti gli interventi edilizi fatto salvo quanto disposto ai commi 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

2 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, per la realizzazione di interventi edilizi che comportano incrementi volumetrici, anche attraverso demolizioni con parziale o totale ricostruzione, è realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c). Il presente comma trova applicazione anche nel caso in cui l'incremento volumetrico comporti la realizzazione di un nuovo manufatto connesso e funzionale ad un intervento sul patrimonio edilizio esistente oppure nel caso in cui l'incremento volumetrico comporti la realizzazione di un nuovo manufatto connesso e funzionale all'ampliamento e all'adeguamento di opere pubbliche.

3 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, sono comunque ammessi gli incrementi volumetrici che non costituiscono ostacolo al deflusso delle acque, non sottraggono volume di laminazione e non aggravano le condizioni di rischio in altre aree.

4 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, per la realizzazione degli interventi edilizi di demolizione, con parziale o totale

ricostruzione senza incrementi volumetrici, sono contestualmente realizzati gli interventi di cui all'articolo 8, comma 1, lettera d).

5 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica severa o molto severa, per la realizzazione degli interventi edilizi sulle parti dei manufatti con piano di calpestio al di sotto del battente, qualora modifichino le parti dell'involucro edilizio direttamente interessate dal fenomeno alluvionale, sono contestualmente realizzati gli interventi di cui all'articolo 8, comma 1, lettera d).

6 Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica severa o molto severa, sulle parti dei manufatti con piano di calpestio al di sotto del battente, sono ammessi i mutamenti di destinazione d'uso in funzione residenziale o comunque adibiti al pernottamento, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).

7 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, sulle parti dei manufatti con piano di calpestio al di sotto del battente sono ammessi i mutamenti di destinazione d'uso in funzione residenziale o comunque adibiti al pernottamento, nonché i frazionamenti comportanti la creazione di nuove unità immobiliari con destinazione d'uso residenziale o, comunque, adibiti al pernottamento, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a) o b).

8 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, per i volumi interrati esistenti non sono ammessi i mutamenti di destinazione d'uso in funzione residenziale o comunque adibiti al pernottamento, nonché i frazionamenti comportanti la creazione di nuove unità immobiliari con destinazione d'uso residenziale o, comunque, adibiti al pernottamento.

#### *Art. 13 Infrastrutture lineari o a rete*

1 Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).

2 Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

3 L'adeguamento e l'ampliamento di infrastrutture a sviluppo lineare esistenti e delle relative pertinenze può essere realizzato nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

4 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, gli interventi di seguito indicati possono essere realizzati alle condizioni stabilite:

- a) itinerari ciclopedonali, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;
- b) parcheggi in superficie, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;
- c) nuove infrastrutture a rete per la distribuzione della risorsa idrica, il convogliamento degli scarichi idrici, il trasporto di energia e gas naturali nonché l'adeguamento e l'ampliamento di quelle esistenti, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio;
- d) impianti e relative opere per la produzione di energia da fonti rinnovabili, nonché l'adeguamento e l'ampliamento di quelli esistenti, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c);
- e) impianti e relative opere per il trattamento della risorsa idrica e per la depurazione, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c);
- f) adeguamento e ampliamento degli impianti e delle relative opere di cui alla lettera e), a condizione che sia realizzata almeno una delle opere o interventi di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b), c) od).

5 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati sottopassi a condizione che siano realizzate le opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettera a).

6 Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati sottopassi, solo se non diversamente localizzabili, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

#### *Art. 14 Interventi nelle aree presidiate da sistemi arginali*

1 Fermo restando quanto stabilito all'articolo 3, nelle aree presidiate da sistemi arginali per il contenimento delle alluvioni di cui all'articolo 2, comma 1, lettera s), per gli interventi di nuova costruzione sono previste misure per la gestione del rischio di alluvioni nell'ambito del piano di protezione civile comunale. A tal fine il comune, entro centottanta giorni dal rilascio del titolo abilitativo, aggiorna il relativo piano e lo trasmette alla struttura regionale competente.

### **CAPO IV**

#### **Interventi edilizi all'esterno del perimetro del territorio urbanizzato**

#### *Art. 15 Ambito di applicazione del capo IV*

1 Le disposizioni del presente capo si applicano agli interventi edilizi all'esterno del perimetro del territorio urbanizzato come definito dalla l.r. 65/2014.

