PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

REGIONE DEL VENETO

CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME

Attuazione dell'art. 11 della Legge 24 giugno 2008 n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA
LIVELLO 1

Regione Veneto

Comune di Schio

RELAZIONE TECNICA

Soggetto Realizzatore:

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

M6 Srl Società di Ingegneria
Via F. Filzi n. 21 – 36045 Lonigo (VI)
Via Verdi n. 1 45100 Rovigo (RO)
P.IVA 03568500247
t. (+39) 0425.46.05.77 - f. (+39) 0425.07.00.13
www.studiom6.it

codifica elaborato

data elaborato	17 dicembre 2013
data stampa	17 dicembre 2013
codice progetto.	C.087/2012
codice elaborato	A-RT
rev.	0/15
archivio	A-RT/C087/A/0

INDICE

1. INTRODUZIONE 7
1.1 Oggetto dell'incarico 7
1.2 Organizzazione del lavoro generale. 8
1.3 Inquadramento geografico e amministrativo del Comune di Schio 8
1.4 Contesto normativo nel quale va ad inserirsi il lavoro svolto 10
1.5 Riferimenti normativi e specifiche tecniche 13
2. SIGNIFICATO DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA 14
2.1 Aspetti tecnici generali che sottendono agli studi MS 14
2.2 Livelli di approfondimento degli studi di MS 17
2.3 Gli obiettivi della Microzonazione Sismica 17
3. STUDIO MS L1 COMUNE DI SCHIO 19
3.1 Ammissibilità a contributo finanziario 19
3.2 Contenuti dello studio MS L1 del Comune di Schio e data di aggiornamento 20
3.3 Aspetti pianificatori 20
3.4 Organizzazione dei contenuti dello studio MS L1. 22
4. METODOLOGIA DI LAVORO ED ARTICOLAZIONE IN FASI 23
4.1 Metodologia di lavoro 23
4.2 Articolazione in Fasi del lavoro 24
5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DELL'AREA DI STUDIO 25
5.1 Delimitazione dell'area ai fini dello studio MS L1 25
5.2 Localizzazione geografica dell'area MS L1 26
5.3 Basi cartografiche di riferimento 26
5.4 Inquadramento geologico 26
5.5 Inquadramento tettonico 30

5.6 Inquadramento geomorfologico 31

5.7 Inquadramento idrogeologico 33

6. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO 34

6.1 Caratterizzazione sismogenetica dell'area 36

6.2 Cenni di sismicità storica del Veneto 38

6.3 Sismicità storica del comune di Schio 40

7. RACCOLTA DELLE INFORMAZIONI PREGRESSE 45

7.1 Contenuti geologici derivanti dal PRG e dal PATI 46

7.2 Indagini del sottosuolo (L. 464/84) 47

7.3 Indagini per la costruzione della nuova tangenziale sud di Schio 47

7.4 Cartografia geologica ufficiale 48

7.6 Censimento di ulteriori archivi e fonti 48

8. PIANO DELLE INDAGINI INTEGRATIVE 49

8.1 Rilievo geologico-tecnico adeguativo 50

8.2 Rilievi geomorfologici di controllo 50

8.3 Nuove indagini geotecniche 50

8.4 Nuove indagini sismiche. 51

9 CARTA DELLE INDAGINI (TAV 1) 51

9.1 Procedura per la verifica della qualità della Carta MS 53

10. CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA (TAV.2) 53

10.1 Unità geologico-tecniche 54

10.2 Fenomeni di instabilità di versante 55

10.3 Forme di superficie e sepolte 56

10.4 Elementi tettonico-strutturali 57

10.5 Ulteriori elementi geologici ed idrogeologici 58

11 CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEL TERRENO (TAV. 3) 59
11.1 Il metodo H/V 59
11.2 Esecuzione delle prove, analisi dei dati e valutazione della qualità delle misure. 61
11.3 Interpretazione delle misure H/V 62
11.4 Descrizione della Carta delle frequenze fondamentali dei terreni (TAV.3) 65
11.5 Doppia risonanza – Verifiche vibrometriche su edifici significativi 67
12 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL – TAV.4) 70
12.1 Metodologia di elaborazione della Carta PSL 70
12.2 Individuazione dei successivi livelli di approfondimento 72
12.3 Descrizione della Carta PSL 73
12.3.1 Scenario di pericolosità sismica locale P1 73
12.3.2 Scenario di pericolosità sismica locale P2c 73
12.3.3 Scenario di pericolosità sismica locale P3 74
12.3.4 Scenario di pericolosità sismica locale P4 74
12.3.5 Scenario di pericolosità sismica locale P5. 74
13 CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS – TAV. 5) 75
13.1 Significato ed utilizzo della Carta MOPS 75
13.2 Zone stabili 77
13.2.1 Zona 1 78
13.2.2 Zona 2 78
13.3 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali 78
13.3.1 Zona 3 80
13.3.2 Zona 4 80
13.3.3 Zona 5 80
13.3.4 Zona 6 81
13.3.5 Zona 7 81

13.3.6 Zona 8 82
13.3.7 Zona 9 82
13.3.8 Zona 10 82
13.3.9 Zona 11 83
13.3.10 Zona 12 83
13.3.11 Zona 13 83
13.3.12 Zona 14 84
13.4 Zone suscettibili di instabilità 84
13.5 Sezioni Geologiche significative (Tavola 6) 85
14. INFORMATIZZAZIONE 87
14.1 Tavole cartografiche 87
14.1.1 Carta delle indagini 87
14.1.2 Carta geologico-tecnica 88
14.1.3 Carta della frequenza naturale del terreno 89
14.1.4 Carta della Pericolosità sismica locale 89
14.1.5 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica 90
15.CONCLUSIONI 91

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. E' identificabile attraverso categorie omogenee e sistemi che possono subire perdite a seguito di evento sismico.
Esempi i 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 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 micro zonazione 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 conseguenza 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 fisico 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

CPSL Carta della pericolosità sismica locale

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 Dow-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

1. PREMESSA

A seguito dei recenti eventi sismici che hanno pesantemente colpito nel 2012 il Nord Italia ed in particolare le Regioni Emilia Romagna e Veneto, l'Amministrazione Comunale di Schio, anche alla luce della normativa vigente in materia, ha inteso considerare prioritario l'approfondimento della conoscenza geologica del proprio territorio quale fattore essenziale che, in presenza di une evento sismico, ne regola la risposta sismica locale ed il grado di danneggiamento atteso per edifici e infrastrutture esistenti.

Lo studio di microzonazione sismica, è lo strumento che permette di analizzare tali aspetti e conseguentemente, evidenziando le eventuali criticità presenti nel territorio, 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).

1. INTRODUZIONE

1.1 Oggetto dell'incarico

Per i motivi indicati in premessa, il Comune di Schio (VI) con determinazione dirigenziale n. 1171/2012 del 05/11/2012 esecutiva dal 07/11/2012, ha affidato l'incarico di attuazione dell'Appalto n. SVE2012/0008 per la redazione dello studio di microzonazione sismica di livello 1° 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 è stato attuato dall'Associazione Temporanea di Impresa (ATI) costituita da Tecnologica srl con sede legale in Rovigo via Combattenti Alleati D'Europa, 9/S, Partita IVA e Codice Fiscale 01430220291 (mandataria) e la Società di Ingegneria M6 srl con sede legale in LONIGO (VI) via F. Filzi , n. 21, Partita IVA e Codice fiscale 03568500247 (mandante).

1.2 Organizzazione del lavoro generale.

Il lavoro svolto è stato organizzato in sezioni distinte e separate per facilitare la consultazione degli elaborati e per agevolare la visione dei risultati.

Codice	Sezioni dello studio MS L1
Parte A	Studio Microzonazione Sismica – Livello 1 (MS L1) (questa relazione tecnica)
Parte B	Analisi CLE

La parte A contiene i risultati dello studio di microzonazione sismica. La presente relazione tecnica descrive le attività svolte e i risultati ottenuti con lo studio MS L1.

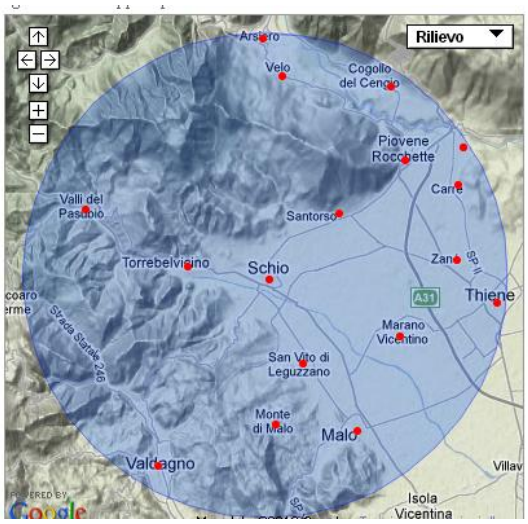
La parte B contiene i risultati dell'analisi CLE, per la quale si rimanda alla relativa Relazione Tecnica.

1.3 Inquadramento geografico e amministrativo del Comune di Schio

La competenza amministrativa dell'area di studio corrisponde al Comune di Schio, Provincia di Vicenza, Regione Veneto.

Confina a nord con i Comuni di Posina e Velo d'Astico, a est con Santorso, Zanè e Marano Vicentino, a sud con San Vito di Leguzzano, Monte di Malo e Valdagno, a ovest con Torrebelvicino e Valli del Pasubio.

Il territorio scledense si colloca nel settore pedemontano delle Alpi Meridionali all'imboccatura della Val Leogra ed è attorniato a nord, ovest e sud da rilievi montuosi, mentre verso est digrada nella antistante alta pianura veneta.



Comuni	km	prov	regione	abitanti
Arsiero	9,89	(VI)	Veneto	3.356
Carrè	8,71	" "	" "	3.663
Chiuppano	9,67	" "	" "	2.625
Cogollo del Cengio	9,40	" "	" "	3.442
Malo	7,22	" "	" "	14.510
Marano Vicentino	5,89	" "	" "	9.767
Monte di Malo	5,97	" "	" "	2.881
Piovene Rocchette	7,44	" "	" "	8.324
San Vito di Leguzzano	3,77	" "	" "	3.578
Santorso	3,96	" "	" "	5.823
Schio	0,00	" "	" "	39.586
Thiene	9,43	" "	" "	23.287
Torrebelvicino	3,40	" "	" "	6.047
Valdagno	8,95	" "	" "	26.829
Valli del Pasubio	8,07	" "	" "	3.398
Velo d'Astico	8,36	" "	" "	2.429
Zanè	7,78	" "	" "	6.600

Il suo paesaggio quindi si presenta piuttosto variabile, da quello accidentato montano e pedemontano a quello marcatamente subpianeggiante dell'alta pianura, con le rispettive quote altimetriche che si sviluppano da 1600 m s.l.m a circa 150 m.s.l.m.
Dal punto di vista idrografico i corsi d'acqua principali sono il torrente Leogra, che attraversa il territorio con direzione NW-SE, ed i due tributari: il torrente Timonchio (che vi affluisce nei pressi di Marano Vicentino) e Gogna, con direzione circa N-S.

