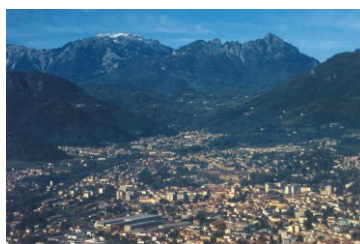


Attuazione dell'art. 11 della Legge 24 giugno 2009 n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO 2



Regione Veneto
Comune di Schio



RELAZIONE TECNICA

Soggetto Realizzatore:



Mandataria ATI
M6 Srl Società di Ingegneria
Via F. Filzi n. 21 – 36045 Lonigo (VI)
Via N. Bedendo 22/B - 45100 Rovigo (RO)
P.IVA 03568500247
t. (+39) 0425 460577
www.studiom6.it



TECNOLOGICA SRL
Via Combattenti Alleati d'Europa n. 24
45100 Rovigo (RO)
P. IVA 01430220291
t./f. 0425 475453

codifica elaborato

data elaborato Agosto 2022

data stampa Agosto 2022

codice progetto. K.189/2018

codice elaborato RT

rev. Aggiornamento 1

archivio



INDICE

GLOSSARIO	3
SIGLE	6
1. PREMESSA	7
2. PERICOLOSITA' SISMICA	8
2.1 Pericolosità sismica di base	8
2.2 Pericolosità sismica locale	9
3. ESITO DELLO STUDIO MS L1	9
4. INTRODUZIONE	14
4.1 Oggetto dell'incarico	14
4.2 Aggiornamento del contesto normativo rispetto al 1 Livello	15
5. APPLICAZIONE DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA (DGRV 1572/13) 17	
6. STUDIO MS L2 COMUNE DI SCHIO	20
6.1 Aspetti pianificatori MS L2	20
6.2 Contenuti dello studio MS L2 del Comune di Schio	21
6.3 Organizzazione dei contenuti dello studio MS L2	22
7. PIANO DELLE INDAGINI INTEGRATIVE MS L2	23
8. CARTA DELLE INDAGINI DI SECONDO LIVELLO (L2 TAV 1)	27
9. PROCEDURE DI ANALISI PER LA MS DI L2	28
9.1 Valutazione degli effetti morfologici	28
9.1.1. Zone di scarpata	28
9.1.2. Zone di cresta e/o cucuzzolo	30
9.2. Valutazione degli effetti litologici	32
9.3 Zone di fondovalle	33
9.4 Instabilità di versante	35
9.5 Liquefazione	36
9.6 Densificazione di terreni insaturi	38
9.7 Comportamenti differenziali	39



9.8 Faglie attive e capaci.....	39
10. CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA MS.....	40
11 CONTROLLO DI TERZO LIVELLO.....	42
12 CONCLUSIONI.....	44

GLOSSARIO

BEDROCK SISMICO : Sequenza litostratigrafica caratterizzata da una velocità delle onde di taglio Vs maggiore od uguale a 800 m/s.

EFFETTI LOCALI (O DI SITO) – Effetti dovuti al comportamento del terreno in caso di evento sismico per la presenza di particolari condizioni lito-stratigrafiche e morfologiche che determinano amplificazioni locali e fenomeni di instabilità del terreno (instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive e capaci, cedimenti differenziali, ecc....)

ELEMENTI (O BENI) ESPOSTI – Ciò che può essere negativamente affetto da un evento sismico e sul quale viene svolta l'analisi di rischio sismico. È identificabile attraverso categorie omogenee e sistemi che possono subire perdite a seguito di evento sismico.

Esempi di categorie e sistemi esposti sono: ambiente, popolazione, attività economiche, servizi pubblici, beni culturali, ecc....

FENOMENI DI INSTABILITA' DEL TERRENO – Modificazioni permanenti del terreno quali fenomeni franosi, fenomeni di liquefazione o densificazione (addensamento), fagliazione superficiale, ecc. dovuti ad un evento sismico.

MICROZONAZIONE SISMICA (MS) – Valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo. In sostanza la MS individua e caratterizza le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità in caso di terremoto.

PERICOLOSITA' SISMICA – Stima quantitativa dello scuotimento del terreno dovuto a un evento sismico, in una determinata area. La pericolosità sismica può essere analizzata con metodi probabilistici, nei quali le incertezze dovute alla grandezza, alla localizzazione e al tempo di occorrenza del terremoto sono esplicitamente considerati. Tale stima include le analisi di pericolosità sismica di base e di pericolosità sismica locale.



PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE - Componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti).

La pericolosità sismica di base calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento). La scala di studio è solitamente regionale. Una delle finalità di questi studi è la classificazione sismica a vasta scala del territorio, finalizzata alla programmazione delle attività di prevenzione e alla pianificazione dell'emergenza. Costituisce una base per la definizione del terremoto di riferimento per studi di microzonazione sismica.

PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE - Componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche locali (litostratigrafiche e morfologiche, v. anche effetti locali). Lo studio della pericolosità sismica locale è condotto a scala di dettaglio partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base (terremoto di riferimento) e analizzando i caratteri geologici, geomorfologici geotecnici e geofisici del sito; permette di definire le amplificazioni locali e la possibilità di accadimento di fenomeni di instabilità del terreno. Il prodotto più importante di questo genere di studi è la carta di microzonazione sismica.

PGA DI BASE (Peak Ground Acceleration) – Accelerazione orizzontale massima nel sito di riferimento rigido con morfologia orizzontale

PGA DI SITO – Accelerazione orizzontale massima nel sito indagato

RIDUZIONE DEL RISCHIO (O MITIGAZIONE DEL RISCHIO) - Azioni intraprese al fine di ridurre le probabilità, le conseguenze negative, o entrambe, associate al rischio (ISO, Guide 73:2002).

RISCHIO SISMICO - Probabilità che si verifichi o che venga superato un certo livello di danno o di perdita in termini economico-sociali in un prefissato intervallo di tempo ed in una data area, a causa di un evento sismico.

RISPOSTA SISMICA LOCALE (AMPLIFICAZIONE LOCALE) – Modificazione in ampiezza, frequenza e durata dello scuotimento sismico dovuta alle specifiche condizioni litostratigrafiche e morfologiche di un sito. Si può quantificare mediante il rapporto tra il moto sismico alla superficie del sito e quello che si osserverebbe per lo stesso evento sismico su un ipotetico affioramento di roccia rigida con morfologia orizzontale. Se questo rapporto è maggiore di 1, si parla di amplificazione locale.

VULNERABILITA' SISMICA – Propensione al danno o alla perdita di un sistema a seguito di un dato evento sismico. La vulnerabilità viene detta primaria se relativa al danno subito dal sistema a seguito del danno fisico. Per ogni sistema, la vulnerabilità può essere espressa in maniera diretta attraverso la definizione della distribuzione del livello di danno o di perdita a seguito di un dato scuotimento o in maniera indiretta attraverso indici di vulnerabilità ai quali correlare danno e scuotimento.



La distribuzione del danno apparente agli elementi strutturali o non strutturali di un edificio al variare dello scuotimento sismico fornisce una misura della vulnerabilità primaria. La distribuzione del costo di riparazione di un edificio in relazione al danno apparente o meccanico è una misura di vulnerabilità secondaria.

(fonte “Gruppo di lavoro MS, 2008. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Cd-rom” con modifiche)



SIGLE

CPT	(Cone Penetration Test) Prova penetrometrica statica
CH	Carotaggio sismico in foro secondo la metodologia Cross-Hole
DH	Carotaggio sismico in foro secondo la metodologia Down-Hole
Fa	Fattore di amplificazione a basso periodo (determinato intorno al periodo proprio per il quale si ha il massimo della risposta in accelerazione)
Fv	Fattore di amplificazione a periodo proprio (per il quale si ha la massima risposta di pseudo velocità)
HVSR	(Horizontal Vertical Spectral Ratio) Analisi dei rapporti spettrali di microtremori
MASW	(Multichannel Analysis of Surface Waves) Prospezione sismica che consente di determinare il profilo di velocità delle onde S tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie
MS	Microzonazione Sismica
MOPS	Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica
PAT	Piano di Assetto del Territorio (L.R. 11/2004)
PATI	Piano di Assetto del Territorio Intercomunale (L.R. 11/2004)
PI	Piano degli Interventi (L.R. 11/2004)
PSL	Pericolosità Sismica Locale
ReMi	(Refraction Microtremor) Prospezione sismica che consente di ottenere il profilo di velocità delle onde S tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie.
RS	Rischio sismico
RSL	Risposta Sismica Locale
SASW	(Spectral Analysis of Surface Waves) Prospezione sismica che consente di ottenere il profilo di velocità delle onde S tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie
SPT	(Standard Penetration Test) Prova penetrometrica dinamica standard



1. PREMESSA

Nel 2013 è stato completato lo Studio di Microzonazione sismica di 1° Livello (MS L1) del Comune di Schio (VI). Lo studio ha permesso di delineare gli scenari della pericolosità sismica di base ed ha identificato le parti del territorio comunale suscettibili di effetti locali quali amplificazione del moto sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, liquefazione, rottura del terreno, ecc.;

A seguito dello studio MS L1, l'Amministrazione comunale con il presente incarico ha affidato la redazione dello studio di Microzonazione Sismica di 2° livello (MS L2), con l'obiettivo di dettagliare l'amplificazione sismica attesa per le parti del territorio individuate nella precedente fase, con particolare riguardo alle zone per le quali si prevedono trasformazioni urbanistiche od incremento dei carichi urbanistici oltre che per il territorio compreso nel perimetro del "centro abitato".

Il presente documento costituisce un aggiornamento alla precedente stesura, consegnata ad ottobre 2018; l'aggiornamento si è reso necessario a seguito di alcune modifiche nelle zone di centro abitato e nelle aree di trasformazione urbanistica del territorio comunale, ed inoltre a seguito dell'emanazione delle seguenti disposizioni normative a livello regionale, qui elencate:

- **DGR n. 899 del 28 giugno 2019** – “Linee guida regionali per gli Studi di Microzonazione Sismica per gli strumenti urbanistici comunali. Chiarimenti e precisazioni sulle modalità applicative. Studi di Microzonazione Sismica. Direttive per l'applicazione dei livelli di approfondimento.
- **DGR n. 244 del 09 marzo 2021** - Aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto. D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, articolo 83, comma 3; D. Lgs. 31 marzo 1998, n. 112, articoli 93 e 94. D.G.R./CR n. 1 del 19/01/2021
- **D.G.R. n. 1381 del 12 ottobre 2021** – Linee guida regionali per gli studi di Microzonazione Sismica per gli strumenti urbanistici comunali. Modifiche alla D.G.R. 1572/2013 e chiarimenti sulle modalità applicative

2. PERICOLOSITA' SISMICA

2.1 Pericolosità sismica di base

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri l'O.P.C.M. n.3519 del 28 Aprile 2006 ha introdotto, sulla base delle conoscenze scientifiche disponibili (distribuzione e caratterizzazione delle zone sismogenetiche) la carta della pericolosità sismica, valida su tutto il territorio nazionale

La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T^*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

I risultati dello studio di pericolosità sono forniti in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro e per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno (T_r).

Per quanto riguarda la pericolosità sismica di base il Comune di Schio, a seguito dell'OPCM 3274 del 20 marzo 2003, è stato inserito in zona sismica 3, contraddistinta da un'accelerazione orizzontale massima $0.05g < a_g \leq 0.15g$ (sismicità di base relativa a sottosuolo di categoria A, $V_{s30} > 800$ m/s, secondo la classificazione introdotta dalla



medesima ordinanza, All.2 Norme tecniche, Azione sismica 3.1) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

La Regione Veneto con Deliberazione del Consiglio regionale n.67/03 ha recepito la classificazione sismica del territorio comunale stabilita con la citata ordinanza n. 3274/2003 e con successiva D.G.R. n. 71/2008 ha preso atto, tra l'altro, di quanto disposto dalla successiva ordinanza n. 3519/2006.