Art. 16 Interventi edilizi fuori dal territorio urbanizzato

1 Gli interventi edilizi sono realizzati alle condizioni degli articoli 10, 11, 12 e 13, ad eccezione di quanto disposto dal presente articolo.

2 Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica severa e molto severa, è realizzata almeno una delle opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a) o b), come condizione per la realizzazione di interventi di nuova costruzione.

3 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati nuovi edifici rurali a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).

4 Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzate nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).

5 Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati annessi agricoli a condizione che non costituiscano ostacolo al deflusso delle acque e non sottraggano volume di laminazione.

## **CAPO V**

### **Disposizioni transitorie e finali. Modifiche alle l.r. 80/2015 e 65/2014 e abrogazioni.**

#### **Disposizioni finanziarie ed entrata in vigore**

##### SEZIONE I Disposizioni transitorie e finali

#### *Art. 17 Disposizioni transitorie relative alle previsioni degli strumenti urbanistici vigenti*

1 Gli interventi già previsti dagli strumenti urbanistici alla data di entrata in vigore della presente legge sono realizzati alle condizioni da essa stabilite.

2 La presente legge non si applica:

- a) alle opere pubbliche per cui sia stata indetta gara e agli interventi edilizi per i quali sia stata presentata la richiesta di permesso a costruire o sia stata presentata la segnalazione certificata di inizio attività edilizia (SCIA) o la comunicazione di inizio lavori asseverata (CILA) prima della sua entrata in vigore;
- b) ai piani attuativi e ai piani diretti convenzionati, per i quali sia stata stipulata la relativa convenzione prima della sua entrata in vigore.

3 Fino alla data di entrata in vigore del regolamento di cui all'articolo 104 della l.r. 65/2014, continua ad applicarsi il regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 25 ottobre 2011, n. 53/R (Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 "Norme per il governo del territorio" in materia di indagini geologiche), per quanto compatibile con le disposizioni della presente legge.

#### *Art. 18 Disposizioni transitorie per la classificazione delle aree a pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti e per la magnitudo idraulica*

1 Nelle more dell'adeguamento degli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica comunali alle mappe di pericolosità da alluvione e rischio di alluvione di cui al d.lgs. 49/2010:

a) le aree a pericolosità per alluvioni frequenti corrispondono alle aree classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione della direttiva 2007/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni, come aree a pericolosità per alluvioni frequenti o a pericolosità per alluvioni elevata, o in alternativa alle aree classificate dai piani strutturali, dai piani regolatori generali (PRG), dai piani di assetto idrogeologico (PAI) come aree a pericolosità idraulica molto elevata; nonché alle aree classificate dagli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica comunale, ai sensi dell'articolo 104 della l.r. 65/2014 come aree interessate da alluvioni frequenti in coerenza con gli atti di pianificazioni di bacino;

b) le aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti corrispondono alle aree classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione della dir. 2007/60/CE come aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti o a pericolosità per alluvioni media o in alternativa alle aree classificate dai piani strutturali, dai PRG o dai PAI come aree a pericolosità idraulica elevata; nonché alle aree classificate dagli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica comunale ai sensi dell'articolo 104 della l.r. 65/2014, come interessate da alluvioni poco frequenti in coerenza con gli atti di pianificazioni di bacino.

2 Nelle more dell'adeguamento degli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica comunali alle mappe di pericolosità e rischio di alluvione di cui al d.lgs. 49/2010, si assume come battente di riferimento, qualora non determinato:

a) il battente corrispondente alla quota in alveo della superficie dell'acqua dell'evento alluvionale poco frequente, valutata rispetto al livello del mare;

b) nei casi in cui non sia determinabile la quota in alveo della superficie dell'acqua dell'evento alluvionale poco frequente, il battente pari a 2 metri.

#### *Art. 19 Rilascio dell'autorizzazione idraulica nei procedimenti in sanatoria di competenza dei comuni*

1 Nei procedimenti in sanatoria relativi al rilascio dei titoli abilitativi di competenza dei comuni, relativamente alle aree di cui all'articolo 3 o nell'ambito del procedimento di rilascio della concessione demaniale, la struttura regionale competente rilascia l'autorizzazione idraulica, previa verifica della compatibilità idraulica di cui all'articolo 3, comma 5, e nel rispetto delle discipline statali e regionali vigenti.