Il territorio comunale ha una superficie di media estensione pari a circa 66,2 Kmq, ma si presenta fortemente antropizzato con una popolazione che sfiora i 40.000 abitanti ed una densità abitativa media che supera i 590 ab/Kmq. L'antropizzazione si presenta molto più marcata nella zona di pianura e pedemontana con un tessuto urbano continuo e concentrato, mentre è molto più rada nelle zone collinari e montane, dove la presenza antropica è sviluppata in piccole contrade sparse.

Il settore economico trainante è costituito dall'industria e dall'artigianato, in particolare l'industria metalmeccanica, laniera, alimentare, dolciaria e delle confezioni oltre che farmaceutica, dei marmi, calzature ecc. Negli ultimi anni l'industria tessile ha attraversato una grave crisi che ha comportato la perdita di migliaia di posti di lavoro.
E presente una vasta zona industriale ai margini del centro abitato, creata alla fine degli anni sessanta e poi espansa nei decenni successivi fino alla realizzazione di una seconda zona industriale.

Risulta in progressiva costante diminuzione l'importanza dell'agricoltura nel territorio, anche se è notevolmente aumentata la qualità dei prodotti e la meccanizzazione del settore.
Il turismo invece sta dimostrando un grande sviluppo, grazie alla presenza di realtà di grande interesse naturalistico e ambientale, essendo Schio immersa in un ambiente artistico, religioso, culturale, naturalistico e paesaggistico di grande pregio.

Dal punto di vista dei collegamenti viari si rileva la presenza della linea ferroviaria Schio-Vicenza a binario unico non elettrificata. Il centro abitato è attraversato dalla ex strada statale S.P. 46 "del Pasubio" che collega Vicenza a Rovereto.
Da Schio prende il via, inoltre, la ex statale S.P. 350 "di Folgaria e Val d'Astico".

1.4 Contesto normativo nel quale va ad inserirsi il lavoro svolto

Il presente paragrafo fa riferimento ai contenuti espressi dal Dipartimento di Protezione Civile nel sito istituzionale, i quali ben inquadrano e definiscono la complessa ed articolata materia normativa specialistica.

L'articolo 11 della legge n. 77 del 24 giugno 2009 di conversione del decreto legge n. 39 del 28 aprile 2009 per la ricostruzione in Abruzzo, prevede che siano finanziati interventi per la prevenzione del rischio sismico su tutto il territorio nazionale, grazie ad un fondo istituito nello stato di previsione del Ministero dell'economia e delle finanze.
La spesa autorizzata è di 44 milioni di euro per l'anno 2010, di 145,1 milioni di euro per il 2011, di 195,6 milioni di euro per ciascuno degli anni 2012, 2013 e 2014, di 145,1 milioni di euro per l'anno 2015 e di 44 milioni di euro per il 2016. L'attuazione dell'art. 11 è affidata al Dipartimento della Protezione Civile e regolata attraverso ordinanze del Presidente del Consiglio dei Ministri. La cifra complessiva, che ammonta a 965 milioni di euro, pur se cospicua rispetto al passato, rappresenta solo una minima percentuale, forse inferiore all'1%, del fabbisogno necessario per il completo adeguamento sismico di tutte le costruzioni, pubbliche e private, e delle opere infrastrutturali strategiche. Tuttavia, questa operazione consentirà la messa in sicurezza di altre strutture pubbliche proseguendo nei programmi già avviati dopo il terremoto di S. Giuliano di Puglia e potrà favorire un deciso

passo avanti nella crescita di una cultura della prevenzione sismica da parte della popolazione e degli amministratori pubblici.

Con l'OPCM n. 3843 del 19 gennaio 2010 è stata istituita una Commissione di esperti del rischio sismico che ha definito obiettivi e criteri generali di un'efficace azione di prevenzione da attuare con i fondi messi a disposizione dall'art. 11. Gli obiettivi individuati dalla Commissione riguardano, in particolare, la mitigazione del rischio sismico attraverso azioni e interventi solo marginalmente sviluppati negli anni passati, quali: studi di microzonazione sismica per la scelta dei luoghi idonei dove costruire e interventi sull'edilizia privata, attraverso contributi economici diretti per il rafforzamento o miglioramento sismico delle strutture. Attraverso ordinanze del Presidente del Consiglio dei Ministri è regolamentato l'utilizzo dei fondi dell'art. 11, nel rispetto degli obiettivi e criteri definiti dalla Commissione di esperti.

L'OPCM n. 3907 del 13 novembre 2010 (modificata con l'OPCM n. 3925 del 23 febbraio 2011), regola le modalità di finanziamento degli interventi per la prima annualità, definiti sulla base degli indirizzi espressi dalla Commissione di esperti del rischio sismico. Con questo provvedimento si intende affrontare il problema a 360°, stimolando anche quelle azioni che finora sono state marginalmente, o mai, toccate da provvedimenti precedenti (microzonazione sismica, interventi su edilizia privata). L'attivazione o meno degli interventi sul patrimonio edilizio privato per la prima annualità è stabilita dalle singole Regioni, in relazione alle priorità che la politica regionale di prevenzione ritiene di applicare. La ripartizione delle risorse tra le Regioni è stata indicata con il decreto del Capo Dipartimento del 10 dicembre 2010.
L'ordinanza destina 4 milioni di euro, ripartiti tra le diverse Regioni, per gli studi di microzonazione sismica, almeno di livello 1. Il documento tecnico di riferimento per la realizzazione degli studi è rappresentato dagli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica – ICMS , approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome. Per supportare e monitorare a livello nazionale gli studi l'ordinanza istituisce a livello interistituzionale una Commissione Tecnica che opera a titolo gratuito presso il Dipartimento della Protezione Civile. I contributi destinati alle Regioni per lo svolgimento degli studi di microzonazione sismica sono definiti in funzione dell'indice di

rischio calcolato e sono ripartiti tra i Comuni in base alla popolazione residente sul territorio comunale al 1 dicembre 2010, data di pubblicazione in Gazzetta Ufficiale dell'OPCM 3907.

Dopo l'emanazione dell'ordinanza, inoltre, le Regioni hanno legiferato per recepire nella pianificazione urbanistica le indagini di microzonazione sismica, vincolando l'approvazione dei piani alla preventiva realizzazione e valutazione degli studi di MS. Ciò costituisce un balzo in avanti significativo della cultura della prevenzione, poiché restituisce alla conoscenza del territorio quel ruolo fondamentale che deve avere nella fase di pianificazione. Le Regioni, come previsto dall'ordinanza, hanno adottato gli standard previsti dagli ICMS e gli standard di rappresentazione e archiviazione informatica individuati e definiti dalla Commissione Tecnica.

La Regione Veneto con DGR n. 3533 del 30.12.2010 precisa che il finanziamento previsto nella lettera a) del comma 1 dell'art. 2 dell'OPCM 3907 del 13/11/2010 è destinato allo svolgimento di studi di microzonazione sismica di livello 1, da eseguirsi con le finalità definite negli indirizzi e criteri per la microzonazione sismica, approvati dalla conferenza delle regioni e delle Province Autonome il 13/11/2008, secondo le disposizioni della DGR 3308 del 4 novembre 2008 "Applicazione delle nuove norme tecniche sulle costruzioni in zona sismica. Indicazioni per la redazione e verifica della pianificazione urbanistica", e le modalità del Decreto del Dirigente Regionale della Direzione Geologia n. 69 del 27 maggio 2010.

L'OPCM n. 4007 del 29 febbraio 2012, analogamente all'OPCM n. 3907 del 13 novembre 2010, regola le modalità di finanziamento degli interventi di mitigazione del rischio sismico, sulla base degli indirizzi espressi dalla Commissione istituita con l'OPCM 3843/10. La nuova ordinanza, relativa all'annualità 2011, prosegue nello sviluppo di quelle azioni che finora sono state marginalmente, o mai, toccate da provvedimenti precedenti: studi di microzonazione sismica, interventi sull'edilizia privata, sulle strutture e infrastrutture cittadine di particolare importanza per i piani di protezione civile, limitando gli interventi alle zone a più elevata pericolosità (classificate in zona 1 e 2) e alle strutture più vulnerabili. I contributi possono essere utilizzati solo nei comuni nei quali l'accelerazione massima al

suolo "ag" sia pari o superiore a 0.125g. Per realizzare una maggiore integrazione delle azioni finalizzate alla mitigazione del rischio sismico, incentivando le iniziative volte al miglioramento della gestione dell'emergenza, l'ordinanza introduce l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) dell'insediamento urbano.

1.5 Riferimenti normativi e specifiche tecniche

Avendo presente il contesto normativo descritto nel paragrafo precedente, la realizzazione dello studio di microzonazione sismica – livello 1 del Comune di Schio è avvenuto secondo gli "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 Estrattiva n° 69 in data 27.05.2010.

Inoltre, si è fatto riferimento alle indicazioni acquisite dalla Commissione Sismica regionale istituita presso la Segreteria regionale dei Lavori Pubblici, la quale sta approntando la revisione delle nuove Linee Guida per la redazione degli studi di microzonazione sismica sul territorio regionale.

L'analisi della condizione limite di emergenza (CLE) dell'insediamento urbano è stata condotta secondo gli standard di rappresentazione ed archiviazione informatica come predisposto dalla Protezione Civile – Commissione Tecnica, all'art. 18 dell'O.P.C.M. del 29 febbraio 2012 n. 4007.

Lo studio e le indagini geofisiche integrative sono state condotte secondo le specifiche tecniche contenute nei seguenti testi di riferimento normativo e tecnico:

- OPCM n. 3907 del 13.11.2010, che disciplina i contributi economici per gli interventi di prevenzione del rischio sismico, previsti dall'Art. 11 della Legge n. 77 del 24/06/2009

Le specifiche tecniche e gli standard di riferimento con cui è stato condotto lo studio di MS di livello 1 sono le seguenti:

- Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle regioni e delle Province autonome;
- Standard per la stesura della carta delle indagini e l'informatizzazione: Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica - Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica, (articolo 5, comma7 OPCM 3907/2010);
- Indicazioni contenute nel Volume di Ingegneria sismica 2/2011.

2. SIGNIFICATO DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA

2.1 Aspetti tecnici generali che sottendono agli studi MS

Dopo un terremoto, l'osservazione dei danni provocati alle costruzioni e alle infrastrutture spesso evidenzia differenze sostanziali in centri abitati anche a piccola distanza tra loro. In alcuni casi si osservano crolli e danni notevoli in località che si trovano a grandi distanze dall'epicentro.

Sicuramente la qualità delle costruzioni può influire sull'entità del danno, ma spesso le cause vanno ricercate in una differente pericolosità sismica locale, determinata anche dal diverso modo in cui si propaga il terremoto o dall'instabilità del terreno, la cui definizione è proprio l'obiettivo degli studi di Microzonazione Sismica (MS).

I principali fattori di influenza della risposta sismica locale sono la topografia, la stratigrafia (costituzione e disposizione dei terreni nel sottosuolo e le proprietà fisico-meccaniche dei terreni di un'area di estensione limitata.