Secondo la Carta della Pericolosità Sismica al Comune di Schio sono associati valori di a_g compresi tra 0.150g e 0.175g (si veda lo studio di L1).

2.2 Pericolosità sismica locale

Occorre considerare che l'input sismico di base può essere modificato dalle condizioni geologiche e morfologiche locali.

Infatti, i depositi geologici e le forme geomorfologiche del terreno possono amplificare il moto sismico in superficie e talora favorire fenomeni di instabilità dei terreni quali cedimenti, frane o fenomeni di liquefazione. Queste modificazioni dovute alle caratteristiche locali sono comunemente definite "effetti locali".

La zonazione del territorio sulla base della risposta sismica del terreno (RSL) è, perciò, uno dei più efficaci strumenti per rappresentare la pericolosità sismica e, quindi, per prevenire e ridurre il rischio sismico, poiché fornisce un contributo essenziale per l'individuazione delle aree a maggiore pericolosità sismica e agevola la scelta delle aree urbanizzabili con minor rischio e la definizione degli interventi ammissibili.

3. ESITO DELLO STUDIO MS L1

Per meglio comprendere i contenuti del presente studio si ritiene utile riportare di seguito le conclusioni dello studio di L1. Si tratta di informazioni sintetiche e parziali; per l'analisi dettagliata si rimanda allo studio completo approvato.



È stato attuato sul territorio del Comune di Schio (VI) lo studio di microzonazione sismica di livello 1° (MS) ai sensi dell'O.P.C.M. 4007 del 29 febbraio 2009 e della D.G.R. n° 655 del 17 aprile 2012, e dell'analisi condizione limite di emergenza di cui alla medesima O.P.C.M., relativamente al territorio comunale di Schio.

Lo studio MS L1 di Schio è avvenuto nel rispetto degli "indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" approvati dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome, il 13.11.2008, di cui alla D.G.R.V. n.° 3308 in data 04.11.2008 e al Decreto del Dirigente della Direzione Regionale Geologia e Attività Estrattive n° 69 in data 27.05.2010.

Inoltre, si è fatto riferimento alla bozza delle linee guida della Regione Veneto in corso di approvazione (approvate con DGRV n.1572/2013, successivamente alla consegna della MS L1).

Il livello 1 ha per obiettivo l'individuazione delle microzone a comportamento sismico omogeneo e costituisce lo studio propedeutico e obbligatorio per affrontare i successivi eventuali livelli di approfondimento, in quanto i risultati di questo livello possono orientare la scelta del livello successivo di approfondimento (livello 2 e/o livello 3).

Il lavoro è iniziato nel mese di novembre 2012 e si è concluso nel mese di aprile 2013; le elaborazioni sono quindi aggiornate al mese di aprile 2013.

Lo studio MS L1 è stato esteso al 100% del territorio comunale.

Il Comune di Schio, a seguito dell'OPCM 3274 del 20 marzo 2003, è stato inserito in zona sismica 3, contraddistinta da un'accelerazione orizzontale massima $0.05g < a_g \leq 0.15g$ (sismicità di base relativa a sottosuolo di categoria A, $V_{s30} > 800$ m/s, secondo la classificazione introdotta dalla medesima ordinanza, All.2 Norme tecniche, Azione sismica 3.1) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Secondo l'OPCM 3519 del 28 aprile 2006 recepita dalla Regione Veneto con D.G.R. n. 71/2008 al Comune di Schio sono associati valori di a_g compresi tra 0.150g e 0.175g .



A seguito della D.G.R. n. 244 del 9 marzo 2021 il Comune di Schio è stato inserito in zona sismica 2.

I dati relativi alla sismicità storica di Schio, acquisiti dal Database Macrosismico Italiano (DBMI11, *Locati M. et al., 2011*) e riferiti alla finestra temporale 1000-2006, non hanno registrato terremoti di intensità superiore a 5-6 evidenziando che nel corso della storia sismica di Schio non risultano eventi che abbiano causato danni rilevanti al territorio e/o al centro urbano.

La fase preliminare del lavoro di analisi si è esplicata nel recupero delle informazioni territoriali relative al comune di Schio dal PATI allora in corso di definizione, dagli archivi nazionali, regionali e comunali oltre che da diversi enti territoriali.

Sulla base della carta di pericolosità di base esistente e sulla base delle indagini pregresse acquisite è stato elaborato il Piano delle Indagini Integrative con l'esecuzione di nuovi rilievi specialistici in situ e 65 nuove indagini di tipo geotecnico e geofisico.

Complessivamente la Carta delle Indagini (L1 TAV. 1) è stata elaborata sulla base di quasi 300 indagini in situ ben distribuite soprattutto sul settore centrale del territorio, maggiormente abitato.

Si è verificata la qualità della Carta di MS L1 del Comune di Schio applicando la procedura di riferimento. Per lo studio MS di Schio di primo livello è risultata una classe B (v.59,6) corrispondente ad una qualità buona, soprattutto se si pensa che lo studio MS non è stato limitato alle sole aree di espansione territoriale ma all'intero territorio comunale. Per gli studi di livello successivo si ritiene consigliabile migliorare la disponibilità di indagini e prove e la loro distribuzione generale, in particolare per quanto riguarda i sondaggi geognostici e le prove di laboratorio.

Nella Carta Geologico-Tecnica per la microzonazione sismica (L1 TAV. 2) sono rappresentate le informazioni a carattere geologico, idrogeologico e geomorfologico di interesse specifico con particolare riguardo ai litotipi affioranti, distinti principalmente fra



terreni di copertura e substrato geologico, le strutture geomorfologiche in ottica sismica, le faglie di interesse.

Sulla base dei risultati delle indagini sismiche integrative H/V è stata redatta la Carta delle Frequenze naturali del terreno (L1 TAV 3). Le indagini effettuate riguardano la misura di microtremore ambientale basata su tecnica di sismica passiva a stazione singola utilizzando un'ideale strumentazione geofisica.

La maggior parte delle frequenze di risonanza del terreno naturale f_0 sono comprese tra valori prossimi allo zero e circa 8 Hz, denotando una certa dispersione nell'intervallo. In pochi casi f_0 assume valori dell'ordine di 15÷20 Hz. Il rapporto H/V si presenta con valori spesso decisamente superiori a 3 denotando la presenza diffusa nel territorio indagato di situazioni con elevati contrasti di impedenza.

Il territorio è stato suddiviso in base a classi di frequenza allo scopo di distinguere qualitativamente aree caratterizzate da assenza di fenomeni di risonanza significativi (nessun massimo relativo significativo di f_0 nell'intervallo 0,1-10Hz) da aree caratterizzate dalla presenza di fenomeni di risonanza, distinguendo tra spessori attesi compresi tra 30 e 10 m (indicativamente $2\text{Hz} < f_0 \leq 8\text{Hz}$) e spessori minori di 10 m (indicativamente con $f_0 > 8$).

Il territorio del Comune di Schio risulta potenzialmente esposto al fenomeno della doppia risonanza, soprattutto per gli edifici più alti di due piani. Sono state effettuate delle verifiche dirette su 10 edifici campione. Le verifiche per lo più hanno messo in evidenza l'assenza di fenomeni di doppia risonanza sugli edifici analizzati. Tuttavia, il Municipio e la Scuola Maraschin-il Tessitore presentano una evidente esposizione al fenomeno della doppia risonanza e meritano ulteriori approfondimenti tecnici.

La L1 TAV. 4 rappresenta la Carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL). In sintesi, tale elaborato permette di individuare le aree con diverso tipo di pericolosità indotta dal sisma atteso. La carta deriva dalle precedenti carte di base ed è propedeutica alla Carta MOPS.



La carta PSL individua le aree soggette ad instabilità, amplificazione e comportamenti differenziali, in cui si rendono necessari i successivi livelli di approfondimento ed in particolare questi si renderanno indispensabili quando il progetto urbanistico individuerà delle previsioni urbanistiche di tipo espansivo e di incremento del carico urbanistico.

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS – L1 TAV.5) rappresenta il principale elaborato del livello 1 di studio di MS in quanto permette di definire le aree che presentano le stesse caratteristiche strutturali e morfologiche per le quali è da prevedere una risposta sismica omogenea e quelle dove sono da escludersi fenomeni di amplificazione locale di qualsiasi origine e/o natura.

Tali informazioni sono state raggruppate in tre tipologie di zone.

- **zone stabili**, (non suscettibili di amplificazioni locali) nelle quali non si ipotizzano effetti di alcuna natura, se non lo scuotimento, funzione dell'energia e della distanza dell'evento. Sono state identificate da due zone.
- **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale. Sono state identificate 12 zone.
- **zone suscettibili di instabilità**, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono naturalmente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto).

Praticamente l'intero territorio comunale è esposto a potenziali fenomeni di amplificazioni locali; infatti solo il 3% del territorio si presenta stabile (in campo MS), mentre il 97% del territorio può subire amplificazioni locali in caso di terremoto.

Inoltre, ben il 20% del territorio comunale è interessato da zone suscettibili di instabilità in condizioni dinamiche; fra l'altro queste zone sono concentrate nel settore centrale intensamente antropizzato (centro storico e zona industriale).



Lo studio di microzonazione sismica di primo livello attuato ha permesso di analizzare gli aspetti che regolano la risposta sismica locale, evidenziando le criticità presenti nel territorio, e permettendo così di indirizzare le future scelte dell'Amministrazione in materia di pianificazione urbanistica e di opere pubbliche.

In particolare, lo studio va ad integrare gli strumenti pianificatori in corso di redazione, quali il "Piano di Assetto del Territorio Intercomunale" (PATI), tra le città di Schio e Valdagno, ed il conseguente e successivo "Piano degli Interventi" (PI).

4. INTRODUZIONE

4.1 Oggetto dell'incarico

Al fine di procedere con l'approfondimento dell'analisi sismica del territorio comunale, il Comune di Schio (VI) con Determinazione Dirigenziale n. 1730/2017 del 20/12/2017, ha affidato l'incarico per la redazione dello studio di microzonazione sismica di livello 2° ai sensi dell'OPCM 52 del 20.02.2013 e della DGRV 1572 del 03.09.2013.

Lo studio è stato attuato dall'Associazione Temporanea di Impresa (ATI) costituita dalla Società di Ingegneria M6 srl con sede legale in Lonigo (VI) via F. Filzi , n. 21, Partita IVA e Codice fiscale 03568500247 (mandataria) e Tecnologica srl con sede legale in Rovigo via Combattenti Alleati D'Europa, 9/S, Partita IVA e Codice Fiscale 01556300299 (mandante).

La presente relazione espone le modalità di acquisizione e di elaborazione dei dati geologici, geotecnici, sismici e cartografici adottate nella realizzazione dello studio di Microzonazione Sismica di Secondo Livello ed illustra la cartografia tematica prodotta secondo lo schema logico e le norme richiesti dagli ICMS 2008 e dalle Linee guida per l'esecuzione di studi di Microzonazione Sismica della Regione Veneto (DGR n. 1572 del 3.10.2013, all. A).

Gli elaborati sono stati allestiti secondo le indicazioni contenute in Microzonazione Sismica, Standard di rappresentazione e archiviazione informatica (Commissione tecnica per la microzonazione sismica, articolo 5, comma 7 dell'OPCM 13.11.2010, n. 3907,



versione 4.0b, Roma, ottobre 2015) e nelle citate Linee guida (DGR 1572/2013) della Regione Veneto.