2 L'autorizzazione idraulica è, comunque, rilasciata previa verifica di compatibilità idraulica ai sensi dell'articolo 3, comma 5, nel caso in cui il procedimento di cui al comma 1 si riferisca ad interventi sostitutivi o interventi di parziale demolizione nei tratti urbani dei fiumi, finalizzati a garantire funzioni di interesse pubblico storicizzate e il miglioramento delle condizioni idrauliche del patrimonio edilizio esistente, realizzati a distanze diverse di quelle di cui all'articolo 96, comma 1, lettera f), del regio decreto 25 luglio 1904, n. 523 (Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie). Tali interventi debbono essere previsti dagli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica comunali sulla base della valutazione, effettuata dal comune, di condizioni locali e di specifiche esigenze di tutela delle acque e degli argini che garantiscano lo sfruttamento, il libero deflusso e la tutela delle acque.

3 Per funzioni di interesse pubblico storicizzate di cui al comma 2, si intendono quelle presenti in modo continuativo senza soluzione di continuità da almeno quarant'anni dalla data di entrata in vigore della presente legge, connesse al territorio antropizzato.

*Art. 20 Riesame delle mappe di pericolosità e di rischio di alluvioni e recepimento da parte degli strumenti urbanistici*

1 Nel procedimento di formazione dello strumento urbanistico, il comune può proporre alla struttura regionale competente il riesame delle mappe di pericolosità da alluvione e rischio di alluvioni ai sensi dell'articolo 12 del d.lgs. 49/2010. La struttura regionale competente, valutata la proposta di modifica, la trasmette all'Autorità di bacino distrettuale ai fini della sua approvazione.

2 Qualora l'Autorità di bacino distrettuale abbia approvato le mappe di pericolosità e rischio di alluvioni di cui al comma 1, nelle more dell'adeguamento dello strumento urbanistico alle medesime mappe ai sensi dell'articolo 65 del d.lgs. 152/2006, il comune, ai fini dell'applicazione della presente legge, fa riferimento a tali mappe.

Nelle more del riesame delle mappe di pericolosità da alluvione e rischio di alluvioni ai sensi del d.lgs. 49/2010, qualora gli strumenti urbanistici prevedano un intervento edilizio ma ne subordinino la realizzazione alla preventiva realizzazione delle opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a) e b), l'efficacia del titolo abilitativo è subordinata al collaudo delle opere idrauliche.

## 15 PERICOLOSITÀ SISMICA

### 15.1 Criteri di definizione delle classi di pericolosità

La classificazione del territorio in termini di pericolosità sismica è organizzata dal DGPR n.53R/2011 per il supporto alla pianificazione urbanistica in 4 distinte classi a intensità crescente, di seguito descritte (Allegato A, Par.1.C.5):

**Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):** 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; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie);

**Pericolosità sismica locale elevata (S.3):** 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; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;

**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3); zone con substrato affiorante suscettibile di amplificazione topografica a causa delle pendenze elevate;

**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Con gli sviluppi avvenuti in anni recenti degli studi sismici sul territorio si è giunti a individuare modifiche sostanziali alle definizioni del decreto; oggi la pericolosità sismica viene di norma valutata in sede di studi di MS attraverso analisi di risposta sismica locale dei depositi di terreno o, laddove assenti (studi di MS di livello 1), mediante considerazioni qualitative cautelative basate sull'esperienza e sulla conoscenza del territorio. A riguardo la normativa di riferimento (D.M. 14.09.2008) consente di valutare gli effetti locali di amplificazione del moto sismico sia in modo semplificato, sia con modalità analitiche più rigorose.

In previsione dell'entrata in vigore di un nuovo regolamento regionale che disciplini le indagini geologiche di supporto alla pianificazione, ad oggi in fase di elaborazione, di concerto con la struttura regionale e con

L'Unione sono stati individuati criteri specifici di attribuzione di pericolosità sulla base dell'amplificazione sismica locale, mantenendo nelle aree prive di MS di livello 3 i criteri qualitativi già in precedenza adottati. Nel dettaglio, vengono mantenute le attribuzioni di pericolosità S4 e S3 per le zone instabili per dissesto (rispettivamente attive e quiescenti).