Per meglio comprendere il fenomeno, facendo riferimento ad una situazione semplificata riportata in Fig. 2.1, si può notare che un segnale sismico $u_B\ (t)$ (espresso nel dominio del tempo sottoforma di accelerazioni, velocità o spostamenti o nel dominio della frequenza come spettro di risposta F) proveniente da una formazione rocciosa di base (bedrock, punto B) nel raggiungere la superficie (punto S) attraversando gli strati soprastanti di

deposito di terreni sciolti, subisce una modificazione $u_S\ (t)$ (nel dominio del tempo e/o della frequenza).

Da notare che nelle analisi di risposta sismica locale quasi mai si hanno a disposizione misurazioni del moto sismico effettuate al bedrock e si fa quindi riferimento a misurazioni effettuate sulla medesima roccia affiorante (punto R, $u_R\ (t)$) che può tuttavia essere diverso da quello relativo di base, a seguito delle differenti condizioni al contorno.

Nel dominio del tempo la valutazione quantitativa degli effetti locali viene generalmente effettuata sulla base del rapporto fra le analoghe componenti di picco dei segnali sismici u_S ed u_B (od u_R) ; il corrispondente rapporto prende il nome di "fattore di amplificazione" o "rapporto di amplificazione".
Nel dominio delle frequenze la valutazione quantitativa degli effetti locali può essere rappresentata mediante la "funzione di amplificazione" che si ricava dividendo lo spettro di risposta F alla superficie del terreno con quello calcolato al basamento.

In Fig. 2.2 sono schematizzate altre configurazioni tipo molto frequenti che possono produrre pronunciati effetti locali, riferiti ad una situazione di rilievo topografico o di valle alluvionale incisa su basamento roccioso.

La microzonazione sismica (MS), quindi, ha lo scopo di riconoscere le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

Per tale motivo la microzonazione sismica è uno strumento molto utile per il governo del territorio, per la progettazione e per la pianificazione per l'emergenza.

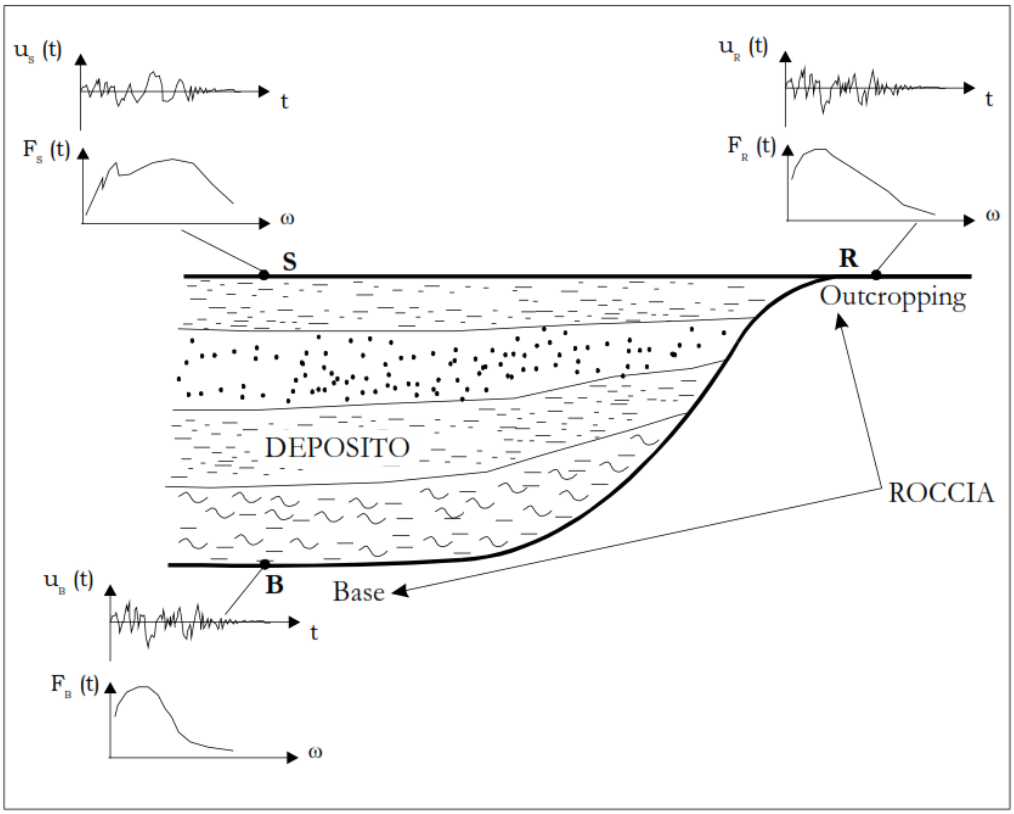


Fig. 2.1 – Schema di riferimento semplificato per la risposta sismica locale. Si può notare che nel raggiungere la superficie il segnale sismico si modifica non solo nel tragitto B-S (roccia – terreno) ma anche nel tragitto B-R (roccia-roccia) in seguito a variazioni topografiche di sottosuolo.

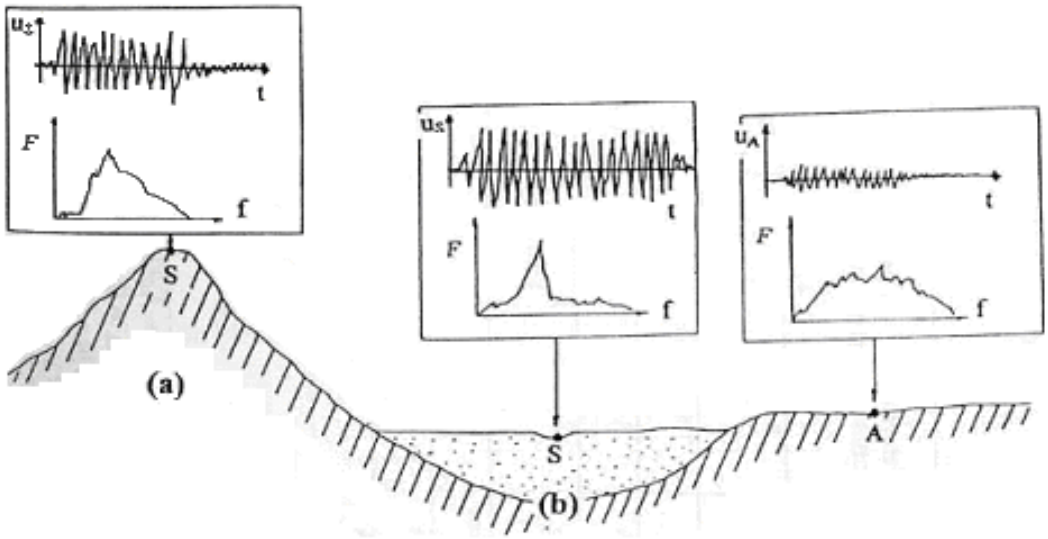


Fig. 2.2 – Tipiche configurazioni responsabili di effetti locali (G. Lanzo, 1999).

Nella sostanza, lo studio di MS viene sintetizzato in una o più carte del territorio nelle quali sono indicate:

- le zone in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante e, pertanto, gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- le zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
- le zone in cui sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali. ecc.).

2.2 Livelli di approfondimento degli studi di MS

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 che consiste nella elaborazione di dati preesistenti, eventualmente integrati con nuove conoscenze, al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie sopra descritte;
- il livello 2 introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce la *Carta di microzonazione sismica*;
- il livello 3 restituisce una *Carta di microzonazione sismica con approfondimenti* su tematiche o aree particolari.

2.3 Gli obiettivi della Microzonazione Sismica

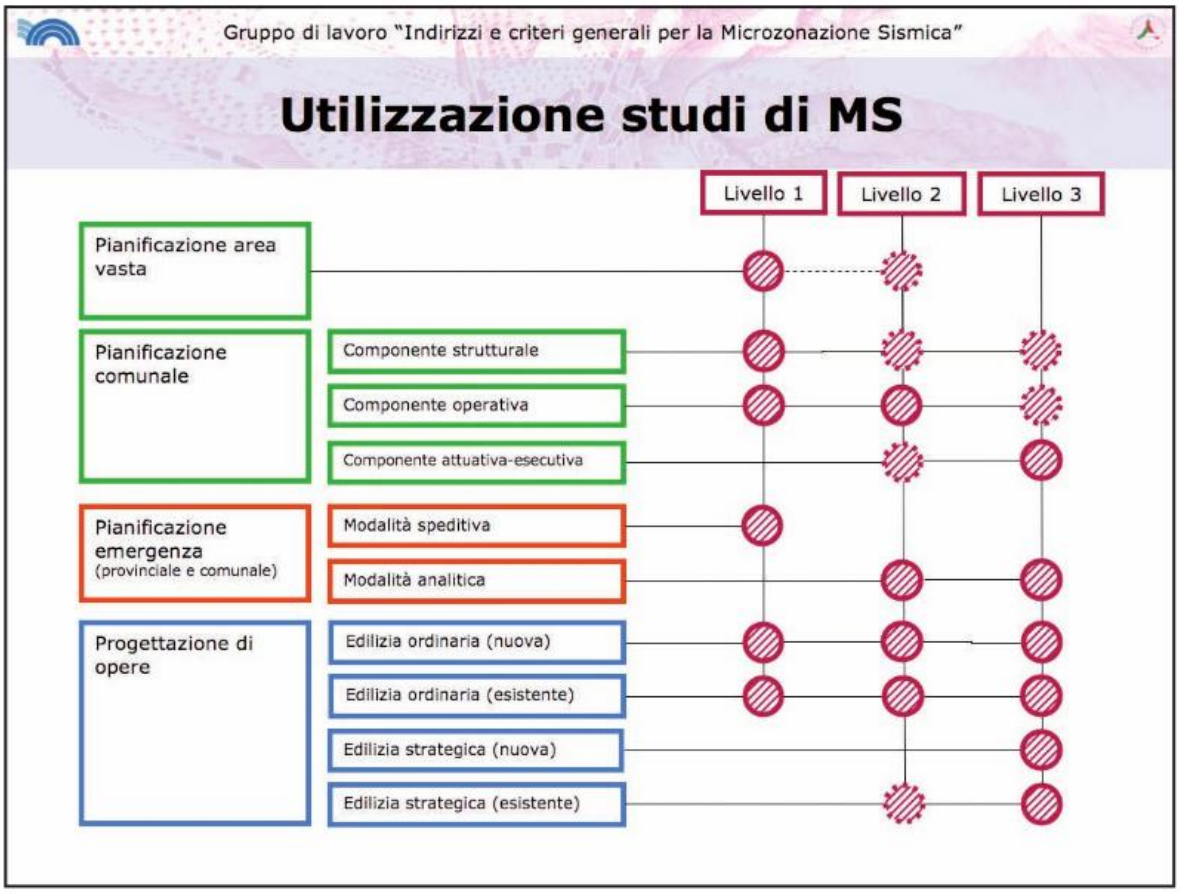
Nella pianificazione territoriale, gli studi di MS sono di fondamentale importanza nella pianificazione al fine di:

- orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti
- definire gli interventi ammissibili in una data area;
- programmare le indagini e i livelli di approfondimento;
- stabilire orientamenti e modalità di intervento nelle aree urbanizzate;
- definire priorità di intervento.