In accordo con l'Amministrazione Comunale lo studio è rivolto alle seguenti aree di indagine:

- zone classificate "centro storico"
- zone classificate centri abitati ai sensi del D.Lgs. n. 285 del 30 aprile 1992 e aree acquisite all'uso urbano
- zone per le quali si prevedono trasformazioni urbanistiche od incremento dei carichi urbanistici/insediativi
- area industriale classificata come liquefacibile nello studio di microzonazione sismica di L1.

4.2 Aggiornamento del contesto normativo rispetto al 1 Livello

Lo studio di Microzonazione Sismica di L1 del Comune di Schio è stato redatto con dati e riferimenti normativi alla data del mese di aprile 2013.

Successivamente sono stati emanati i seguenti aggiornamenti normativi.

In data 03.09.2013 La Regione Veneto con delibera nr. 1572 pubblicata nel BUR del 24.09.2013 ha definito le nuove linee guida per la redazione degli studi di microzonazione sismica. Poiché le linee guida erano disponibili in bozza già durante la redazione dello studio di microzonazione sismica di L1, tale studio è da considerarsi conforme alle indicazioni normative contenute nella successiva DGRV 1572/13.

Nel 2015 la Commissione tecnica per la microzonazione sismica, ha emanato le Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC),



versione 1.0 - Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma, 2015.¹

Tale documento riveste una importanza sostanziale per il territorio di Schio in quanto nello studio di primo livello erano state individuate alcune faglie inizialmente classificate attive e capaci, come ricavato dal Catalogo Nazionale ufficiale ITHACA².

¹ A seguito del terremoto aquilano del 2009, una faglia attiva e capace (faglia di Paganica) ha interessato una parte di territorio occupato da manufatti di varia tipologia (edifici, strade, lifelines, ecc.), spingendo la Regione Abruzzo a richiedere la collaborazione del Dipartimento della Protezione Civile (DPC) per definire i criteri di gestione delle aree limitrofe alla faglia. Il DPC ha quindi costituito un Gruppo di Lavoro formato da esperti di varia estrazione (geologi del terremoto, ingegneri strutturisti e architetti pianificatori) per affrontare il problema in termini generali e definire le linee guida per il trattamento della pericolosità da fagliazione di superficie ai fini della Microzonazione Sismica. Questo documento presenta la sintesi del lavoro svolto ed è articolato in forma di linee guida operative per amministratori e pianificatori del territorio.

Il documento è costituito da due parti.

Nella PARTE PRIMA si definisce il fenomeno fisico delle faglie attive e capaci e/o potenzialmente attive e capaci e si descrive una procedura tecnico operativa per stabilire la forma e le dimensioni delle zone di faglia. La PARTE SECONDA disciplina gli usi del suolo in zone di faglia attiva e capace, sia dal punto di vista urbanistico, che dal punto di vista delle classi d'uso dei manufatti. Chiude questa parte del documento una breve descrizione dei ruoli svolti nel processo dalle istituzioni pubbliche.

² La stima della pericolosità legata ai terremoti, in particolare alla fagliazione superficiale che spesso l'accompagna per magnitudo ≥ 6 , è un tema molto importante, specialmente in aree densamente popolate ed industrializzate come il territorio italiano. Di conseguenza, la conoscenza approfondita e la precisa collocazione spaziale delle faglie attive, in special modo di quelle stimate in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (faglie capaci), assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio. A questo scopo, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults), che sintetizza le informazioni disponibili sulle faglie capaci che interessano il territorio italiano.

ITHACA è uno strumento fondamentale per: a) analisi di pericolosità ambientale e sismica, b) comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio, c) pianificazione territoriale e d) gestione delle emergenze di Protezione Civile. Può essere inoltre di supporto alla ricerca scientifica nell'ambito dell'analisi dei processi geodinamici.

Le faglie capaci vengono mappate e caratterizzate in ITHACA sulla base dei dati disponibili in letteratura, dopo una attenta revisione critica. Ne consegue che ITHACA è in continuo aggiornamento e non può mai considerarsi completo o definitivo;

- non rappresenta la totalità delle faglie capaci potenzialmente presenti sul territorio nazionale, ma solo quelle per le quali esiste uno studio, anche di livello minimo e quindi un riferimento bibliografico;
- non ha una copertura omogenea a livello nazionale. Il dettaglio è funzione della qualità delle indagini che sono state effettuate (rilevabile dal campo *study quality*) e della scala alla quale è stato pubblicato il dato, indicata nel campo "*mapping scale*", presente nella scheda descrittiva associata ad ogni faglia. A tal riguardo, la risoluzione massima cui poter utilizzare il dato non può in nessun caso essere superiore alla *mapping scale*. In particolar modo per gli studi di microzonazione sismica, ISPRA declina ogni responsabilità in merito ad un utilizzo delle informazioni contenute in ITHACA per la caratterizzazione di dettaglio della pericolosità da fagliazione superficiale ma è comunque disponibile a fornire assistenza tecnica alle Amministrazioni locali, al fine di migliorare le conoscenze sulle faglie capaci sul proprio territorio.

Inoltre, nonostante le faglie capaci possano essere anche strutture sismogenetiche, il catalogo ITHACA non può essere utilizzato per una caratterizzazione della sorgente sismogenetica in termini di scuotimento. Per tali



Tali elementi sono quindi stati rivalutati nel presente studio MS L2 ed alla luce delle intervenute specifiche linee guida si è potuto constatare che le faglie presenti nel territorio comunale di Schio non hanno competenza capacitiva e di conseguenza si è proceduto ad aggiornare i contenuti tecnici dello studio sismico del primo livello.

Inoltre in seguito sono state emanate le disposizioni normative elencate in Premessa a pagina 5.

5. APPLICAZIONE DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA (DGRV 1572/13)

Con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 25/4/2006, n. 3519 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" pubblicato nella G.U. n. 108 del 11/5/2006, sono state stabilite nuove disposizioni per l'individuazione a livello regionale delle zone sismiche. Con lo stesso provvedimento è stata approvata la mappa di pericolosità sismica di riferimento nazionale sulla base delle accelerazioni locali massime attese al suolo, necessarie per redigere il calcolo sismico delle costruzioni. I criteri di classificazione delle zone sismiche e la mappa di pericolosità sismica di cui all'OPCM 3519/2006 sono state oggetto di presa d'atto da parte della Regione Veneto con DGR n. 71CR del 22/1/2008.

La L.R. 23 aprile 2004, n. 11, nuova disciplina regionale per il governo del territorio, ha modificato sensibilmente l'approccio per la pianificazione urbanistica, evidenziando la necessità che anche la materia sismica venga introdotta nelle nuove procedure.

scopi si rimanda ad altre banche dati specifiche (p.es., DISS – Database of Individual Seismogenic Sources). Un glossario contenente le principali definizioni degli elementi contenuti in ITHACA condivise a livello internazionale è presente nel documento disponibile al seguente [link](#) (pagine 157-167). La consultazione di ITHACA all'interno del GeoMap Viewer del Portale avviene attraverso l'attivazione di un servizio che permette l'interrogazione della banca dati sia geografica che alfanumerica, mettendo a disposizione dell'utente una serie di schede web. Per ulteriori chiarimenti è possibile contattare il settore competente al seguente indirizzo e-mail: ithaca@isprambiente.it



Allo stesso tempo, i numerosi eventi sismici accaduti in Italia negli ultimi anni, hanno reso maggiormente evidente la vulnerabilità sismica del nostro territorio.

L'osservazione degli effetti dei terremoti degli ultimi decenni, ha evidenziato, inoltre, che i danni alle costruzioni a seguito di eventi sismici si manifestano con differenze notevoli in centri abitati posti anche a piccole distanze tra loro. Le cause di queste situazioni, oltre alla differente tipologia costruttiva, vanno ricercate in una diversa pericolosità sismica locale, accentuata dalle diverse modalità di propagazione delle onde sismiche, funzione delle caratteristiche dei sottosuoli e di quelle morfologiche, nonché dall'instabilità del suolo.

Lo studio delle problematiche sopra descritte è oggetto della microzonazione sismica, con la quale ad un primo livello si individuano le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale, e le zone soggette ad instabilità (frane, rotture della superficie per faglie, cedimenti e liquefazioni del terreno).

Il miglioramento della conoscenza in materia prodotto dagli studi di microzonazione sismica può contribuire concretamente, insieme a quelli sulla vulnerabilità ed esposizione, all'ottimizzazione delle risorse rese disponibili per interventi mirati alla mitigazione del rischio sismico.

Le nuove Linee Guida per la Microzonazione Sismica (ICMS 2008) vanno applicate agli studi di microzonazione sismica a corredo degli strumenti di pianificazione urbanistica comunale (PAT, PI e loro varianti di cui alla L.R. 11/2004). Anche i Piani Urbanistici Attuativi (PUA), nei Comuni i cui strumenti urbanistici di livello superiore non contengano studi sismici, devono essere dotati di specifici studi di microzonazione sismica.

La metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente, secondo quanto riportato nella sottostante Tabella (Allegato A della DGR 1572/2013).



PROCEDURA DI MICROZONAZIONE SISMICA								
SIGLA	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	Verifica di assoggettabilità	(soglia)	1°livello	(soglia)	2°livello	(soglia)	3°livello
P1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi				cartografia			Analisi stabilità
P1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti				cartografia			Analisi stabilità
P1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana				cartografia	Analisi di stabilità	Fs prossimo a 1	Analisi stabilità
P2a	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti quali depositi altamente compressibili, ecc.	zona 4 pga>0,100 zona 3 pga<0,100	pga di sito >0,125		raccolta dati - cartografia	ABITATI* PREV.URBAN.* Cedimenti Eventuale verifica	PREV.URBAN.*	Cedimenti
P2b	Zona con depositi granulari fini saturi	zona 4 pga>0,100 zona 3 pga<0,100	pga di sito >0,125		raccolta dati - cartografia	ABITATI* PREV.URBAN.* Liquefazione Eventuale verifica	PREV.URBAN.*	Liquefazione
P2c	Zona caratterizzata da coltri di terreno di riporto o che hanno subito riempimenti antropici	zona 4 pga>0,100 zona 3 pga<0,100	pga di sito >0,125		raccolta dati - cartografia	ABITATI* PREV.URBAN.* Cedimenti	PREV.URBAN.*	Cedimenti
P3a	Linea di ciglio H>10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di cava, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc...)				H=10 m; a>15°	Effetti topografici		
P3b	Zona di cresta e/o cocuzzolo: appuntita - arrotondata				h=1/3H; a e a2>15°	Effetti topografici		
P4a	Zona di fondovalle ampie e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi				Vs30<800m/s; C<0,25 Vs30<800m/s; C<0,25	Effetti litologici	h/l>0,65/√Cv-1	Effetti lito-geometrici
P4b	Zona di fondovalle stretta (C>0,25) od in presenza di forme geometriche sepolte tali da non permettere di considerare il modello geologico monodimensionale				Vs30<800m/s- C>0,25			Effetti lito-geometrici
P4c	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre				Vs30<800m/s	Effetti litologici		
P4d	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)				Vs30<800m/s	Effetti litologici		
P4e	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale				Vs30<800m/s	Effetti litologici		
P5a	Linea di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse				cartografia	Comportamenti differenziali		
P5b	Zona ove sono presenti o potenzialmente presenti cavità sotterranee o sinkhole				cartografia			Comportamenti differenziali

ABITATI* = centri abitati esistenti
PREV.URBAN.* = esistenza di previsioni urbanistiche
espansive

- LIVELLO I:** si applica in sede di PAT e consente di delineare gli scenari della pericolosità sismica e di identificare le parti del territorio comunale suscettibili di effetti sismici locali: amplificazione del moto sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, liquefazione, rottura del terreno, ecc.; da notare che si tratta di un approccio di tipo qualitativo.
- LIVELLO II:** si applica in sede di PI a tutte le parti del territorio suscettibili di amplificazione sismica individuati nella precedente fase e per le quali si prevedono trasformazioni urbanistiche del territorio che comportano un incremento dei carichi

urbanistici/insediativi e per il territorio compreso nel perimetro del "centro abitato" così come previsti dalla normativa vigente. È richiesto e ritenuto sufficiente nelle aree prive di particolari complicazioni, nelle quali sono attesi solo effetti di amplificazione (P3, P4c, P4d, P4e; P1c, P2, P4a). Tale livello permette la caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi e l'individuazione, nell'ambito degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione, di aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici. Per questi tipi di valutazioni si eseguono indagini geofisiche e geognostiche ed una stima dei Fattori di amplificazione tramite formule ed abachi messi a disposizione dal Dipartimento nazionale di Protezione Civile.