La suscettibilità per liquefazione, definita negli studi di livello 3 tramite specifiche indagini (indice di liquefazione  $IL > 2$ ), viene distinta dall'attenzione alla liquefazione valutata con considerazioni qualitative.

Per quanto concerne le zone stabili suscettibili di amplificazione, in assenza di RSL esse vengono assegnate genericamente alla classe di pericolosità elevata, mentre la presenza di approfondimenti di livello 3 che indichino un fattore di amplificazione nell'intervallo di periodo più cautelativo inferiore a 1,5 ( $FA < 1,5$ ) consente di attribuire alla zona classe di pericolosità media (S2).

Infine, le aree con substrato affiorante che non possano essere ricondotto a substrato rigido, per motivi litologici o di pendenza, vengono considerate a pericolosità S2.

La roccia affiorante che rappresenta il substrato rigido locale assume quindi pericolosità bassa S1.

Nella tabella 15.1.1 si riporta in modo schematico e di facile lettura quanto descritto nel testo.

**Tabella 15.1.1**

**Criteri di assegnazione della pericolosità sismica**

<b>S4 - MOLTO ELEVATA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>frane attive</i></li> <li>✓ <i>faglie attive e capaci</i></li> <li>✓ <i>zone di suscettibilità a liquefazione (<math>LPI &gt; 5</math>)</i></li> </ul>
<b>S3 - ELEVATA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>frane quiescenti</i></li> <li>✓ <i>zone di attenzione a liquefazione</i></li> <li>✓ <i>microzone con <math>FA &gt; 1,5</math></i></li> </ul>
<b>S2 - MEDIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>frane stabilizzate e inattive</i></li> <li>✓ <i>microzone con <math>FA &lt; 1,5</math></i></li> <li>✓ <i>substrato con pendenza <math>&gt; 15^\circ</math></i></li> <li>✓ <i>substrato non rigido</i></li> </ul>
<b>S1 - BASSA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>substrato rigido con pendenza <math>&lt; 15^\circ</math></i></li> </ul>

## 15.2 La carta della pericolosità sismica

La carta della pericolosità sismica viene proposta quindi a scala 1:10.000 con copertura delle porzioni di territorio dell'Unione su cui sono stati svolti e aggiornati gli studi di MS.

Essa, come detto in precedenza, suddivide il territorio in 4 classi:

**Pericolosità sismica bassa S1** – aree caratterizzate da substrato rigido affiorante con pendenze  $< 15^\circ$  ( $St < 1,2$ ) e  $FA \leq 1$  (MS3)

**Pericolosità sismica media S2** – aree caratterizzate da substrato rigido affiorante con pendenze  $>15^\circ$ ; aree stabili suscettibili di amplificazione locale per effetti stratigrafici caratterizzate da fattore di amplificazione  $FA_{max} < 1,5$  (MS2/MS3); instabilità di versante in stato di inattività.

**Pericolosità sismica elevata S3** - caratterizzate da fattore di amplificazione  $FA_{max} \geq 1,5$ ; aree stabili suscettibili di amplificazione locale per effetti stratigrafici senza studi MS2/MS3; zone instabili per dissesto quiescente; zone di attenzione per liquefazione dinamica (MS1); zone di attenzione per crollo di cavità sotterranee.

**Pericolosità sismica molto elevata S4** – zone instabili per dissesto attivo; zone di rispetto per faglie attive o capaci; zone di suscettibilità per liquefazione con  $IL < 2$  (MS3).

Per il solo caso del comune di Scarperia, in attesa dell'esito delle analisi di RSL per l' adeguamento agli standard vigenti (cfr. par. 11.8), si è scelto per il momento di adottare cautelativamente la classe S3 per tutto il territorio suscettibile di amplificazione stratigrafica.