Nella pianificazione d'emergenza sia di livello comunale che provinciale, gli studi di MS consentono una migliore e consapevole individuazione degli elementi strategici di un piano di emergenza e in generale delle risorse di protezione civile.
La conoscenza dei possibili effetti locali indotti da un evento sismico su un territorio contribuisce a:

- scegliere aree e strutture di emergenza ed edifici strategici in zone stabili;
- individuare i tratti "critici" delle infrastrutture viarie e di servizio e le opere rilevanti, in caso di collasso, per le quali potrebbero essere necessarie specifiche valutazioni di sicurezza.

Nella progettazione di opere nuove o di interventi su opere esistenti, gli studi di MS evidenziano l'importanza di fenomeni quali le possibili amplificazioni dello scuotimento legate alle caratteristiche litostratigrafiche e morfologiche dell'area e dei fenomeni di instabilità e deformazione permanente attivati dal sisma.
Gli studi di MS, quindi, possono offrire elementi conoscitivi utili per la progettazione di opere, con differente incisività in dipendenza del livello di approfondimento e delle caratteristiche delle opere stesse.
Per opere ordinarie esistenti sulle quali si eseguiranno interventi di modesto impatto potranno in vario modo essere utilizzate alcune informazioni qualitative proprie del livello 1.
Per opere ordinarie di nuova realizzazione i risultati di livello 1 potranno in generale orientare nella scelta degli approfondimenti specifici da effettuare, mentre l'utilizzabilità diretta dei risultati di livello 2 dipenderà dalla verifica della rispondenza delle caratteristiche delle zone omogenee con quelle del sito di interesse.



Studi di MS e utilizzazione nella pianificazione territoriale, nella pianificazione dell'emergenza e nella progettazione delle opere (ICMS 2008).

3. STUDIO MS L1 COMUNE DI SCHIO

3.1 Ammissibilità a contributo finanziario

Secondo l'Allegato A alla DGR n. 655 del 17.04.2012 in attuazione dell'articolo 11 del decreto-legge 28 aprile 2009, n. 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24.06.09, n. 77. O.P.C.M. 4007 del 29 febbraio 2012 (G.U. n. 56 del 7 marzo 2012). (L. 77/09, art. 11) il Comune di Schio rientra nell'elenco dei comuni del Veneto con accelerazione massima al suolo ag > 0.125 g per i quali le indagini di microzonazione sismica risultano ammissibili a contributo finanziario.

ISTAT	Prov.	Comune	ag (1)	Popolazione (2)
05024100	VI	Schio	0,162392	39.688

1) così come definita nell'Allegato 2 e con i valori riportati in Allegato 7 della OPCM n. 3907/2010
2) Fonte censimento popolazione ISTAT 2011 (banca dati anagrafe)

3.2 Contenuti dello studio MS L1 del Comune di Schio e data di aggiornamento

La parte A della presente relazione riporta i risultati dello studio di microzonazione sismica di livello 1 condotti sul territorio comunale di Schio (VI).

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.

Il quadro conoscitivo necessario a realizzare tale livello si basa sulla raccolta dei dati pregressi integrata con nuove indagini quali rilievi geologici, geomorfologici e geologico-tecnici, sondaggi, indagini geofisiche. Lo studio effettuato con la sintesi dei dati e delle cartografie è contenuto nei prodotti come elencati al punto 3.4.

3.3 Aspetti pianificatori

La DGRV 3308/2008 prescrive per i Comuni interessati la necessità che ogni strumento urbanistico comunale debba contenere, ai fini dell'adozione, uno specifico studio di compatibilità sismica (CS = MS) che fornisca una valutazione della pericolosità sismica di base. Lo strumento CS costituisce quindi parte integrante dello strumento urbanistico e concorre alle condizioni di sicurezza del territorio.

In particolare, per quanto riguarda il livello del P.A.T. lo studio è stato sviluppato con particolare attenzione alla verifica dalla conciliabilità della trasformazione urbanistica con le indicazioni derivanti dalla caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica del territorio in esame.

Da ciò discendono importanti valutazioni che sono state prese in considerazione per lo sviluppo del lavoro:

- Lo studio in oggetto ha carattere sia tecnico sia pianificatorio e nello sviluppo delle attività è stata rivolta particolare attenzione alle problematiche pianificatorie del rischio

geologico s.l. (inteso in senso lato sia sismico che idrogeologico) in modo da pervenire ad uno strumento che possa veramente indirizzare la corretta trasformazione del territorio verso la sua progressiva messa in sicurezza senza causare eccessive penalizzazioni. Tale aspetto assume importanza ancora maggiore quando si opera su un territorio ad elevata complessità territoriale come quello di Schio e in particolare per:

- Elevata densità di popolazione e articolata struttura insediativa (centro storico/diffusi centri minori/servizi diffusi e importanti/diffuse e importanti infrastrutture a rete …); presenza quindi di molti edifici strategici e di importanza rilevante da sottoporre a verifica di agibilità sismica (OPCM 3274/03).
- Forte vocazione industriale della struttura produttiva locale (il 9% delle unità locali dell'Altovicentino opera in tale territorio) con una diffusa presenza di attività ad elevato valore aggiunto e con particolare domanda edilizia (di pregio/geoimpattanti/estese/con molti addetti).
- Programmazione aperta. Il progetto Policittà di Thiene-Schio-Valdagno ha l'obiettivo di programmare il sistema insediativo in modo coordinato e concertato tra i poli di riferimento e i comuni contermini.
- Struttura geologica articolata con presenza di fenomeni geologici, idrogeologici, e geomorfologici differenziati e interconnessi (pianura/collina/montagna).
- Importante presenza di Patrimonio Storico ed artistico (con maggiore vulnerabilità sismica)

- Lo studio MS L1 va ad inserirsi nel PATI in corso con il quale sarà necessario attuare un'attività sinergica per pervenire ad un inserimento armonico del nuovo strumento con l'individuazione di eventuali criticità.
- Ulteriori interrelazioni pianificatorie. Lo studio in oggetto assume importanza strategica non solo per il PATI ma anche per altri strumenti pianificatori, in primis il Piano di Protezione Civile Comunale.
- Informazione alla popolazione. Il rischio sismico viene spesso percepito in modo sbagliato dalla popolazione. Non si vuole entrare nel problema dei comportamenti da tenere in condizioni di sisma, per il quale si rimanda al Piano di Protezione Civile, ma è tuttavia importante far conoscere i diversi aspetti di pericolosità e rischio e diffondere la conoscenza delle condizioni di rischio sismico del territorio su cui si abita; da ciò deriva

la possibilità di far comprendere meglio il valore della prevenzione e della mitigazione del rischio.

- Aspetti gestionali e informatici. Lo studio di microzonazione sismica è stato attuato nel rispetto di tutte le prescrizioni regionali e nazionali sulle procedure e sugli standards informatici.

3.4 Organizzazione dei contenuti dello studio MS L1.

Lo studio di micro zonazione sismica svolto è costituito dai seguenti elaborati

PARTE A – STUDIO MICROZONAZIONE SISMICA L1		
tipo	**sigla**	**descrizione**
Testo	**A-RT**	Relazione Tecnica
Tavole	**A-TAV.0**	Cartografie geologiche di base
	A-TAV.1	Carta delle Indagini
	A-TAV.2	Carta Geologico Tecnica
	A-TAV.3	Carta della Frequenza naturale del terreno
	A-TAV.4	Carta della Pericolosità sismica locale - PSL
	A-TAV.5	Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica - MOPS
	A-TAV.6	Sezioni Geologiche
	A-TAV.7	Ubicazione misure vibrometriche su edifici significativi
Allegati	**A-All.1**	Tabelle identificazione indagini
	A-All.2	Indagini pregresse PATI
	A-All.3	Indagini pregresse L.464/84
	A-All.4	Indagini pregresse Tangenziale Sud
	A-All.5	Indagini integrative
	A-All.6	Verifica qualità Carta MS
	A-All.7	Verifiche vibrometriche su 10 edifici significativi

4. METODOLOGIA DI LAVORO ED ARTICOLAZIONE IN FASI

4.1 Metodologia di lavoro

Come già focalizzato in precedenza lo studio MS L1 del Comune di Schio, persegue l'obiettivo della riduzione del rischio sismico del territorio considerato. In particolare lo studio è volto ad individuare le aree soggette ad amplificazione sismica locale ed instabilità in caso di terremoto, in maniera da orientare le scelte, nella fase di progettazione urbanistica, verso aree a minore pericolosità sismica e supportare qualsiasi altro intervento finalizzato alla riduzione del rischio sismico (es.: interventi di riqualificazione urbanistica, messa in sicurezza, ecc.).

Lo studio della pericolosità sismica è stato affrontato analizzando sostanzialmente due elementi:

1. le caratteristiche sismiche dell'area, ossia la presenza e/o distanza dalle sorgenti sismiche attive, l'energia e il tipo dei terremoti nonché la frequenza degli eventi. Questi aspetti afferiscono alla "pericolosità sismica di base" ;
2. le caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio di riferimento; infatti queste caratteristiche possono influenzare notevolmente le caratteristiche dell'evento sismico in superficie e costituire appunto gli elementi predisponenti al verificarsi dei fenomeni di amplificazione o di instabilità del suolo (cedimenti, frane, liquefazione). Questi aspetti afferiscono alla "pericolosità sismica locale".

Lo studio della "pericolosità di base" e della "pericolosità locale" di primo livello hanno teso sostanzialmente al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

1. individuare qualitativamente le aree che necessitano di approfondimenti;
2. definire le tipologie di effetti attesi;
3. individuare il modello geologico di sottosuolo preliminare

Si precisa che i risultati di questi studi afferiscono al quadro conoscitivo e vengono successivamente applicati nella redazione degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica; forniscono inoltre indicazioni per l'applicazione, in fase di progettazione, delle vigenti Norme Tecniche delle Costruzioni (DM 14/1/2008).

La metodologia descritta recepisce quanto già determinato per la redazione dei nuovi strumenti urbanistici e loro varianti, P.A.T. e Piani di Intervento, con la DGR n° 3308 del 4/11/2008 e la integra con attività migliorative.

4.2 Articolazione in Fasi del lavoro

Il Lavoro è stato articolato in diverse fasi al fine di organizzare adeguatamente tutte le varie attività previste per l'esecuzione dello studio.