- **LIVELLO III:** si applica in sede di PI per le scelte di trasformazione urbanistica nelle aree con particolari criticità geologiche, geomorfologiche e geotecniche, come meglio precisato oltre. Si applica altresì alle aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico. Per questo livello di analisi sono richieste apposite indagini in sito e in laboratorio ed elaborazioni più approfondite.

6. STUDIO MS L2 COMUNE DI SCHIO

6.1 Aspetti pianificatori MS L2

Le Linee Guida Regionali per la microzonazione sismica vanno applicate agli studi di MS a corredo degli strumenti di pianificazione urbanistica comunale (P.A.T., P.I. e loro varianti di cui alla L.R. 11/2004). Anche i Piani Urbanistici Attuativi (PUA), nei comuni i cui strumenti urbanistici di livello superiore non contengono studi sismici, devono essere dotati di specifici studi di MS.

La metodologia prevede che il Livello 2 di approfondimento sia applicato in sede di P.I. a tutte le parti di territorio suscettibili di amplificazione sismica individuati nella precedente fase e per le quali si prevedono trasformazioni urbanistiche del territorio o che comportano un incremento dei carichi urbanistico/insediativi e per il territorio compreso nel perimetro del centro abitato così come previsti dalla normativa vigente.

L'obiettivo del secondo livello di analisi è di compensare le incertezze del primo livello con approfondimenti conoscitivi e fornire quantificazioni numeriche, con metodi semplificati (abachi e leggi empiriche), della modificazione locale del moto sismico in superficie e dei fenomeni di deformazione permanente.

Il risultato fondamentale del secondo livello è la Carta di Microzonazione Sismica ottenuta associando la quantificazione numerica degli effetti, alle parti del territorio suscettibili di amplificazione sismica.

6.2 Contenuti dello studio MS L2 del Comune di Schio

Lo studio di MS di 2° livello fa riferimento allo studio di microzonazione sismica di 1° livello del Comune di Schio, al quale si rimanda per tutte le informazioni di carattere generale e più specifiche come quelle riguardanti l'esecuzione ed interpretazione delle misure geofisiche.

In particolare, lo studio di livello L1 è stato redatto facendo riferimento alle seguenti attività principali:

1. Raccolta dati relativi a studi, perizie e rilievi geologici-geomorfologici-idrogeologici, indagini geognostiche e geofisiche nel territorio comunale.
2. Analisi in chiave sismologica della cartografia geologica comunale relativa al P.R.G. e al P.A.T.
3. Ricostruzione della sismicità storica del territorio e riconoscimento di eventuali strutture potenzialmente sismogenetiche, o in grado di generare amplificazioni sismiche. Definizione dei parametri sismologici del territorio comunale (Magnitudo attesa, PGA ecc.) attraverso la consultazione dei cataloghi e dati forniti dagli enti istituzionali.
4. Esecuzione ed elaborazione di nuove indagini geofisiche e geognostiche di L1
5. Elaborazione della cartografia

Partendo dallo studio di L1, lo studio di livello 2 ha preso in considerazione i seguenti aspetti:

6. Ricerca e reperimento di ulteriori dati di base quali studi, indagini, mappe;

7. Esecuzione ed elaborazione di nuove indagini geofisiche e geognostiche di L2 ed aggiornamento degli elaborati di 1° livello interessati dagli aggiornamenti;
8. Analisi delle faglie attive e capaci secondo le nuove linee guida specifiche;
9. Analisi dei possibili fenomeni di liquefazione
10. Valutazione degli effetti morfologici;
11. Valutazione degli effetti litologici;
12. Analisi delle zone di fondovalle;
13. Situazioni caratterizzate da instabilità di versante;
14. Zone con cavità sotterranee;
15. Zone interessate da comportamenti differenziali.

Come già ricordato più volte lo studio L2 è rivolto alle seguenti aree di indagine:

- a) zone classificate "centro storico" e "centro abitato"
- b) zone per le quali si prevedono trasformazioni urbanistiche o che comportano un incremento dei carichi urbanistici/insediativi
- c) area industriale classificata come liquefacibile nello studio di microzonazione sismica di L1.

Infine, sulla base di quanto emerso dagli studi di livello 1 e 2, sono state proposte delle prescrizioni normative, finalizzate alla riduzione del rischio sismico, in un territorio contraddistinto da una sismicità medio-elevata e nel quale l'assetto geologico-stratificato presenta delle situazioni predisponenti l'insorgere di significative amplificazioni del moto sismico o il possibile verificarsi di altri fenomeni sismoindotti.

6.3 Organizzazione dei contenuti dello studio MS L2.

Lo studio di MS L2 svolto è costituito dagli elaborati riportati nella tabella seguente.

STUDIO MICROZONAZIONE SISMICA L2		
tipo	sigla	descrizione
Testo	RT	Relazione Tecnica
Tavole	TAV.A	Amplificazione litostratigrafica Fa
	TAV.B	Amplificazione litostratigrafica Fv
	TAV.C	Amplificazione topografica
	TAV.D	Amplificazione litostratigrafica + topografica Fa
	TAV.E	Amplificazione litostratigrafica + topografica Fv
	TAV.1.1	Carta delle Indagini (aggiornamento L2) - nord
	TAV.1.2	Carta delle Indagini (aggiornamento L2) - sud
	TAV.2FA.1	Microzonazione sismica Fa - nord
	TAV.2FA.2	Microzonazione sismica Fa - sud
	TAV.2FV.1	Microzonazione sismica Fv - nord
	TAV.2FV.2	Microzonazione sismica Fv - sud
	TAV.3.1	Carta delle zone da analizzare nel 3° livello di approfondimento - nord
	TAV.3.2	Carta delle zone da analizzare nel 3° livello di approfondimento - sud
Allegati	All.1	Indagini sismiche integrative L2
	All.2	Indicazione per le indagini di approfondimento

Tabella 1 - Elaborati dello studio MS L2

Gli elaborati cartografici sono realizzati secondo gli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica, versione 4.0b.

7. PIANO DELLE INDAGINI INTEGRATIVE MS L2

Al fine di migliorare la conoscenza delle caratteristiche sismiche dei terreni del territorio comunale sono state effettuate ulteriori indagini geofisiche e geotecniche.

La scelta dei punti d'indagine è stata operata con l'obiettivo di definire al meglio le condizioni stratigrafiche e la potenziale amplificazione sismica locale dovuta alle coperture. L'ubicazione delle indagini è riportata nella relativa tavola.

Le tabelle seguenti riportano il piano delle indagini integrative effettuato e la sintesi dei risultati ottenuti:

Indagine integrativa MS L2	n. indagini integrative
Indagini geofisiche MASW	10
Indagini geofisiche HVSR	10
Prove in situ (DPM)	8

Tabella 2 – riassunto dei rilievi e delle indagini integrative attuati per lo studio MS L2 di Schio

Tipo indagine	nr	Codice archivio db	Vs 30 (m/s)	Categoria suolo (NTC2018)
MASW	1	14	361	B/C
MASW	2	15	663	B
MASW	3	16	596	B
MASW	5	17	370	B/C
MASW	6	18	563	B
MASW	7	19	752	B
MASW	8	20	608	B
MASW	9	21	488	B
MASW	10	22	560	B
MASW	11	23	502	B

Tabella 3 - sintesi dei risultati delle indagini sismiche MASW - MSL2



Tipo	Nr	Codice Archivio db	Freq. Picco H/V (Hz)	Vs ₃₀ equiv. (m/s)
HVSR	1	294	2,6	318
HVSR	2	295	1,4	298
HVSR	3	296	7,55	493
HVSR	4	297	5,15	392
HVSR	6	298	4,25	420
HVSR	7	299	3,2	336
HVSR	8	300	4,7	398
HVSR	9	301	3,2	348
HVSR	10	302	4,25	382
HVSR	11	303	1,55	354

Tabella 4 - sintesi dei risultati delle prove sismiche HVSR – MSL2

tipo	nr	Cod db	Prof.	falda	litologia
DPM	1	286	2,8	2,5	Sabbie, argille, sabbie ghiaiose
DPM	2	287	2,7	2,5	Sabbie limose; ghiaie sabbiose
DPM	3	288	6,7	2,7	Sabbie limose; argille limose
DPM	4	289	5,4	2,8	Sabbie limose; ghiaie
DPM	5	290	6,4	3,5	Sabbie limose
DPM	6	291	1		Ghiaie
DPM	7	292	4,8	2,5	Argille limose; sabbie limose



tipo	nr	Cod db	Prof.	falda	litologia
DPM	8	293	3,8	2,7	Sabbie limose; ghiaie sabbiose

Tabella 5 - sintesi dei risultati delle prove geotecniche DPM – MSL2

Inoltre, con la collaborazione degli Uffici Tecnici del Comune di Schio si sono recuperati ulteriori sondaggi riguardanti alcune zone, in particolare della zona industriale (a nord di Maglio Giavenale).

Id	Cod. Db.	coord. X	coord. Y	Quota p.c	prof. (m)	Falda (m)	litologia prevalente
Pz2	304	1685983	5065169	172,3	20	13,65	sabbie limose; argille ghiaiose
C2-Pz11	305	1686405	5065108	169,5	25	17,5	limi sabbiosi e ghiaiosi; ghiaie sabbioso-limose
C47-Pz13	306	1685923	5065348	171,9	25,5	20,3	ghiaie sabbioso-limose; limi sabbiosi argillosi
C49-PZ25	307	1686444	5065404	171,3	19,5	17,3	argille limose; ghiaie sabbiose
C9-Pz19	308	1686110	5065300	171,6	21	15,6	sabbie e ghiaie; rare argille limose
C54-Pz20	309	1686451	5065195	170,5	22,5	18,1	ghiaie sabbiose; argille limose
C75-Pz24	310	1686134	5065228	171,7	22,5		ghiaie sabbiose
C76-Pz25	311	1686236	5064986	170,9	22,2	19,68	ghiaie sabbiose; rare argille limose
MW2/A	312	1686457	5065096	168,35	66,3		ghiaie sabbiose; argille limose
C78-POC1A	313	1686466	5065179	168,9	51		ghiaie sabbiose; argille limose
PT3	314	1686445	5065088	169,35	55	24,1	argille ghiaiose; ghiaie argillose

Id	Cod. Db.	coord. X	coord. Y	Quota p.c	prof. (m)	Falda (m)	litologia prevalente
C17-Pz16	315	1686450	5065240	169,9	51	34,4	argille limose; ghiaie sabbiose
C51-Pz17_A	316	1685744	5065174	176	50	27,9	ghiaie sabbiose; argille limose
C74_Pz2 7A	317	1686136	5065243	171,8	51		ghiaie sabbiose; argille limose
C98-POC2X	318	1686467	5065095	168,39	120	28,4	ghiaie sabbiose; argille limose / arenaria compatta grigia (substrato 111 m prof.)