### 15.3 La fattibilità sismica

Nella fase di predisposizione di Piani Attuativi o Progetti Unitari, ovvero per la validazione dei titoli o atti abilitativi all'attività edilizia, l'attribuzione della fattibilità sismica degli interventi dovrà avvenire sulla base dei seguenti criteri:

#### **Fattibilità sismica senza particolari limitazioni (FS1)**

E' attribuita alle previsioni di intervento di qualsiasi consistenza ricadenti in aree con pericolosità sismica locale bassa (S1) caratterizzate da affioramenti di substrato rigido con pendenze inferiori a  $15^\circ$ , 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 (FS2)**

E' attribuita alle previsioni di intervento di qualsiasi consistenza ricadenti in aree con pericolosità sismica locale media (S2). Per tali previsioni non sussistono condizioni di fattibilità specifiche per la fase di predisposizione di Piani Attuativi o 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 MS.

#### **Fattibilità sismica condizionata (FS3)**

E' attribuita alle previsioni di intervento di qualsiasi consistenza ricadenti anche parzialmente in aree con pericolosità sismica locale elevata S3 dovuta a effetti dinamici in zone stabili suscettibili di amplificazioni locali ( $FA \geq 1,5$  per le aree oggetto di MS2 o MS3), ovvero per riattivazione di frane quiescenti o possibile

suscettibilità per liquefazione (zone di attenzione). Per tali previsioni, in sede di predisposizione dei Piani Attuativi o dei Progetti Unitari come anche in sede di progettazione di interventi urbanistico-edilizi diretti, con riferimento agli aspetti evidenziati nello studio di microzonazione sismica, si richiedono indagini geognostiche e geofisiche differenziate secondo il punto 3.5 lettere a,b,c,d,e della pericolosità sismica elevata S3 del DGRT n.53/R/2011 .

Con riferimento alla verifica della suscettibilità alla liquefazione dinamica, essa sarà necessaria nelle sole zone di attenzione per liquefazione come individuate negli studi di MS livello 1 e 2 e dovrà prevedere una campagna di indagini geognostiche e geofisiche finalizzate alla valutazione del fattore di sicurezza alla liquefazione e – conseguentemente – alla scelta di soluzioni strutturali idonee al contenimento del rischio. Per le sole opere ricadenti in classe di indagine 1 e 2 (DPGR 36r/2009 art. 7.3) sarà sufficiente operare valutazioni del potenziale di liquefazione del terreno basate su metodi semplificati dedotti anche da indagini sismiche di superficie.

#### **Fattibilità sismica limitata (FS4)**

E' attribuita alle previsioni di intervento di qualsiasi consistenza ricadenti anche parzialmente in aree con pericolosità sismica locale molto elevata S4. La fattibilità di tali previsioni è necessariamente verificata già in fase di P.O. mediante specifiche indagini di seguito elencate, finalizzate alla realizzazione delle opere e interventi necessari al superamento del rischio. In loro assenza la previsione non è fattibile.

Nel caso di zone con instabilità di versante attive dovranno essere realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica secondo il punto 3.5 lettera a della pericolosità sismica molto elevata S4 della DGR 35/R/2011; per tali indagini - 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.

Nelle zone instabili per suscettibilità alla liquefazione, come individuate negli studi di MS di livello 3, sarà necessario porre in opera interventi strutturali finalizzati al contenimento del rischio, dimensionati sulla base di studi di dettaglio da svolgersi secondo quantità e tipologie da definirsi in relazione alle opere in progetto.

Nelle zone di rispetto per faglie attive e capaci ogni intervento è escluso.

#### **15.3.1 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 e 4 (art.7.3 del regolamento 36/R/2009), oltre che per tutte le opere classificate come "strategiche" o "rilevanti", 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 2018) nei seguenti casi.

Per tutte le opere ordinarie sarà possibile avvalersi degli spettri di risposta adottati negli studi di MS di livello 3 per la microzona sismica su cui l'opera insiste (TR=475 anni).

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

Per tutti gli interventi posti all'esterno del perimetro degli studi di microzonazione, valgono comunque le prescrizioni di cui alle classi FS3 e FS4 quando si verificano le condizioni di pericolosità G3 e G4.

In caso di previsioni urbanistiche, si dovranno eseguire indagini per determinare la classe di pericolosità con gli stessi criteri adottati per gli studi di MS, avvalendosi - dove presente - del quadro conoscitivo fornito dallo studio di mesozonazione sismica realizzato per il PSI.