Fase	Attivita'	Descrizione
Fase 0	Analisi degli strumenti esistenti.	Si è attuata la presa visione tecnica della situazione degli strumenti urbanistici vigenti e in corso di produzione, con particolare riguardo al PRG, al PATI. Inoltre si è presa visione anche del Piano di Protezione Civile. Tale attività ha permesso di analizzare lo stato dei lavori ed il livello di conoscenza geologica presente nei vari Piani al fine sia di utilizzare al meglio le informazioni già disponibili sia di valutare i possibili margini di miglioramento da apportare con lo studio di MS L1.
Fase 1	Individuazione dell'area di indagine e recupero dei dati pregressi	Si è condotta l'analisi per individuare le aree sulle quali condurre lo studio, secondo le prescrizioni normative esistenti e le finalità del lavoro. Il recupero dei dati pregressi esistenti nel territorio in esame è risultato di fondamentale importanza. Tale attività è stata realizzata prioritariamente all'impostazione delle nuove campagne di indagini in modo da poter effettuare una corretta programmazione nelle aree meno conosciute. Si sono recuperate tutte le informazioni esistenti e reperibili riguardanti il territorio in esame.
Fase 2	Rilievi di controllo sul terreno e Piano delle Indagini Integrative	Sono stati effettuati i controlli in situ mediante sopralluoghi e rilevamenti tecnici per verificare i dati acquisiti ed i dubbi geologici emersi. Sulla base di tutte le informazioni acquisite si è attuato il Piano delle Indagini Integrative preventivamente concordato con il Committente.
Fase 3	Produzione MS	Elaborazione e restituzione dei dati a formare lo studio MS L1 secondo le specifiche tecniche assunte e le normative di settore vigenti.

5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DELL'AREA DI STUDIO

5.1 Delimitazione dell'area ai fini dello studio MS L1

L'art. 5 comma 4 della OPCM 4007/2012 prevede che le Aree naturali protette e/o SIC, ZPS e/o le aree a verde pubblico che risultano classificate R4 dal Piano di Assetto Idrogeologico competente (PAI) non possano essere microzonate con i fondi statali.
Nella parte settentrionale del territorio comunale è presente il sito di Rete Natura 2000 (SIC ZPS IT3210040) denominato "Monti Lessini - Pasubio - Piccole Dolomiti Vicentine".
Tuttavia il PAI di competenza (si veda Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione) non evidenzia la presenza di aree classificate a rischio molto elevato (R4) né di tipo idraulico né di tipo geologico.

In qualsiasi caso si vuole portare l'attenzione sul fatto che lo studio MS di primo livello per la sua finalità di ricostruzione di un quadro conoscitivo di base in ottica sismica del territorio va in sostanza ad integrare il Quadro Conoscitivo e la documentazione di progetto degli strumenti urbanistici PAT e Piani di Intervento e loro varianti, come previsto dalla DGR n. 3308/2008. Per tale motivo è necessario e opportuno che, indipendentemente dai vincoli economici, lo studio MS di primo livello sia attuato all'ambito di applicazione dello specifico strumento urbanistico che nel nostro caso corrisponde all'intero territorio comunale.

Per quanto sopra analizzato per il Comune di Schio lo studio di microzonazione sismica di primo livello è stato attuato sull'intero territorio comunale.
Inoltre, le attività di base quali la raccolta dei dati pregressi, i controlli ed i sopralluoghi di campo, la ricostruzione dei modelli geologici di riferimento sono state estese ad una fascia più ampia, esterna ai confini comunali, al fine di aumentare il grado precisione e la qualità dello studio per una estensione compresa per lo più fra 2 e 3 km ed in alcuni casi anche maggiore.

La superficie di studio complessiva (territorio comunale più area estensiva) è risultata pari a circa 100 Kmq.

5.2 Localizzazione geografica dell'area MS L1

La Tabella sottostante riporta le coordinate geografiche del centroide dell'area di studio MS L1 (Comune di Schio).

Coordinate geografiche centroide Schio			
Sistema di riferimento		**Latitudine**	**Longitudine**
DD (Decimal Degrees – WGS84)		45.716667	11.366667
DDMMSS (DD, minutes & seconds)		45°43'0"N	11°22'0"E
UTM	32T	X 684188	Y 5065292

5.3 Basi cartografiche di riferimento

Per lo studio, l'elaborazione e la rappresentazione dei dati cartografici ci si è basati sulla carta tecnica regionale vettoriale, alla scala nominale di 1:5.000, georeferenziata nel sistema di riferimento cartografico ufficiale in uso alla Regione del Veneto, Gauss-Boaga fuso ovest. Gli elementi CTR a scala 1:5.000 utilizzati per la rappresentazione del territorio comunale di Schio sono riportati nella tabella riportata a fianco.

codice	nome
102041	Passo Campedello
102042	Monte Novegno
102043	Pozza
102081	Poleo
102082	Torrebelvicino
102121	Passo del Zovo
102122	Valdagno - Nord
103012	Monte Summano
103013	San Rocco
103014	Velo d'Astico
103051	Santorso
103052	Maglio Giavenale
103053	Schio
103054	Pornaro
103063	Molette
103064	Garziere
103091	San Vito di Leguzzano
103093	Monte di Malo
103094	Ca Trenta

5.4 Inquadramento geologico

La sequenza stratigrafica affiorante nel territorio comunale di Schio presenta litologie di età compresa tra il pre-Permiano, con le filladi quarzifere appartenenti al basamento metamorfico, ed il Terziario, con le formazioni arenacee del Miocene inferiore. Il substrato roccioso prequaternario affiora nella zona collinare e montuosa nella parte settentrionale del territorio comunale ed in quella meridionale a sud dell'alveo del Torrente Leogra, mentre nella parte centrale ed orientale del comune, che è anche quella maggiormente

antropizzata, è coperto dalla estesa e spessa coltre detritica alluvionale quaternaria (Figura 5.1 – si veda anche la TAV.0).

Nel dettaglio, partendo dalle formazioni più antiche si incontrano le seguenti litologie:

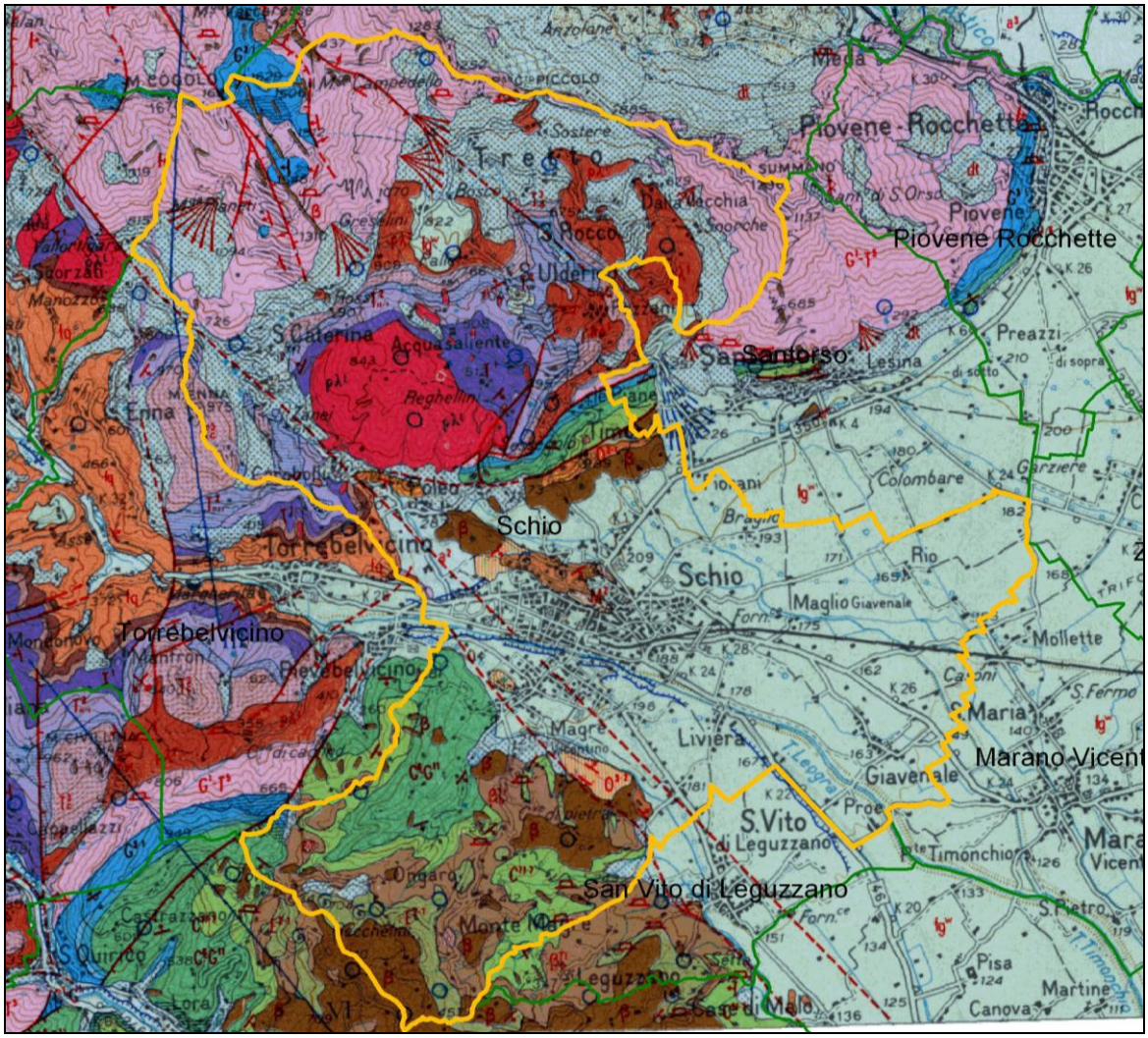


Fig. 5.1 – Stralcio della carta geologica d'Italia a scala 1:100.000 Foglio 36 (Schio) con la delimitazione del confine comunale in arancione (si veda TAV.0)

- *Filladi quarzifere (Pre-Permiano):* affiorano nei rilievi in destra del torrente Gogna (al confine con Torrebelvicino) e identificano i livelli rocciosi più profondi ed antichi del basamento; sono rocce metamorfiche dalla caratteristica fitta e sottile foliazione, generalmente molto fratturate ed alterate in superficie;

- *formazione di Werfen* (Scitico, affiorante in particolare nei pressi delle frazioni di Acquasaliente e Reghellini): potente successione di strati arenacei e siltosi di colore rosso, giallo o grigio, subordinatamente calcarei;
- *Calcare di Recoaro* (Anisico medio-inferiore): formazione molto variegata contraddistinta da calcari di colore grigio-bluastro con intercalazioni marnose, ma anche calcari marnosi ed arenacei talora dolomitici;
- *Formazione a Trinodosus* (Anisico superiore): calcari lastriformi con intercalazioni marnose e dolomie marnose; tale serie calcareo-dolomitica viene a volte sostituita, in tutto o in parte, da livelli di arenarie o marne arenacee e da banchi di brecce poligeniche e conglomerati (dintorni di Tretto), mentre a Tretto è in gran parte formata da calcari scuri fossiliferi;
- *Calcare di M. Spitz (Ladinico inferiore): calcari dolomitici di scogliera, che nei pressi di S. Ulderico e S. Rocco risultano superiormente eteropici con arenarie e tufi di vario colore, calcari nodulari e marne grigiastre;*
- *Porfiriti triassiche (Ladinico superiore, diffuse nel settore settentrionale di Schio): lave acide riolitiche (Riolite del M. Alba) e più basiche dacitiche-latitiche; tali formazioni presentano in genere un'intensa fratturazione ed alterazione in superficie, di natura argillosa;*
- *Dolomia Principale (Carnico, al confine con i comuni di Posina e Santorso): potente formazione costituita da dolomia bianca, grigia o rosata, in facies compatte e dure, con stratificazione solitamente in spessi banchi;*
- *Calcari Grigi di Noriglio* (Giurassico Inferiore, al confine con Posina): costituiti da una pila di strati calcarei grigi, con intercalazioni marnoso-argillose;
- *Rosso Ammonitico Veronese* (Giurassico medio-superiore): calcari rosei e biancastri nodulari, calcari rossi compatti, marmorei, lastriformi ad ammoniti, talvolta selciferi;
- *Biancone*: calcare grigio-biancastro, a chiazze scure, con intercalazioni argilloso-marnose;
- *Scaglia Rossa* (Cretacico superiore): calcari più o meno argillosi rosei o più spesso rossi dalla tipica fratturazione a scaglie (tali formazioni sono ben visibili nel settore meridionale di Schio);