Tabella 6 - Sintesi dei sondaggi disponibili per l'area della zona industriale ex Lanerossi - (dati Sinergeo 2018, forniti attraverso il Comune di Schio)

8. CARTA DELLE INDAGINI DI SECONDO LIVELLO (L2 TAV 1)

La Tavola n. 1 riporta l'ubicazione di tutte le indagini utilizzate per lo studio di microzonazione sismica sia di primo che di secondo livello (MS 1, L2).

Lo studio L1 ha elaborato nel complesso 291 indagini di vario tipo.

Con lo studio L2 si sono effettuate 28 ulteriori indagini e prove, integrate con i dati di 15 sondaggi forniti dal Comune, per un numero complessivo pari a 334.

Nel presente studio le indagini sono state distinte per tipo e profondità raggiunta; a ciascuna indagine è stato assegnato un codice identificativo univoco (Id) secondo codifiche predeterminate. Le indagini pregresse e quelle realizzate ex-novo sono state distinte secondo la data di realizzazione, che è riportata nel data base.

Le indagini sono state rappresentate in forma simbolica secondo quanto previsto dagli Standard di Rappresentazione informatica (Vers. 4.0b).

Il complesso di punti di indagine presenti sul territorio è suddiviso tipologicamente come segue:

INDAGINI PUNTUALI			
TIPO INDAGINE	CODICE	DEFINIZIONE INDAGINE per MS	TOTALE
Geotecnica in sito	DL	Prova penetrometrica dinamica	170
Geologia	SD	Sondaggio a distruzione di nucleo	64
Geofisica	HVSR	Microtremori a stazione singola	63

INDAGINI LINEARI			
TIPO INDAGINE	CODICE	DEFINIZIONE INDAGINE	TOTALE
Geofisica	REMI	REMI	37

Tabella7 - Numero di indagini classificate per tipologia

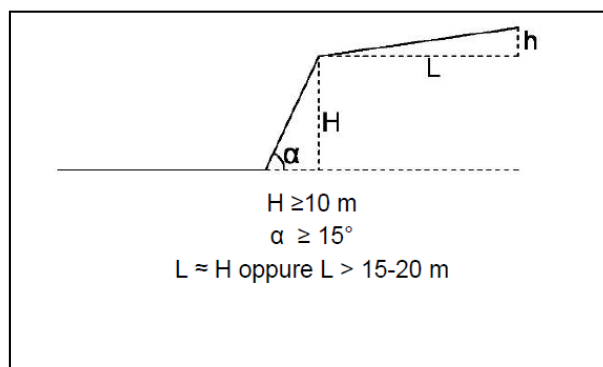
9. PROCEDURE DI ANALISI PER LA MS DI L2

9.1 Valutazione degli effetti morfologici

9.1.1. Zone di scarpata

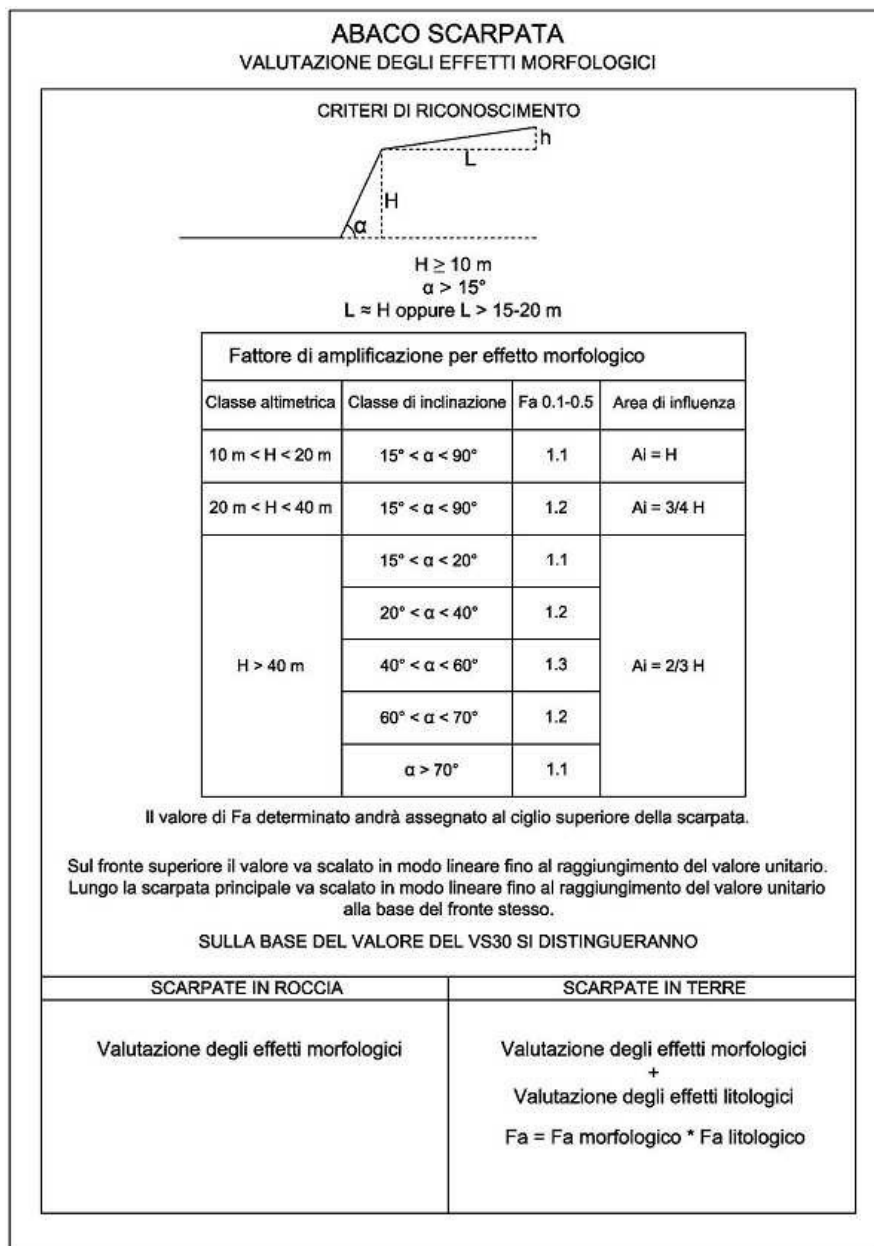
Lo scenario zona di scarpata (P3a) identifica le aree caratterizzate dalla presenza di scarpate, bordi di cava, nicchie di distacco, terrazzi fluviali e scarpate antropiche.

In particolare, sono state considerate le scarpate caratterizzate da fronti di altezza (H) maggiori o uguali a 10 m, inclinazione del fronte principale (α) maggiore o uguale a 15° ed estensione del fronte superiore (L) almeno pari all'altezza H o comunque non inferiore ai 15-20 metri. Il rilievo è stato fatto sulla base di cartografie (CTRN e DTM) e sulle classi di pendenza definite con lo studio di 1° Livello.



L'altezza H è da intendersi come distanza verticale dal piede al ciglio del fronte principale, mentre il fronte superiore L è identificato dalla distanza tra il ciglio del fronte principale e la prima evidente irregolarità morfologica.

L'abaco delle scarpate fornisce per ciascuna classe altimetrica (H) e classe di inclinazione (α) il valore di F_a per l'intervallo di periodo 0,1-0,5 s e il valore della relativa area di influenza (A_i). Il valore di F_a determinato è assegnato al ciglio del fronte superiore, mentre all'interno della relativa area di influenza, il valore è scalato in modo lineare fino al raggiungimento del valore unitario. Lungo la scarpata principale è scalato in modo lineare fino al raggiungimento del valore unitario alla base del fronte stesso.



Nei casi di scarpate in roccia il valore del fattore di amplificazione è sufficientemente rappresentato dal valore di F_a per effetti morfologici.

Nei casi di scarpate in terre od in presenza sul fronte superiore di una coltre detritica suscettibile di amplificazione (copertura di almeno 3 metri di spessore) si è valutato anche il fattore di amplificazione per effetti litologici. La situazione finale è rappresentata dal valore di F_a dato dal prodotto di F_a per effetti litologici e F_a per effetti topografici.

Nei casi in cui la scarpata principale presenta alte inclinazioni (scarpate in terra con inclinazioni maggiori di 25° ; scarpate in roccia con inclinazioni maggiori di 45°) si è proceduto anche con la valutazione degli effetti di instabilità.

9.1.2. Zone di cresta e/o cucuzzolo

Sono considerate zone di cresta rocciosa e/o cocuzzolo quelle formate da pendii con inclinazione maggiore o uguale a 15° e altezza minore del fianco $h > 1/3H$. Il rilievo è stato fatto basandosi su cartografie (CTRN e DTM) e sulle classi di pendenza definite con lo studio di 1° Livello. La larghezza alla base è stata scelta in corrispondenza di significative rotture morfologiche.

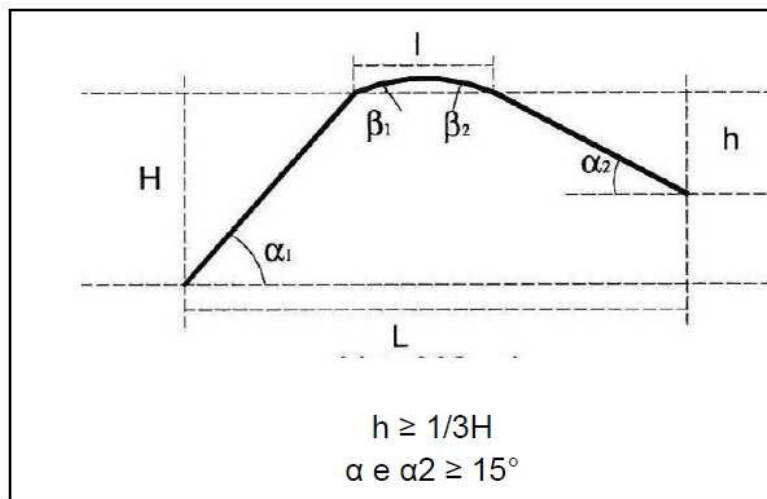
La normativa (vedasi Linee Guida del Dipartimento di Protezione Civile e quelle regionali) indica che sono da considerare creste solo quelle situazioni che presentano il dislivello altimetrico minimo (h) maggiore o uguale ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H). Parlando di creste si distinguono due condizioni:

- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta (l) molto inferiore alla larghezza alla base (L) (cresta appuntita);
- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta paragonabile alla larghezza alla base, ovvero pari ad almeno $1/3$ della larghezza alla base; la zona di cresta è pianeggiante o sub-pianeggiante con inclinazioni inferiori a 10° (cresta arrotondata).

Inoltre, è necessario conoscere la larghezza alla base del rilievo (L); la larghezza in cresta del rilievo (l); il dislivello altimetrico massimo (H); il dislivello altimetrico minimo (h) dei versanti ed il coefficiente di forma (H/L).

Definiti tali parametri, per la metodologia di calcolo si utilizzano gli abachi messi a disposizione nell'Allegato A della DGR1572/2013, che riprendono quelli delle Linee Guida del Dipartimento di Protezione Civile nazionale.

Sotto è riportato lo schema per la valutazione dei parametri morfologici di riconoscimento di un cocuzzolo e/o cresta suscettibili di amplificazione topografica



Altezza H	Valori di I
H fino a 20 m	1,5 H
H tra 20 e 40 m	1,2 H
H oltre 40 m	1,0 H

In funzione della lunghezza "L" si possono ricavare i fattori di amplificazione Fa secondo le formule indicate nell'abaco sottostante.