## APPENDICE 1

### Tavole Sinottiche di fattibilità geologica

<b>TABELLA A/1</b>		<b>CLASSE DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA</b>			
Classi di fattibilità in funzione della tipologia di intervento e della pericolosità geologica					
	<i>Categoria o tipologia di intervento *L.R. 65/2014</i>	G 1	G 2	G3/G3a	G 4
1	<b><u>Opere interventi e manufatti senza rilevanza edilizia (*art.137)</u></b>	F1	F1	F1	F2
2	<b><u>Interventi soggetti ad attività edilizia libera (*art.136)</u></b> limitatamente ai casi di manutenzione ordinaria e manutenzione straordinaria, con				
3	<b><u>Interventi soggetti ad attività edilizia libera (*art.136)</u></b> comportanti intercapedini interrata (scanna fossi), vasche di raccolta e volumi tecnici interrati	F1	F1	F2	F2
4	<b><u>Interventi urbanistico-edilizi soggetti a Scia (*art.135)</u></b> non comportanti sovraccarichi sul terreno e mutamento di destinazione d'uso, con esclusione degli interventi pertinenziali di ampliamento volumetrico del 20%	F2	F2	F2	F2
5	<b><u>Interventi minori:</u></b> manufatti pertinenziali, volumi tecnici non interrati, addizioni volumetriche con ampliamenti all'interno della sagoma esistente	F2	F2	F3	F3
6	Interventi pertinenziali con ampliamento volumetrico del 20%	F2	F2	F3	n.f.
<b><u>Trasformazioni urbanistico-edilizie soggette a permesso a costruire (*art.134)</u></b>					
7	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.
8	Sopraelevazioni comportanti rialzamento di un piano, cospicui carichi sul terreno o forti sovraccarichi sulle fondazioni	F2	F3	F3	n.f.
9	Nuovi edifici, anche non destinati alla permanenza continuativa delle persone, da realizzarsi anche nel quadro di interventi di sostituzione edilizia o di ristrutturazione urbanistica	F2	F3	F3	n.f.
10	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.
11	<b><u>Sistemazioni e opere di urbanizzazione primaria, connesse a realizzazioni edilizie comprese piscine pertinenziali, comportanti sbancamenti in pendio, scavi e trincee, rilevati di riporto</u></b>				
	- di altezza fino a m 1.50'	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.

<b>TABELLA A/2</b>		<b>CLASSE DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA</b>			
Classi di fattibilità in funzione della tipologia di intervento e della pericolosità geologica					
<b>Categoria o tipologia di intervento L.R. 65/2014</b>		<b>G 1</b>	<b>G 2</b>	<b>G3/G3a</b>	<b>G 4</b>
<b><i>Parchi pubblici, zone destinate a verde pubblico attrezzato, impianti sportivi all'aperto</i></b>					
12	per le parti a verde	F1	F1	F1	F2
13	per le attrezzature per sport all'aperto e tempo libero, sistemazioni esterne comportanti movimenti di terra, manufatti di servizio	F2	F2	F3	n.f.
14	per edifici di servizio (tribune, spogliatoi)	F2	F3	F3	n.f.
15	Nuova viabilità	F2	F3	F4	F4
<b><i>Aree destinate a parcheggi</i></b>					
16	Realizzati con mantenimento delle attuali quote e solamente per dimensioni fino a 4 posti macchina	F2	F2	F3	F4
17	Realizzati mediante sbancamenti, scavi e rilevati inferiori a 1,5 m	F2	F3	F3	F4
18	Realizzati mediante sbancamenti, scavi e rilevati superiori a 1,5 m, parcheggi interrati	F3	F3	F3	n.f.
<b><i>Aree agricole</i></b>					
19	Invasi idrici collinari	F3	F3	F4	n.f.
20	Giardini, orti e coltivazioni a carattere amatoriale, comprese installazioni di manufatti agricoli reversibili	F1	F1	F1	F2
21	Coltivazioni specializzate senza movimenti di terra, compresa l'installazione di serre stagionali e manufatti precari	F1	F1	F2	F3
22	Coltivazioni specializzate con movimenti di terra e sistemazioni idraulico-agrarie superiori alla normale pratica agricola	F2	F3	F3	F4