- *Formazioni eruttive terziare* (Miocene inferiore): lave basaltiche e filoni basici, tufi e ialoclastiti stratificati e rimaneggiati, spesso gradati; tali formazioni vulcaniche presentano la tipica fratturazione ed alterazione argillosa in superficie;
- *Calcareniti grigio-chiare e brune* (Luteziano-Cuisiano superiore): stratificate, con grandi fossili nummuliti;
- *Calcarenite di Castelgomberto* (Oligocene medio-inferiore): affiora nella zona di Magrè ed è caratterizzata da calcari grossolani a madrepore ed echinidi;
- *Calcare di Lonedo* (Oligocene superiore): calcare biancastro, talora grossolano, nulliporico ed a coralli;
- *Arenaria di S. Urbano* (Miocene inferiore): arenarie e marne arenacee grigiastre;
- *Molasse* (Langhiano): litotipi grigi e friabili, leggermente marnosi;
- *Coperture quaternarie*: sono generate dall'evoluzione dei coni alluvionali del torrente Timonchio e Leogra e sono di natura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa. Talvolta, le alluvioni più antiche, risultano fortemente cementate a causa della precipitazione del carbonato di calcio e danno luogo a conglomerati tenacissimi. La natura poligenica delle alluvioni presenti rispecchia la varietà di formazioni rocciose presenti nei bacini dei relativi torrenti e l'eterogeneità è attestata dalla presenza di elementi arenaceo-marnosi, scistosi, eruttivi e carbonatici. L'area a cavallo del torrente Timonchio e ad est del Leogra (a valle della confluenza con il primo) è caratterizzata da livelli ghiaiosi che sono stati in seguito ricoperti da alluvioni argillose e sabbiose di limitato spessore. La coltre sabbioso-argillosa aumenta di spessore spostandosi verso S. Vito di Leguzzano. In generale i depositi quaternari presentano un grado di addensamento da medio ad elevato a causa del carico esercitato dai potenti ghiacciai formatisi durante la successione degli ultimi periodi glaciali. Lo spessore dei depositi alluvionali nella parte subpianeggiante centro-orientale del comune aumenta andando da ovest verso est. La superficie del substrato roccioso però non ha sempre un andamento omogeneo e regolare, e presenta alcune morfologie sepolte, evidenziate dalle linee isobate del substrato nella carta geologico-tecnica.

Per maggiori approfondimenti di carattere geologico e geomorfologico si rimanda agli elaborati geologici contenuti nella relazione del PATI di Schio e Valdagno.

5.5 Inquadramento tettonico

Dal punto di vista strutturale l'area di Schio risulta modellata secondo un sistema a pieghe molto ampie, i cui assi hanno orientamento prevalente ENE-WSW, ciò ha determinato nel territorio comunale una generale immersione delle formazioni verso SE. I tipi tettonici prevalenti sono rappresentati da pieghe-faglie, da faglie a rigetto essenzialmente verticale e da faglie in cui gli spostamenti sono prevalentemente orizzontali. Le maggiori linee di dislocazione possono essere raggruppate in due sistemi fondamentali: l'uno a direzione NNE-SSW, l'altro con orientamento NW-SE.

Mentre la tettonica fondamentale a pieghe è riferibile alla direttrice della Valsugana, i due sistemi di faglie interferenti presentano invece direttrici che si identificano con quelle delle grandi faglie delle Giudicare (NNE-SSW) e di Schio-Vicenza (NW-SE). Nell'area di Schio pertanto si ha una sovrapposizione degli elementi strutturali appartenenti a questi tre grandi sistemi tettonici, ed in particolare degli effetti legati all'attività della linea Schio-Vicenza.

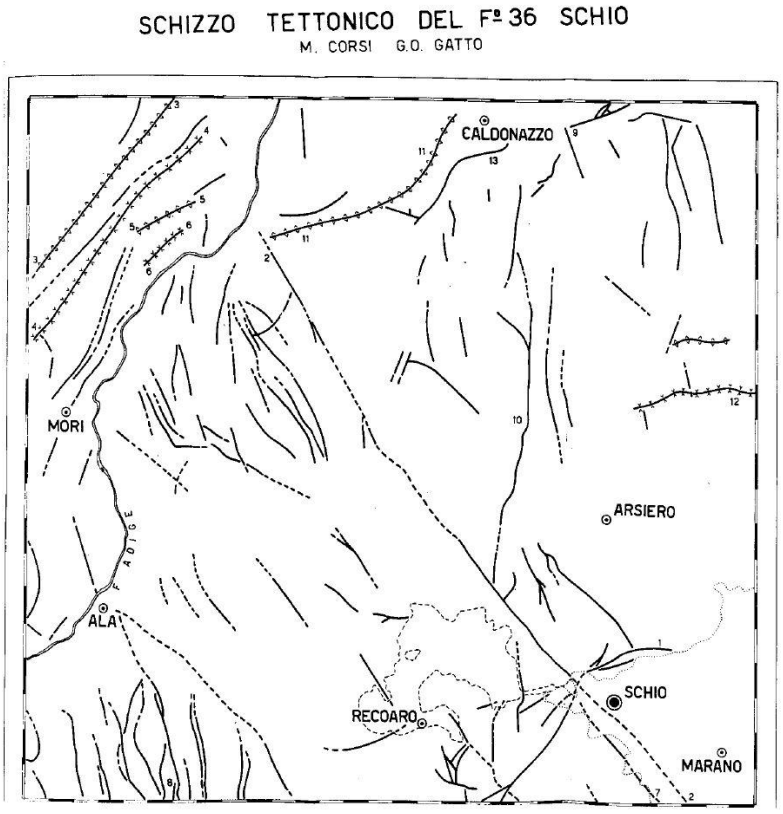


Fig. 5.2 – Schizzo tettonico tratto dalle Note illustrative del Foglio 36 della Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000

Quest'ultima costituisce per l'entità dei suoi rigetti e soprattutto per la sua estensione, uno fra gli elementi tettonici di maggior rilievo di tutta la regione veneto-trentina. Essa si identifica con un sistema o fascio di faglie, con orientamento NNW-SSE, di cui la direttrice fondamentale è data dalla faglia propriamente detta di Schio-Vicenza. La sua rilevanza appare evidente se si pensa che essa limita verso est sia i Colli Euganei, che i Berici, nonché le colline fra Schio e Vicenza. A nord di Schio s'incunea tra il M. Alba ed il M. Novegno, percorre la val di Posina e, mantenendo la medesima direzione, quasi raggiunge la V. Lagarina. I rigetti orizzontali e verticali sono estremamente importanti in quanto, in prossimità di Torrebelvicino, la faglia arriva a mettere a contatto le formazioni oligoceniche con il complesso delle filladi quarzifere del basamento e provoca dislocazioni considerevoli in corrispondenza delle masse eruttive triassiche.

5.6 Inquadramento geomorfologico

La morfologia del territorio comunale di Schio è piuttosto articolata, e comprende ambienti prettamente collinari e montuosi, per le zone a nord e a sud del centro abitato, e ambiente pedemontano e di alta pianura per la zona centro-orientale. I processi evolutivi e morfogenetici del territorio sono di conseguenza piuttosto vari e presentano aspetti di dinamiche geomorfologiche strettamente legate ai contesti degli ambienti deposizionali caratteristici di ogni diversa zona.

Nell'ambiente montuoso e collinare prevalgono i fenomeni legati alla gravità, innescati a causa della pendenza dei versanti; essi si differenziano sostanzialmente a seconda della natura degli ammassi rocciosi presenti, che si possono sostanzialmente suddividere in due tipi prevalenti: uno di origine vulcanica o metamorfica, l'altro di origine sedimentaria (calcarea o arenacea).

Nel primo tipo di ammasso roccioso, di natura vulcanica (in cui si includono le varie formazioni eruttive triassiche e terziarie, ed anche le filladi quarzifere pre-permiane) l'intensa fratturazione superficiale e la conseguente fascia di alterazione argillosa, che raggiunge talora profondità notevoli dal piano campagna, determina diffusi fenomeni di instabilità di versante per le scarse caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso. La tipologia prevalente di movimento è rappresentata dagli scivolamenti rotazionali e dalle colate, e dall'associazione dei due.

Nel secondo tipo di ammasso roccioso, costituito dalle formazioni dolomitico-calcaree ed arenaceo-marnose di origine sedimentaria, sono prevalenti i fenomeni di crollo e ribaltamento e vi sono estese plaghe e falde di detrito ghiaioso alla base dei ripidi versanti montuosi; la fratturazione dell'ammasso roccioso favorisce, in particolar modo nelle zone settentrionali di altopiano, l'instaurarsi di intensi fenomeni carsici, con presenza di numerose doline ed inghiottitoi.

Complessivamente nel territorio comunale sono state rilevate da varie fonti e poi verificate attraverso studio fotoaereo-interpretativo e rilievi di controllo in sito numerose decine di fenomeni franosi, dei quali nelle tavole è riportato anche lo stato di attività. La loro presenza è stata tenuta in particolare considerazione nel presente studio, in quanto può determinare notevoli amplificazioni locali degli effetti di un eventuale evento sismico.

Alla base dei rilievi, allo sbocco in pianura delle principali valli presenti nel territorio comunale, sono presenti coni di deiezione, nei quali il materiale detritico prettamente alluvionale si è mescolato con quello morenico e fluvioglaciale delle ultime fasi glaciali.

La zona di pianura è caratterizzata dalla presenza di una spessa coltre detritica alluvionale costituita dal materiale trasportato dai principali torrenti presenti (Leogra e Timonchio) e dai suoi affluenti, che nel loro divagare hanno depositato numerose decine di metri di spessore di alluvioni, prevalentemente ghiaiose. I tracciati di tali torrenti, ora regimati ed incanalati, ma in passato fortemente ed estesamente anastomizzati, hanno subìto nel tempo diverse modifiche dell'asse dell'alveo, con frequenti episodi di rotta ed esondazione.