	L > 350	250 < L < 350	150 < L < 250	L < 150
Creste Appuntite	$Fa_{0,1-0,5} = e^{1,11H/L}$	$Fa_{0,1-0,5} = e^{0,93H/L}$	$Fa_{0,1-0,5} = e^{0,73H/L}$	$Fa_{0,1-0,5} = e^{0,40H/L}$
Creste Arrotondate	$Fa_{0,1-0,5} = e^{0,47H/L}$			

La larghezza alla base è scelta in corrispondenza di evidenti rotture morfologiche.

L'abaco relativo alle creste permette la valutazione del fattore di amplificazione topografica nell'intervallo di periodo 0,1 ÷ 0,5 s nelle situazioni di cresta appuntita e di cresta arrotondata.

I parametri necessari alla definizione del tipo di cresta ed alla determinazione del valore di Fa sono:

- larghezza alla base del rilievo L ;
- larghezza in cresta del rilievo I ;

- dislivello altimetrico massimo H ;
- coefficiente H / L .

In base al valore del coefficiente H/L , solo per le creste appuntite, ed alla larghezza alla base del rilievo L, si sceglie la curva più appropriata per la valutazione del valore di Fa.

Il valore di Fa topografico determinato andrà assegnato all'area corrispondente alla larghezza in cresta, mentre lungo i versanti tale valore è scalato in modo lineare fino al valore unitario alla base di ciascun versante.

In presenza di coltre detritica alla sommità del rilievo occorre stimare anche il fattore di amplificazione stratigrafico. Il valore di Fa sarà il prodotto di Fa litologico per Fa topografico.

9.2. Valutazione degli effetti litologici

Al fine di individuare le aree potenzialmente suscettibili di amplificazione locale è stata verificata l'appartenenza dei terreni di copertura dell'area ad una delle classi di seguito riportate.

CLASSE	DESCRIZIONE	informazioni
1	terreno di riporto antropico	
2	ghiaia	2a addensata 2b poco addensata
3	ghiaia/sabbiosa-sabbia/ghiaiosa	3a addensata 3b poco addensata
4	sabbia	4a addensata 4b poco addensata
5	Sabbia / limosa - limo/sabbioso	5a addensata 5b poco addensata
6	Limo	6a consistente 6b poco consistente
7	Limo / argilloso - argilla/limosa	7a consistente 7b poco consistente
8	Argilla	8a consistente 8b poco consistente
9	deposito alluvionale a granulometria mista	
10	detrito di versante a granulometria mista	
11	coltre di substrato alterato	

Dall'elenco sono esclusi i terreni cementati e quelli dotati di un alto grado di sovraconsolidazione ed inoltre lo spessore minimo delle coperture da considerare è superiore a 3 metri.

Una volta individuate le aree caratterizzate dalla presenza di terreni di copertura suscettibili di amplificazione locale, si è proceduto alla determinazione dei fattori di amplificazione F_a e F_v attraverso le tabelle predisposte dalla Protezione Civile Nazionale e contenute negli “indirizzi e criteri per la MICROZONAZIONE SISMICA”, ove :

- F_a rappresenta il fattore di amplificazione a basso periodo (determinato intorno al periodo proprio per il quale si ha il massimo della risposta in accelerazione);
- F_v rappresenta il fattore di amplificazione a periodo proprio (per il quale si ha la massima risposta in pseudovelocità).

La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia dei materiali presenti nel sito (litologie ghiaiose e litologie argilloso-limose);
- stratigrafia del sito;
- andamento con la profondità delle V_s fino a valori pari o superiori a 800 m/s; in mancanza del raggiungimento del bedrock ($V_s \geq 800$ m/s) con le indagini è possibile ipotizzare un opportuno gradiente di V_s con la profondità sulla base dei dati ottenuti dall'indagine, tale da raggiungere il valore di 800 m/s.
- spessore, peso di volume e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico-geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

Si rimanda alle linee guida nazionali per l'applicazione della procedura specialistica.

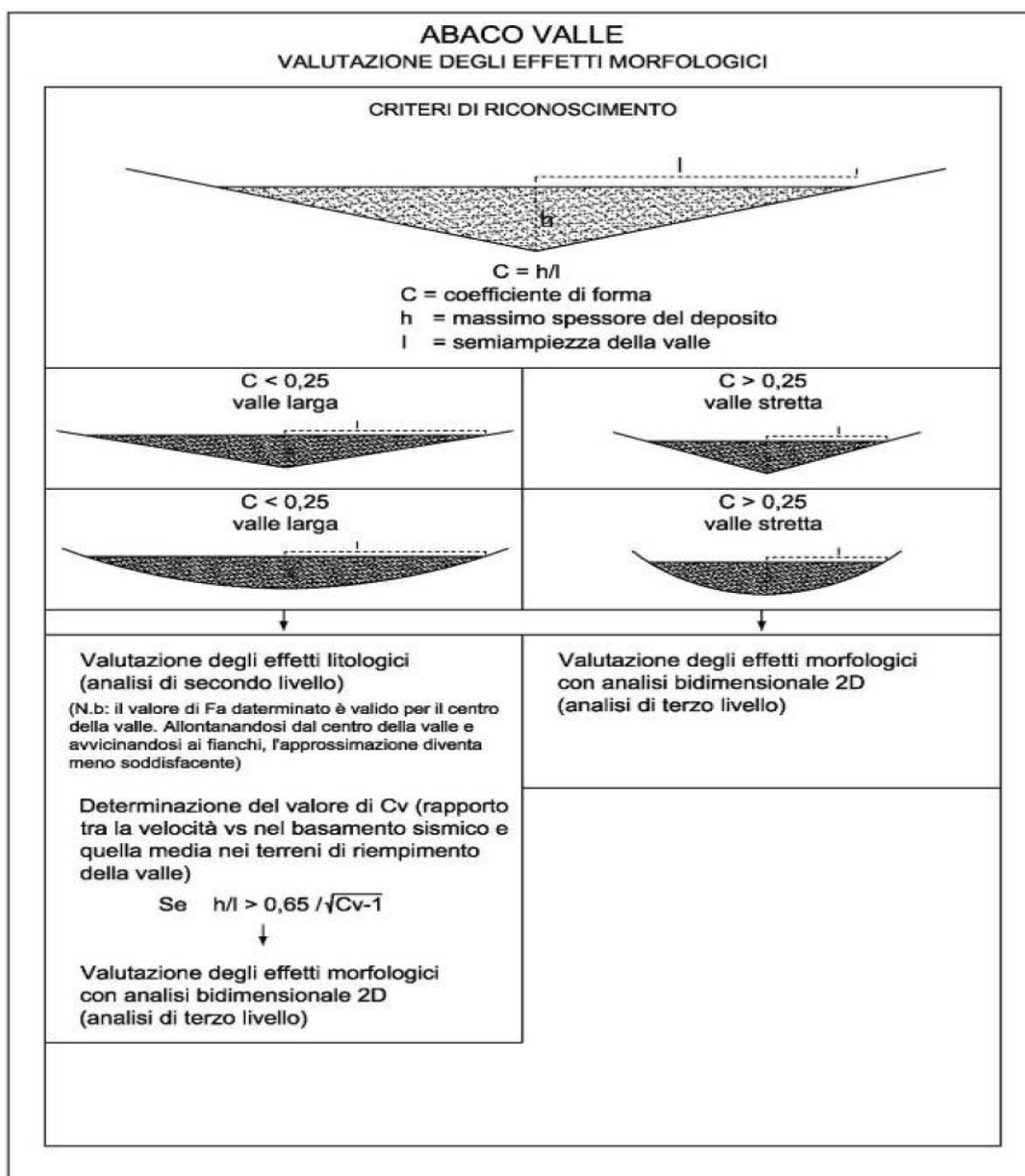
9.3 Zone di fondovalle

La distinzione tra P4a e P4b (valli larghe e valle strette) è operata in riferimento agli “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” redatti da Dipartimento della Protezione

Civile e Conferenza delle regioni e Province Autonome, 2008, in funzione del coefficiente di forma C ($C = h / l$) in cui h è lo spessore della coltre alluvionale ed l la sua semi-ampiezza:

- valle stretta $C > 0.25$
- valle larga $C < 0.25$

Nelle valli ampie si può ipotizzare una stratigrafia piano-parallela e quindi la valutazione degli effetti litologici con la procedura semplificata nel secondo livello di approfondimento può risultare sufficiente.



È necessario, comunque, tenere in considerazione che il valore di F_a determinato con la procedura semplificata è valido per il centro della valle; allontanandosi dal centro della valle e avvicinandosi ai fianchi l'approssimazione diventa meno soddisfacente. Si è verificato se

$$\frac{h}{l} > \frac{0,65}{\sqrt{C_v - 1}}$$

dove :

- h è lo spessore della coltre di copertura ;
- l la sua semi ampiezza ;
- C_v rappresenta il rapporto tra la velocità V_s del substrato e la velocità V_s dei terreni di copertura.

Nelle valli strette la stratigrafia del sottosuolo può avere rapidi cambiamenti laterali, soprattutto del tetto del substrato rigido, e quindi si rende necessario ricorrere a stime dell'amplificazione sismica con analisi bidimensionali (quindi procedure di 3° Livello).

9.4 Instabilità di versante

È stato sensibilmente aggiornato il tema delle frane del primo livello. Allo stato attuale sono state inserite tutte le zone nelle quali dalle informazioni raccolte e dai rilievi eseguiti sono state riscontrate situazioni di instabilità di versante: le varie forme di instabilità sono state suddivise sulla base del tipo di movimento e dello stato di attività.

Sono presenti principalmente nella zona montuosa settentrionale del territorio comunale, ed in misura minore in quella meridionale; una particolare concentrazione è stata rilevata nella zona di confine a nord, in cui si hanno generalmente crolli e ribaltamenti sui rilievi di origine calcareo-dolomitica morfologicamente più aspri, e nelle zone dove affiorano le litologie di origine vulcanica e le filladi, dove la marcata alterazione argillosa dà luogo a numerosi fenomeni franosi, in particolar modo scivolamenti, colate e creep.

Sono state rappresentate anche le zone definite “di attenzione geologica” tratte dal quadro conoscitivo complementare al Piano di Assetto Idrogeologico adottato dall'Autorità

di Bacino il 09/11/2012: per tali aree, derivanti da fonti informative diverse, l'AdB non ha ancora precisato la classe di pericolosità. In particolare, per questo livello informativo sono state inserite gli esiti degli studi geologici attuati per la rivisitazione di diverse zone di attenzione. Per queste è iniziata la procedura di aggiornamento PAI dandone segnalazione agli enti competenti (regione e AdB); in attesa di avere l'approvazione finale, per queste frane, si è dovuto mantenere sia la zona di attenzione (normativamente vigente) sia la proposta di nuova definizione (tecnicamente più corretta).

Vi sono infine numerose frane di piccole dimensioni, derivanti dalla Carta Geomorfologica del PATI, rappresentate con tematismo puntuale per la loro estensione di modesta entità o perché non classificate.

Per la valutazione degli effetti di instabilità di versante di secondo livello le linee guida prevedono l'applicazione di modelli semplificati che permettono di ricavare per le frane in terra la valutazione dei massimi spostamenti attesi dovuti al sisma e per le aree in roccia la delimitazione dell'area di accumulo.

È tuttavia da evidenziare che si tratta di metodologie molto approssimative che possono portare a risultati incerti e non di rado fuorvianti. Si tratta infatti di fenomeni molto complessi che per essere adeguatamente modellati necessitano di indagini adeguate (sia per tipologia che per numero) e dell'applicazione di verifiche numeriche approfondite.