## APPENDICE 2

### ***Le miniere di Barberino di Mugello***

#### **Zona NO di Barberino capoluogo**

##### **“Miniera di Badia-Pallaio”**

Dall’archivio minerario si conosce la seguente situazione stratigrafica:

- A nord si rinveniva il primo affioramento superficiale suborizzontale in parte scomparso per erosione; affiorava nell’incisione dei torrenti a nord della Badia con laterizzazione delle argille del tetto per antiche combustioni, e spessore di circa 2.50 sotto una copertura di 5-7 metri di argille e alluvioni. Era stato interessato dagli inizi dello sfruttamento con vasti scavi a cielo aperto probabilmente ricolmati;
- il secondo strato è inclinato, con profondità a partire da 15 fino a 37 metri e spessore m 2.50;
- terzo strato di spessore m 1.80 non è stato coltivato a causa della profondità.

Nelle cartografie di archivio, disponibili presso il Comune di Barberino, è mostrato l’inviluppo delle gallerie e sono individuate gallerie in esercizio e gallerie o zone abbattute (periodo giugno 1942-gennaio 1947): nella Mappa B (agosto 1942) sono rappresentate le quote di piano campagna e del tetto del banco lignitifero coltivato con relative profondità; condizioni ripetute nella Mappa C (31/12/1942). L’ultimo documento registra la ripresa dei lavori nel periodo immediatamente post bellico (Mappa D – 29/10/1945-22/1/1947): mostra il piano del nuovo tracciamento, discenderie, l’ubicazione delle gallerie di carreggio e dei pozzi di ventilazione ed eduazione delle acque, le zone abbattute ed esaurite, e le discariche di sterili in aree oggi in parte ormai urbanizzate.

##### **Miniera “Toso”**

La relativa concessione è posta a SO di Badia e i lavori di estrazione sono documentati nella mappa E non datata nella copia disponibile fornita da terzi; interessano l’intera superficie ma il documento non fornisce informazioni sulla profondità degli scavi. L’impianto era dotato di 2 imbocchi da sud (versante Lora) da cui si dipartivano le discenderie fino a superare il fronte delle argille laterizzate corrispondenti ad un presumibile livello lignitifero superficiale. L’inviluppo delle gallerie interessa tutta la concessione; d’interesse il rilievo di una area circolare di sprofondamento di diametro di 10 metri prossima all’imbocco n.1 nei cui pressi era situato il piano di carico e il binario dei vagoncini di trasporto. Alcune aree, fra cui una ampia centrale, sembrano contrassegnate con il simbolo delle camere di svuotamento.

Nella zona immediatamente a sud della mappa F, databile al 1947, viene rappresentata la ridotta attività della cooperativa “La Partigiana Mineraria” in località “Colombaia” a sud di via delle Vacche che utilizzava le medesime discenderie; vi è rappresentata un’area subcircolare di probabile sprofondamento del diametro di metri 20-25.

Nella documentazione storica i terreni pianeggianti prossimi al torrente Lora non risulterebbero interessati dai lavori di estrazione della lignite; tuttavia nei verbali del Corpo delle Miniere si contesta la necessità di mantenere le distanze di sicurezza dal corso d'acqua.

## **Zona NE di Barberino capoluogo**

### **Miniera "Mercatale"**

La concessione si estendeva lungo ambo i lati della via Tignano. E' disponibile una planimetria d'archivio (Mappa G) del 1921, realizzata presumibilmente al termine di lavori, che individua i lavori a nord della strada. L'estrazione avveniva con accesso da una lunga discenderia fino ad una modesta estensione di galleria con area di abbattimento. Non si ha documentazione in epoca successiva; le numerose indagini geognostiche e realizzate nelle proprietà interessate hanno individuato la presenza di un livello lignitifero alla profondità fra 6 e 14 metri dal p.c confermando il quadro conoscitivo; i terreni posti a sud di via Tignano non hanno segnalato anomalie, rinvenute nei terreni a nord, secondo la disposizione della documentazione storica .

## **Zona S di Barberino capoluogo**

### **Miniera "Croce di Strada"**

Facendo riferimento ad un incrocio stradale caratteristico nella cartografia, situato ad ovest del cimitero fra la Provinciale di Barberino che attraversa la concessione e due strade che proseguono verso nord, la concessione si sviluppava nella zona settentrionale.