Tra le morfologie di superficie, vi sono numerose creste accentuate e cigli su versanti con cambi di pendenza molto pronunciati, in particolar modo nei rilievi di natura calcareo-dolomitica. Da segnalare il rilievo emergente dalla pianura, allineato in direzione WNW-ESE presente nella parte settentrionale del centro abitato, tra Poleo, San Nicolò ed il Castello di Schio,ed inoltre alcuni altri rilievi minori, come ad esempio quello più a sud, del Castello San Rocco.

Vi sono inoltre alcune strutture profonde, evidenziate dall'analisi e dall'interpolazione dei dati relativi alle indagini pregresse, integrate da quelle eseguite appositamente per il presente studio; si tratta di avvallamenti e rilievi nella superficie del substrato, non visibili al piano campagna in quanto sepolti e coperti dalla coltre detritica. La loro individuazione è

importante in quanto in alcuni casi tali strutture possono determinare amplificazioni locali degli effetti in occasione di eventi sismici.

5.7 Inquadramento idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico il settore di valle appartiene al sistema monofalda dell'Alta Pianura veneta. Pertanto esso è costituito da depositi ghiaiosi a permeabilità medio-alta che sono sede di un potente acquifero freatico indifferenziato. La falda è alimentata dai corsi d'acqua disperdenti, dalle acque meteoriche di infiltrazione diretta e da quelle di ruscellamento provenienti dai rilievi montuosi e collinari.

Il gradiente è notevole (circa dell'1%), pertanto la soggiacenza aumenta rapidamente man mano che ci si allontana dai rilievi, con conseguente approfondimento del substrato. Dalla carta idrogeologica redatta per il PATI del comune di Schio, si può notare come, nelle zone ai piedi dei rilievi, la falda sia sostenuta dai livelli impermeabili limoso-argillosi e si attesti a profondità di circa 2-5 m dal p.c., per poi deprimersi rapidamente verso l'asse vallivo del Leogra. Dalle isofreatiche si deduce che la direzione prevalente di flusso è WNW-ESE, e segue, con molta probabilità, un andamento coerente con la massima pendenza del substrato.

L'elevato gradiente comporta, ai limiti orientali del confine comunale, una soggiacenza di oltre 60 m.

La maggior parte delle formazioni rocciose che costituiscono la sequenza stratigrafica di Schio è di origine calcarea (calcari, dolomie) e vulcanica (tufi, lave, rioliti). Le prime risultano essere permeabili principalmente per fratturazione e carsismo (il fenomeno è ben visibile in superficie dove affiora la Dolomia Principale), mentre le seconde pur essendo anch'esse fortemente fratturate ed alterate, sono sostanzialmente impermeabili, per la presenza di una notevole quantità di argilla nella fascia superficiale di alterazione.

6. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

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 $0.05g<a_g\leq0.15g$ (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.

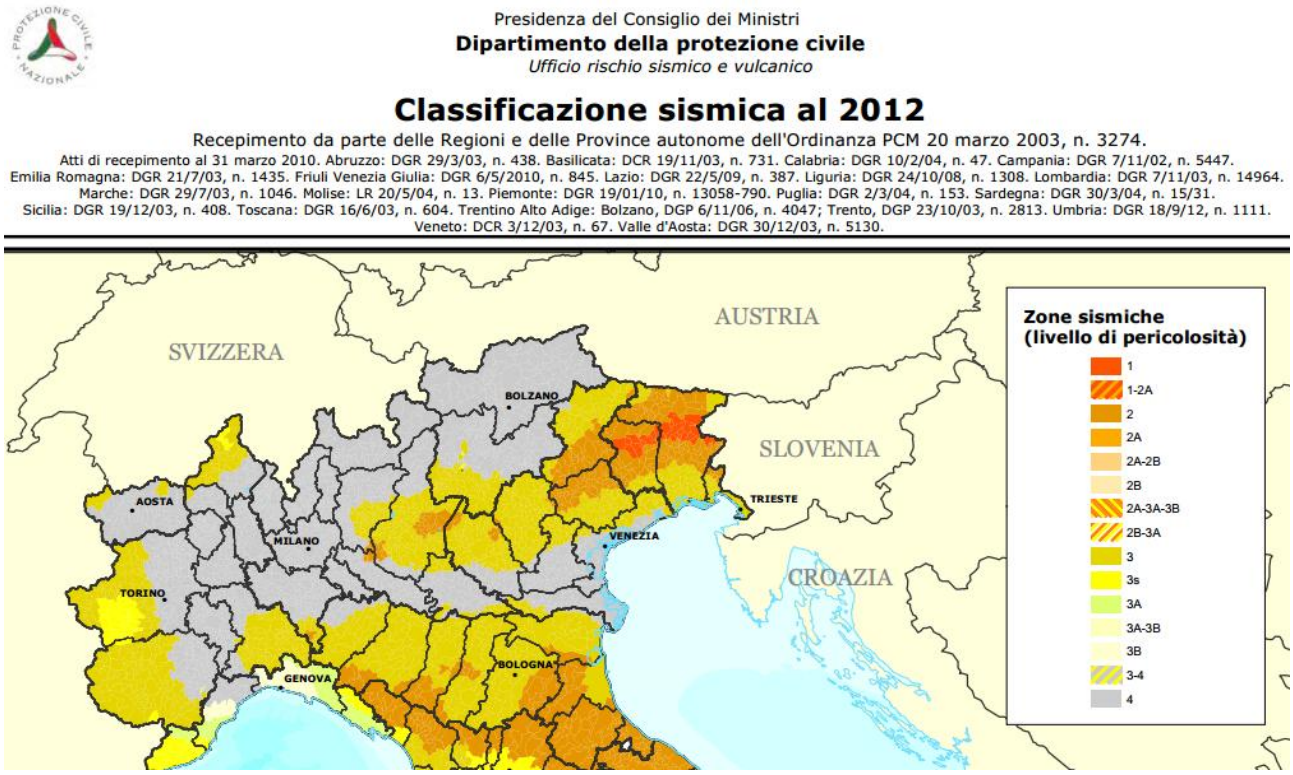


Figura 6.1 – Classificazione sismica dei Comuni italiani ex OPCM 3274/2003 e s.m.i. (Nord - aggiornata 2012.)

Con l'OPCM 3519 del 28 aprile 2006, si è raggiunto un maggiore dettaglio delle zone sismiche superando il concetto di categoria legato alle suddivisioni amministrative della precedente Ordinanza (risulta superato il concetto di zonazione).

Tale provvedimento approva anche la Carta della Pericolosità Sismica di riferimento nazionale (consultabile in rete al sito *http://zonesismiche.mi.ingv.it*) sulla base dei valori

dell'accelerazione orizzontale massima a_g in suoli di categoria A, indicati su una maglia di 0.02° (fig. 6.2).

La pericolosità sismica di un territorio è rappresentata dalla frequenza e dalla forza dei terremoti che lo interessano, ovvero dalla sua sismicità. Viene definita come la probabilità che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un terremoto che superi una soglia di intensità, magnitudo o accelerazione di picco (Pga) di nostro interesse.

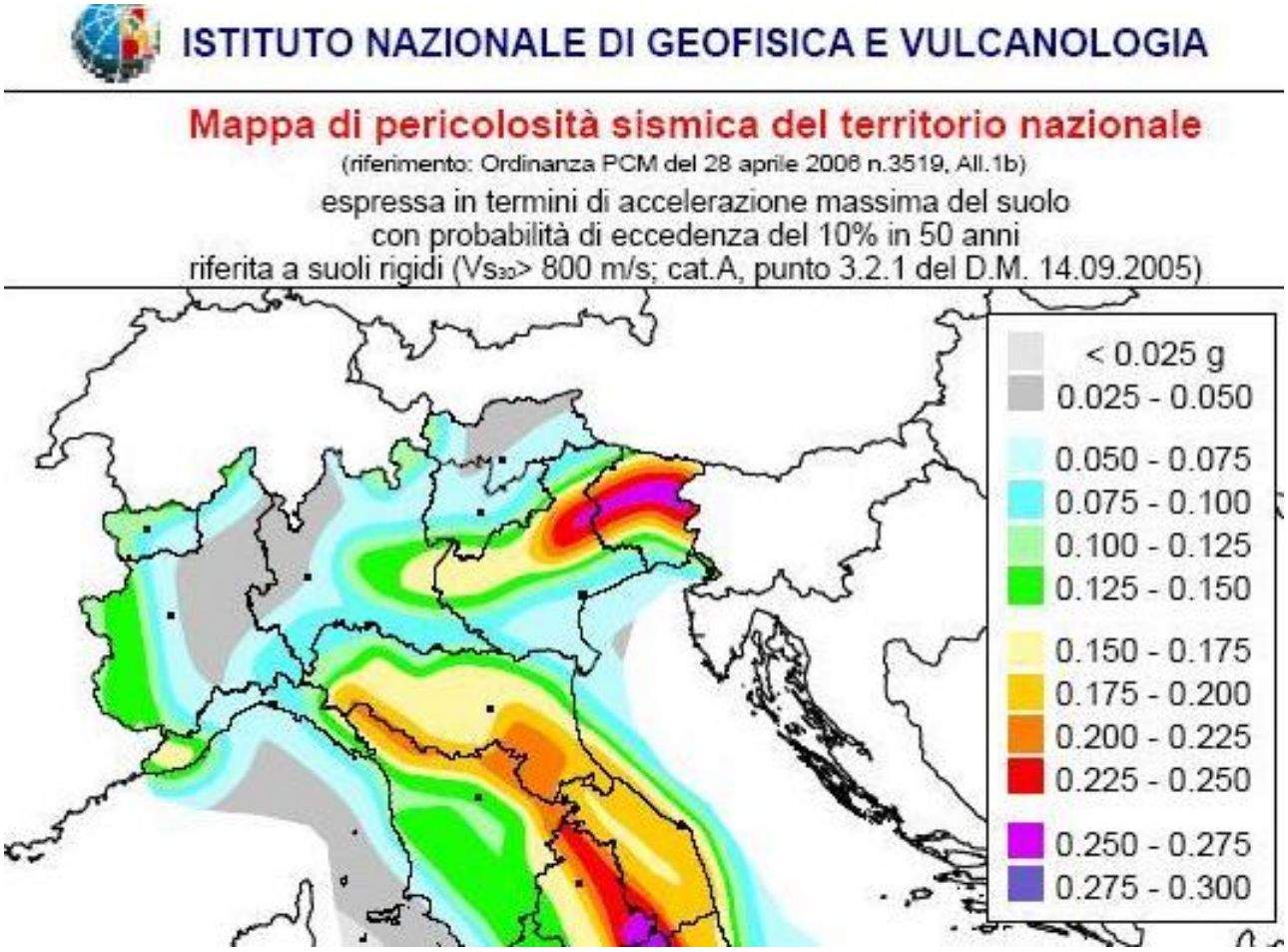


Figura 6.2 – Mappa di pericolosità sismica territorio nazionale (Centro Nord)

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 (Figura 6.3).