Per tale motivo è sembrato più corretto nel presente studio rimandare tali valutazioni all'applicazione del terzo livello per tutte le aree di trasformazione.

D'altra parte, le stesse linee guida precisano che l'applicazione delle procedure di secondo livello hanno valore solo comparativo e raccomandano di passare al terzo livello di approfondimento alla scala di manufatto.

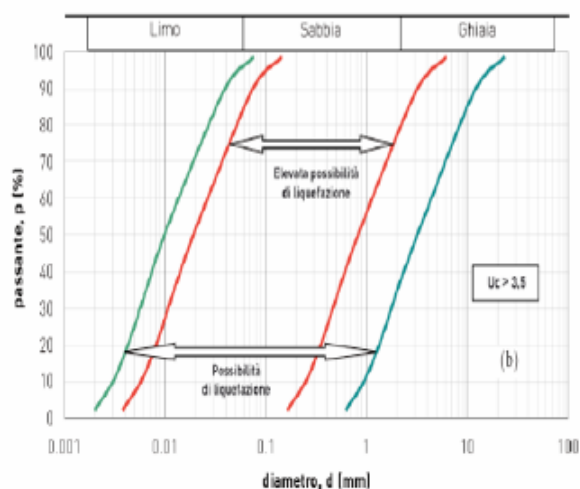
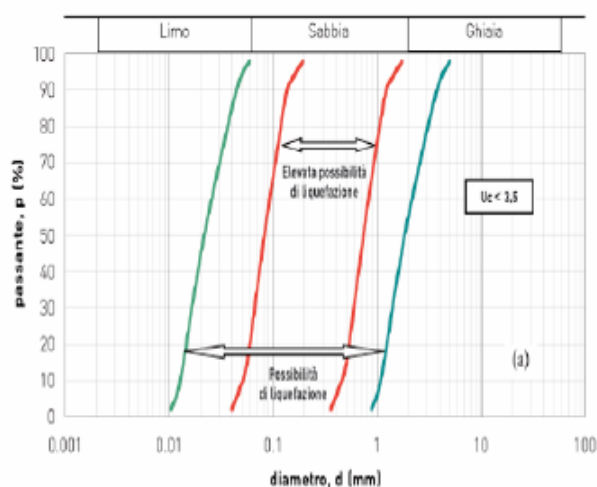
9.5 Liquefazione

Il pericolo di liquefazione deve essere accertato in base alla possibilità di concomitanza di fattori scatenanti (caratteristiche dei terremoti attesi) e predisponenti (suscettibilità dei terreni).

La liquefazione può interessare terreni incoerenti sciolti o poco addensati, saturi d'acqua, per temporanea perdita della resistenza al taglio dovuta all'incremento della pressione interstiziale al momento dello scuotimento.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5.
- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$.
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa ;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura sotto nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e $U_c > 3,5$.





Nella fase di primo livello erano state conservativamente individuate aree esposte al potenziale fenomeno di liquefazione sulla base della presenza di zone con falda freatica a debole profondità del piano campagna ed in assenza di informazioni litostratigrafiche attendibili per tale zone.

Nella fase di secondo livello si è potuto attuare i seguenti approfondimenti.

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico si è potuto constatare che la falda in rete in continuità piezometrica è impostata a profondità maggiori di 15 m da piano campagna. Tale aspetto è già di per sé sufficiente ad escludere la possibilità di innesco di fenomeni di liquefazione secondo le indicazioni delle linee guida come sopra riportate. È anche da osservare che in alcune zone sono presenti alcune falde sospese discontinue di spessore ed estensione limitati dovute alla presenza di lenti impermeabili.

L'acquisizione di sondaggi a carotaggio continuo con dettagliati profili stratigrafici ha permesso di verificare che le zone interessate dalla presenza di falde sospese sono caratterizzate da terreni a granulometrie generalmente non ricadenti all'interno dei fusi a rischio liquefazione.

Per i motivi sopresposti si è deciso di escludere nello studio di microzonazione sismica di secondo livello la presenza di aree generali potenzialmente esposte a liquefazione, aggiornando di conseguenza la carta MOPS di primo livello.

Tuttavia, si è deciso di mantenere un controllo particolare su tali aree inserendole nelle carte delle fragilità del Piano degli Interventi con specifica condizione di verifica, al fine di poter assicurare che venga adeguatamente verificata l'assenza di tale fenomeno con gli interventi locali di trasformazione territoriale.

9.6 Densificazione di terreni insaturi

Si tratta di terreni granulari non saturi che in condizioni sismiche possono subire compressione volumetrica (assestamenti, cedimenti).

Nel territorio di Schio tale fenomeno risulta potenzialmente localizzato solo nei rilevati antropici.

Poiché i rilevati sono spesso disomogenei da un punto di vista litologico e granulometrico (con possibilità di clasti e trovanti) e poiché lo stato di addensamento è

spesso scadente, si è deciso di introdurre necessariamente in tale zone il controllo di terzo livello.

9.7 Comportamenti differenziali

Le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (P5a) possono produrre effetti differenziali, sia di amplificazione che di cedimento.

In tali casi deve essere ricostruito attentamente il modello geologico ed eventualmente geotecnico del sottosuolo al fine di valutare, in un intorno significativo alla zona di contatto, i differenti effetti di amplificazione sismica e/o differenti effetti di cedimento.

Per tale scopo occorre attuare delle indagini geognostiche significative per tipologia, numero e profondità. Poiché le informazioni disponibili nel secondo livello sono state ritenute insufficienti si è deciso di prescrivere per tali aree il controllo di terzo livello.

9.8 Faglie attive e capaci

Nel primo livello è complessivamente emerso per la zona di Schio ed aree limitrofe una situazione di intensa attività tettonica, testimoniata dalla presenza di diverse linee di dislocazione, causate da sforzi compressivi di notevole entità, che hanno provocato deformazioni e sovrascorrimenti negli ammassi rocciosi, con conseguente formazione di estese fasce di fratturazione, nelle quali le caratteristiche geotecniche dei litotipi risultano piuttosto scarse a causa degli stress subiti.

La principale linea di dislocazione è rappresentata dalla Linea di Schio, denominata anche Schio-Vicenza, che attraversa completamente il territorio comunale con andamento circa NW-SE: si tratta di una linea di importanza “regionale”, in quanto si estende da Vicenza fino alla valle dell’Adige nei pressi di Rovereto.

Come già riportato nei capitoli introduttivi, tali strutture tettoniche nel primo livello erano state considerate attive e capaci, secondo quanto riportato nel Catalogo Nazionale ufficiale ITHACA.

Nel presente livello di studio si sono ricondotte le analisi di tali faglie sulla base di quanto previsto dalle linee guida nazionali specifiche emanate nel 2015 (Linee guida per la gestione

del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC) - Commissione tecnica per la microzonazione sismica; articolo 5, comma 7, OPCM 13 novembre 2010, n. 3907)

Tali linee guida prevedono che nel caso in cui almeno due delle condizioni preliminari di seguito citate risultino verificate, è necessario condurre uno studio di dettaglio (p. e., interpretazione aerofotogeologia, rilievo di terreno, analisi geofisiche, analisi paleo sismologiche) finalizzato all'individuazione dell'eventuale traccia superficiale di una faglia attiva e capace.

Le condizioni preliminari affinché si debbano eseguire studi di dettaglio sulle FAC sono:

- l'area oggetto di studi di MS ricade in area epicentrale di terremoti storici con $M_w > 5.5$;
- la letteratura scientifica disponibile già riporta la presenza di faglie all'interno di formazioni tardo-pleistoceniche-oloceniche;
- sono segnalate evidenze di attività recente delle faglie rilevate sul campo da geologi, durante i rilievi geologico-tecnici per la stesura delle carte di MS.

Poiché tali condizioni preliminari non sono state rilevate per il territorio di Schio, si è deciso di eliminare la capacità delle faglie individuate nel primo livello.

10. CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA MS

Il risultato fondamentale del secondo livello è la Carta di Microzonazione Sismica, ottenuta associando la quantificazione numerica degli effetti, alle parti del territorio suscettibili di amplificazione sismica.

Lo studio di approfondimento è stato condotto attraverso una rete di misure HVSr e di Vs con tecnica ReMi. L'obiettivo è stato la quantificazione numerica degli effetti per gli scenari esposti (così come definiti nelle linee guida regionali per la CPSL) attraverso la stima dei fattori di amplificazione FA e FV.

I valori dei fattori di amplificazione consistono nei valori di FA, fattore di amplificazione a basso periodo, e di FV, fattore di amplificazione a periodo proprio. Il primo corrisponde al fattore di amplificazione determinato intorno al periodo proprio per il quale si ha il massimo

della risposta in accelerazione. Il secondo corrisponde al fattore di amplificazione a periodo proprio per il quale si ha la massima risposta in pseudovelocità.

L'analisi, in chiave sismica, della risposta ha confermato le condizioni di "stabilità suscettibile di amplificazione", che caratterizzano la quasi totalità del territorio.

Per completezza di analisi si sono mantenute e vengono riportate in questo studio le singole analisi a livello di intero territorio comunale nelle figure da A ad E per le varie componenti (litostratigrafia e topografia), mentre nella Carta di Microzonazione Sismica sono state ritagliate le varie sottoanalisi rappresentando solamente le aree di competenza dello studio di secondo livello (aree antropizzate e zone di espansione urbanistica); è da osservare che al di fuori delle aree di competenza le analisi possono non essere esaurienti (ad es. le valutazioni di amplificazione per le scarpate e le creste sono state fatte solo per le strutture interferenti con le zone di competenza).

Si osserva quindi che la carta di Microzonazione Sismica riporta analisi complete solo per le aree di competenza.

Il comportamento in campo dinamico del terreno è stato individuato come di seguito.

Zone stabili.

Si tratta di zone nelle quali si assiste al solo scuotimento sismico di base senza ulteriore amplificazione; sono veramente poche e si riferiscono a zone sub-pianeggianti o ad acclività moderata dove affiorano le rocce del substrato senza coperture detritiche di spessore significativo.

Zone stabili suscettibili di amplificazione locale

Tale comportamento riguarda praticamente la totalità delle aree analizzate.

Sono state individuate diverse fasce di entità di amplificazione FA, FV.

Per quanto riguarda FA il fattore di amplificazione è compreso generalmente fra 1,1 e 2,0. La fascia più diffusa è quella con fattore FA compreso fra $1,1 \div 1,2$; si tratta di una fascia

a bassa propensione di amplificazione che per fortuna riguarda in modo diffuso le aree maggiormente urbanizzate. Nelle zone di versante i fattori di amplificazione sono tendenzialmente maggiori con fattori per lo più compresi fra $1,5 \div 1,6$.

Tuttavia, è da osservare che non sono trascurabili le aree a maggiore amplificazione attesa con fattori compresi fra $1,7 \div 2,0$ e riguardano sia le zone di versante sia il centro storico.

Diverso discorso è da fare per il fattore FV. Infatti, si osserva che il territorio è decisamente più esposto a tale fenomeno con fattori di amplificazione per lo più compresi fra $1,7 \div 1,8$, piuttosto elevati e localizzati soprattutto nelle aree maggiormente urbanizzate.

Zone di attenzione per instabilità

Sono state individuate le zone di attenzione che possono subire instabilità di diverso tipo a seguito dello scuotimento sismico complessivo.

Tale comportamento riguarda sostanzialmente le aree franose, che risultano piuttosto diffuse nel territorio comunale.

In sottordine si individuano potenziali instabilità per presenza di cavità sotterranee o per cedimenti e assestamenti legati a rilevati antropici. Questi fenomeni, pur essendo meno rappresentativi, non sono tuttavia da trascurare perché qualora innescati possono causare danni piuttosto consistenti sia a cose che a persone.