Sono disponibili le Mappe H ed I: la prima datata al 1939 riporta l'involuppo delle gallerie situate in 4 livelli, la seconda fornisce documentazione stratigrafica di sondaggi di ricerca: in particolare i valori di profondità del banco lignitifero e del suo spessore, in un quadro generale riferito all'ampio bacino fra il fiume Sieve ed i torrenti Lora, Stura e Calcchia.

Viene così tracciato il limite del giacimento lignitifero comprovato dagli esiti stratigrafici delle trivellazioni; in particolare gli orizzonti coltivabili sono individuati alle profondità fra 8 e 38 metri. La differenziazione dei livelli di coltivazione è spiegabile con l'inclinazione del banco oltre che con la presenza di più strati. La mappa H/1 riporta l'involuppo delle gallerie sulla situazione urbanistica attuale.

### **Concessione "Miniera di Barberino"**

Estesa a sud e sudest della strada provinciale di Barberinese è rappresentata anch'essa nelle Mappe H ed I. I sondaggi di ricerca indicano spessori coltivabili di m 3.50 a profondità comprese fra 20 e 32.50 metri, all'interno di un bacino delimitato a nord lungo l'allineamento C.se Strada e C. Ripa corrispondente ad un "alto" del substrato prelacustre.

Il giacimento era individuato anche verso nordest (cimitero, con profondità dei livelli a 26 e 32.5 metri del piano campagna) fino oltre il torrente Lora con affioramento del banco ai piedi di C. La Ripa, e sudest in località Andolaccio alla profondità di m 10. Di queste aree nella documentazione disponibile non risultano attività estrattive.

Si dispone di una completa indagine con numerosi sondaggi, prove penetrometriche e indagini geofisiche col metodo della tomografia elettrica.

I risultati hanno dato conferma dello schema stratigrafico con un primo livello di lignite posto a profondità da 12-14 metri e 23 dal piano campagna, variabile a causa della sua inclinazione (e per probabili faglie post genetiche). Sono state rilevate numerose cavità, diffuse e talora di notevoli dimensioni fino alla profondità di 23-25 metri dal piano campagna; solo la parte meridionale dell'area investigata è risultata non interessata da coltivazione; vi si rinviene il livello successivo individuato nei vecchi sondaggi minerari a oltre 30 metri di profondità. Le perforazioni odierne hanno incontrato acqua in pressione nelle cavità attraversate; si attribuisce il fenomeno alla modifica sulla falda causato dal livello di invaso del lago di Bilancino (quota minima estiva m 244, quota di massima m 252, quota p.c.259).

Nella parte settentrionale, a confine con la concessione della miniera di "Strada", è risultata la presenza di numerose cavità superficiali poste da 1 a 6 metri di profondità che, a differenza delle precedenti potrebbero risultare drenate.

Le attività ormai agonizzanti si esaurirono a metà degli anni cinquanta del secolo scorso.

## **Zona di Galliano**

### **"Miniera di Gagliano"**

Posta in destra del T. Tavaiano di fronte al centro abitato è illustrata dalle mappe minerarie d'archivio L, M; il periodo coperto è dal 1918 al 1948 dove è riportata una sezione ricostruita su sondaggi e con rilievi in galleria. Tramite gli studi eseguiti (sondaggi e profili di geofisica a riflessione) si individuano due strati con spessore di 2-3 metri alla profondità di m 20 e m 40 dal piano campagna e dei quali sono risultate anomalie dovute a cavità di coltivazione solo a carico del primo strato fra le quote 20-25 metri dal piano campagna. I lavori furono ripresi dopo la distruzione delle attrezzature esterne dovuta agli eventi bellici nel 1945 con la realizzazione del nuovo pozzo d'estrazione, per chiudere definitivamente nel 1952.

### **"Miniera di Pian di Gora"**

Posta a nord di Galliano, a cavallo del torrente Traviano, dove esisteva un affioramento di lignite, è illustrata dalla Mappa O del 1918 e inquadrata nella Mappa N del 1926. Non si hanno notizie di ripresa di lavori posteriori al primo conflitto mondiale: la concessione molto ampia, accompagnata da alcuni sondaggi, sembra essere stata solo parzialmente sfruttata anche a motivo della profondità dei livelli lignitiferi a sud di Galliano.