11 CONTROLLO DI TERZO LIVELLO

Con lo studio di secondo livello si sono individuati assetti o fenomeni geologici più o meno complessi che per essere valutati compiutamente in campo dinamico necessitano a rigore di ulteriori approfondimenti ed analisi di dettaglio. Per alcune di tali situazioni le linee guida prevedono da subito l'approfondimento di terzo livello mentre per altre si prevede una analisi sommaria per poi in diversi casi comunque suggerire l'analisi di terzo livello.

Nel presente studio si è valutato che non possono essere ritenute esaurienti le verifiche sommarie previste dalle linee guida, che in alcuni casi rischiano di essere fuorvianti (ad esempio l'individuazione di un limite di massima invasione di frane di crollo poco attendibile)



e si è deciso di prevedere da subito il terzo livello di approfondimento anche per queste situazioni.

Quindi per tutte le aree coinvolte da trasformazione urbanistica nelle quali si hanno i seguenti fenomeni o condizioni di base si deve prevedere la verifica di terzo livello:

- Frane
- Cavità carsiche
- Versanti in terra con pendenze maggiori di 25°
- Versanti in roccia con pendenze maggiori di 45°
- Rilevati antropici
- Zone vallive strette con elevato spessore di detrito
- Zone di contatto tettonico e/o stratigrafico tra formazioni a diverso comportamento geomeccanico/geotecnico

I risultati di questo livello di approfondimento saranno rappresentati nella CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA CON APPROFONDIMENTI. I risultati di questo livello potranno, limitatamente alle aree studiate con approfondimenti, modificare la carta di microzonazione sismica di secondo livello. Nella relazione illustrativa dovranno essere descritti in dettaglio i procedimenti, i codici di calcolo, i risultati delle prove sperimentali in sito e di laboratorio.

I risultati delle analisi di 3° livello potranno essere utilizzati in fase di progettazione al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità. Nelle aree indagate con il terzo livello di approfondimento dovranno essere effettuate, qualora non eseguite nell'ambito del precedente livello 2, misure passive a stazione singola da elaborare con tecnica H / V .

Si rammenta inoltre che la microzonazione sismica per le infrastrutture a rete, riconosciute di interesse pubblico, deve raggiungere necessariamente il terzo livello di approfondimento. Nello specifico la presente disposizione si applica a tutte le infrastrutture di interesse strategico di competenza statale (vedasi elenchi Decreto PCM n° 3685 del 21 Ottobre 2003), regionali e comunali aventi le seguenti caratteristiche:



- sviluppo lineare superiore ad 1 km ;
- che non siano utilizzate in via prevalente e/o esclusiva da singoli soggetti .

La procedura di terzo livello richiede indagini e prove di laboratorio integrative rispetto al secondo livello di approfondimento. In particolare, le procedure di terzo livello richiedono la conoscenza delle curve di degrado dei materiali, ricavabili da prove dinamiche di laboratorio tipo prova in colonna risonante o prova di taglio torsionale ciclico.

In Allegato 2 sono riportate le quantità minime indicative delle indagini per le differenti aree suscettibili di amplificazione sismica o instabilità nel livello terzo di approfondimento.

12 CONCLUSIONI

È stato condotto lo studio di microzonazione sismica di secondo livello per il Comune di Schio per le aree dei centri abitati e per quelle che saranno oggetto di futura espansione urbanistica.

Lo studio si basa sui risultati dello studio di primo livello, approvato dal Dipartimento della Protezione Civile nazionale, aggiornato con nuovi dati geologici e sismici.

Le zone coinvolte esposte a potenziale amplificazione sismica sono state caratterizzate con procedure semi-quantitative per la determinazione dei fattori di amplificazione FA e FV.

Le zone potenzialmente instabili e per le quali non sono disponibili valutazioni attendibili di amplificazione sismica sono state demandate al controllo di terzo livello.

Il terzo livello di approfondimento di microzonazione sismica è richiesto anche per le infrastrutture a rete, riconosciute di interesse pubblico.

Si raccomanda la lettura delle note in calce alla presente relazione per la discriminazione dell'uso dei fattori di amplificazione sismica in ottica di microzonazione e di costruzione edilizia della singola opera (NTC).

Lonigo,

prima emissione: ottobre 2018

aggiornamento: agosto 2022



Associazione Temporanea di Imprese

Atto notarile registrato a Rovigo – Atti pubblici – 28.02.2018 n. 1298 serie 1T

M6 SRL ENGINEERING

Mandataria

TECNOLOGICA SRL

Il Coordinatore Unico della prestazione,

Geol. Roberto Cavazzana

I Progettisti :

Geol. Paolo Chiarion

Geol. Roberto Cavazzana

Geol. Pietro Semenza

NOTA 1

Riferimenti per la progettazione

Le carte di Microzonazione Sismica (MS) di livello 2-3 caratterizzano con valori numerici le microzone sismicamente omogenee. La caratterizzazione avviene mediante un fattore di amplificazione del moto (FA) così come definito negli Indirizzi e criteri generali per la Microzonazione Sismica (2018; Allegato A).

I valori di FA attribuiti alle varie microzone di una mappa definiscono una scala di pericolosità sismica locale.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC), approvate con D.M. 14.01.2018, richiedono che nella progettazione siano affrontati aspetti comuni agli studi di MS. È quindi conseguente che tali studi condividano alcuni obiettivi. Occorre però distinguere la scala alla quale si opera. Infatti, la progettazione è riferita ad uno specifico manufatto (scala del manufatto) e quindi riguarda ambiti territoriali che possono essere estremamente limitati, mentre la MS opera su una scala areale ed è riferita ad una microzona la cui estensione può essere notevole, in dipendenza delle condizioni di relativa omogeneità dei suoli (scala della microzona). In genere, quindi, lo studio a supporto della progettazione fornisce informazioni più puntuali di quelle che si possono ottenere dagli studi per la MS. Quest'ultima, di contro, offre informazioni relative ad aree più estese e quindi offre una conoscenza più diffusa, di sicuro interesse anche per la pianificazione urbanistica e la pianificazione di emergenza.

I parametri FA (risultato della MS) e S (in NTC, 2018) descrivono entrambi l'amplificazione dovuta all'assetto del sottosuolo e sono due parametri confrontabili, ma diversi. Entrambi sono derivati dagli spettri di risposta modificati dagli effetti di amplificazione locale (spettro in superficie) rispetto a quelli valutati in condizioni ideali su suolo rigido a superficie orizzontale forniti nell'allegato B delle NTC (2018), ma sono diversi in quanto ottenuti con differenti criteri di valutazione. È bene, perciò, chiarire il loro significato e le possibili utilizzazioni.

Il valore FA è ottenuto tenendo conto di dati arealmente distribuiti in un intorno più o meno ampio (scala della microzona) rispetto al sito del manufatto, mentre S deve essere

calcolato specificamente per i terreni di fondazione del manufatto (scala del manufatto). Inoltre, il valore FA è determinato rapportando intervalli piuttosto stretti dello spettro in superficie rispetto allo spettro di input (Allegato A): ciò può condurre a valori superiori rispetto a quelli definiti per S dalle NTC (2018), i quali sono ottenuti considerando un intervallo molto ampio degli spettri di superficie e di input. In definitiva FA non è proporzionale al valore S delle NTC (2018) e quindi non può, in generale, sostituire quest'ultimo nella definizione dello spettro elastico per il sito (scala del manufatto).

Nelle carte delle microzone possono essere assegnati, in alternativa, o range di variazione di FA oppure un valor medio, in dipendenza della scelta di rappresentazione effettuata dall'unità operativa che ha elaborato la carta. Le due rappresentazioni sono sostanzialmente equivalenti e, per quanto detto, ugualmente valide per gli scopi e gli usi delle carte stesse. È evidente che l'unico valor medio attribuito ad una microzona va inteso come valore indicativo nell'intorno del quale può situarsi il valore reale, in relazione al tipo di input considerato, alle incertezze dei parametri di calcolo e del modello utilizzato nelle simulazioni, alla variabilità di tali parametri all'interno della microzona.

Stabilite le differenze tra Fa e S, si possono però delineare, con riferimento alle NTC (2018), alcune modalità d'uso specifiche dei FA.

1) Nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali la conoscenza di FA può **orientare nella scelta e quantificazione** delle indagini da effettuare per l'identificazione delle categorie di sottosuolo previste dalla norma; inoltre per costruzioni soggette a lavori che non comportano incrementi di carico in fondazione e non peggiorano la situazione del pendio ed in assenza di dissesti riconducibili a cedimenti del terreno, è possibile che la verifica di stabilità del versante non sia effettuata.

2) FA costituisce un **valore di riferimento** che sarà tanto più indicativo quanto più il professionista giudicherà il modello del sottosuolo, definito nella microarea, rappresentativo dell'area di fondazione del manufatto.

3) Alcuni FA caratterizzano aree il cui modello del sottosuolo non è ben definito nelle NTC (2018), per esempio **aree subito a ridosso dei rilievi** (risultati fortemente condizionati da effetti 2D) o aree in cui è misurato un profilo con **inversioni di velocità**, ossia quando l'andamento delle velocità delle onde di taglio non risulta mono tonicamente crescente verso il basso. In questi casi il valore di S di NTC (2018) dovrà essere valutato con modelli più complessi di quelli normalmente assunti nelle NTC (basati sull'identificazione del tipo di suolo in relazione alla velocità delle onde di taglio negli ultimi trenta metri).

4) Valori di **FA maggiori di 2,5** caratterizzano aree particolari, con sensibili amplificazioni locali su determinate frequenze, e quindi indicano la necessità di svolgere indagini più approfondite.

5) Nelle **zone stabili**, con **FA=1**, previa verifica speditiva dell'effettiva corrispondenza di quanto riportato nella carta di MS con le condizioni al sito del manufatto e previa esecuzione di indagini di limitata estensione, è possibile attribuire al sottosuolo la categoria A (o B nel caso in cui una coltre di alterazione o una fratturazione intensa e pervasiva determinino proprietà meccaniche riferibili a tale categoria).

La segnalazione nelle carte di MS di livello 3 di **zone suscettibili di instabilità** deve indurre il professionista a verificare le condizioni di sicurezza a seguito di indagini puntuali effettuate con approfondimento specifico per l'instabilità segnalata (instabilità di versante, cedimenti differenziali, liquefazioni, faglie attive e capaci).

NOTA 2

Aggregati edilizi

L'aggregato edilizio è in genere la tipologia costruttiva più diffusa che caratterizza il tessuto dei centri storici e dei borghi delle frazioni. In tal caso più che al singolo edificio (NTC08) occorre fare riferimento all'aggregato strutturale. In tal caso è logico pensare che l'intervento di miglioramento sismico riguardi l'UMI (Unità Minima di Intervento – Reluis) e non il singolo edificio.

OPCM 3820/09 art. 7 comma 3 (Aquila) In caso di edifici inclusi in aggregati edilizi in muratura senza soluzione di continuità, si procede con interventi unitari di rafforzamento o miglioramento sismico, indipendentemente dalla diversità di classificazione di agibilità attribuita alle singole parti. Qualora l'aggregato sia di dimensioni rilevanti (oltre circa 1000 mq di impronta a terra) in relazione alle caratteristiche costruttive ed alle esigenze di realizzazione, lo si potrà suddividere in porzioni di minori dimensioni a terra, coerenti con le caratteristiche costruttive (unità strutturale) e di danno, ma comunque superiori a 300 mq.

Si veda anche "Linee Guida per gli interventi di miglioramento sismico degli edifici in aggregato nei *centri storici* - ReLUIS 2009, 2010.