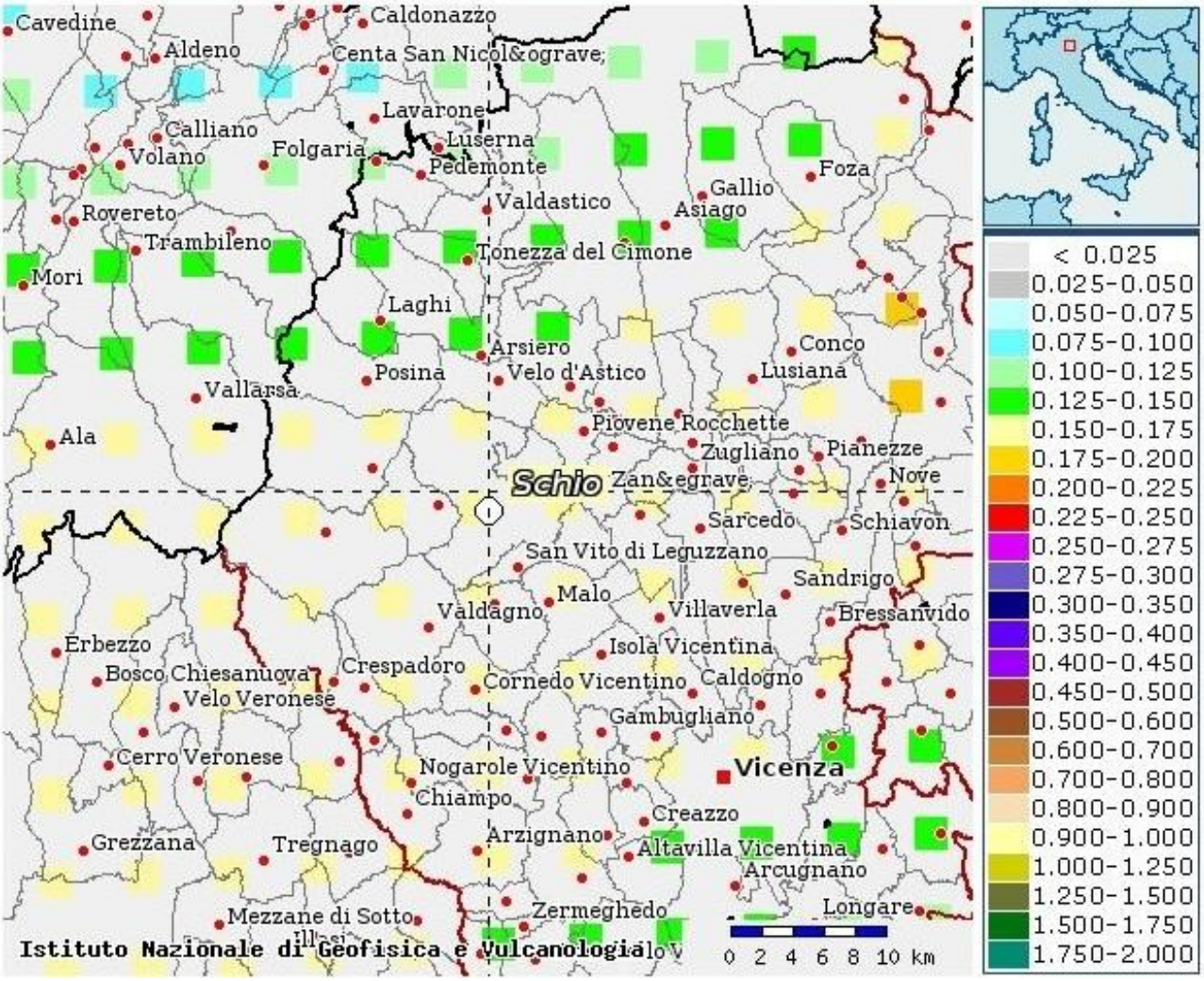


Figura 6.3. Particolare, relativo al comune di Schio, della Carta di Pericolosità Sismica (espressa in termini di accelerazione orizzontale massima del suolo a_g, con probabilità di eccedenze del 10% in 50 anni riferita a suoli di categoria A)

6.1 Caratterizzazione sismogenetica dell'area

Secondo la zonazione sismogenetica nella quale viene suddiviso il territorio italiano (detta ZS9, *Gruppo di lavoro INGV OPCM 3274/03, 2004,* App.2) la provincia di Vicenza ricade nella zona 906 (fig. 6.4a), che si estende da Bassano del Grappa sino a Verona, e fa parte di quelle 10 zone (dalla 901 alla 910) che definiscono l'arco alpino. La loro sismicità è

pertanto legata all'interazione tra le placche Adria-Europa, ed in particolare la 906 (così come la 904 e 905) è caratterizzata dalle strutture a pieghe sud-vergenti del Sud-alpino orientale e dalle faglie inverse ad esso associate.

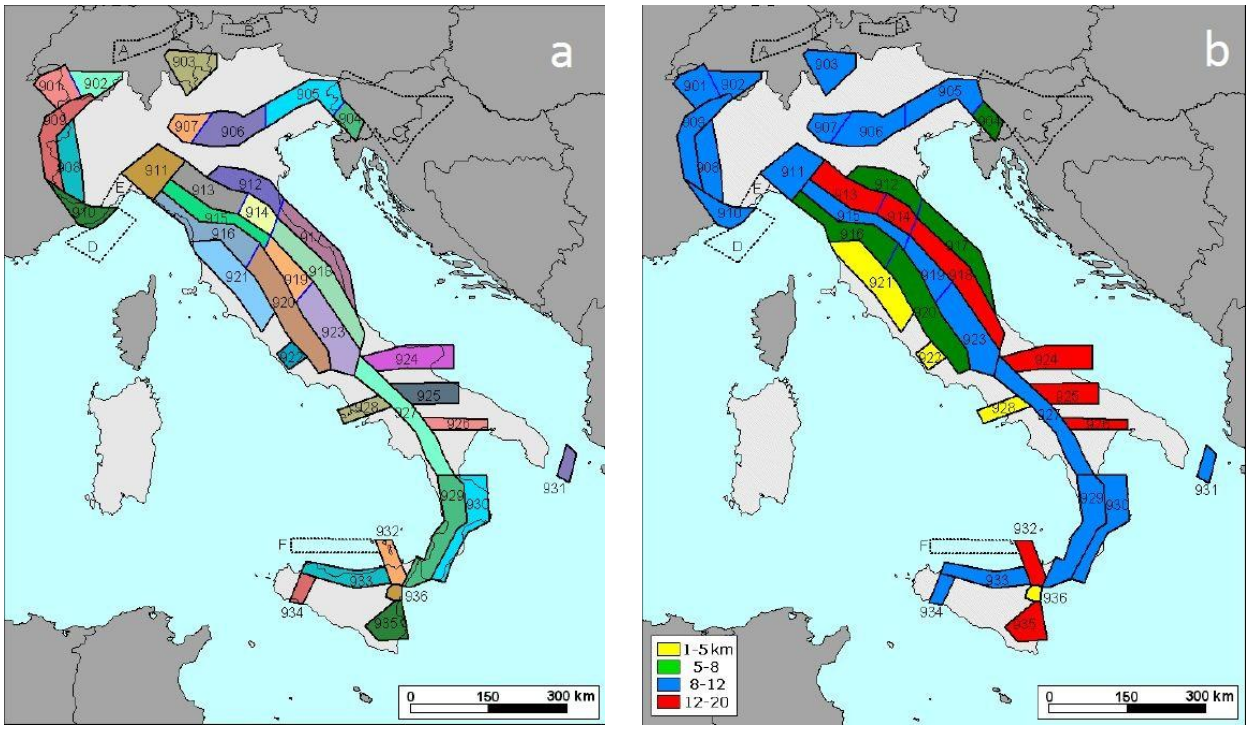


Figura 6..4. a) Zonazione sismogenetica ZS9; b) Classi di profondità associate alle diverse zone di ZS9.

Nella zona 906 si sono registrati 41 eventi con M_d>2.0, 34 con M_d>2.5 e 13 con M_d>3.0 (dove per M_d si intende magnitudo-durata), mentre la magnitudo massima M_d è stata pari a 4.7 (dati desunti dal catalogo della sismicità strumentale 1983-2002 dell'INGV).

La classe di profondità, associata alla zona 906, è 5-8 km (fig. 6.4b, intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti, ovvero quell'intervallo in cui presumibilmente avverranno i prossimi eventi sismici) mentre la profondità efficace è di 8 km (profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti).

Infine il meccanismo di fagliazione prevalente (quello che ha la massima probabilità di caratterizzare i futuri eventi significativi) è di tipo inverso.

La Figura 6.5 riporta la Carta della Pericolosità Sismica (OPCM 3519 del 28 aprile 2006) della regione Veneto dalla quale risulta evidente che i settori dove si generano le risposte

sismiche più rilevanti sono quelli al confine con la regione Friuli Venezia Giulia (in particolare in provincia di Treviso e Belluno). Per la provincia di Vicenza le accelerazioni orizzontali massime previste a_g sono pari a 0.175g.

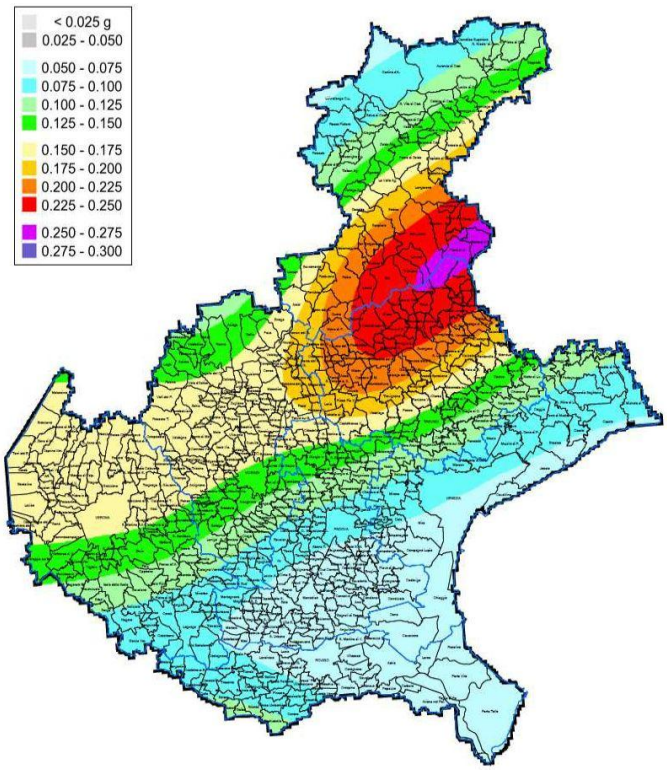


Figura 6.5. Carta di pericolosità sismica del Veneto, espressa in termini di accelerazione orizzontale massima del suolo a_g, con probabilità di eccedenze del 10% in 50 anni riferita a suoli di categoria A.

6.2 Cenni di sismicità storica del Veneto

Tra i terremoti storici più rilevanti, con epicentro nel Veneto, è opportuno segnalare:

- Treviso (778 d.C.)
- Verona (1117 d.C.)
- Asolo (25/02/1695)
- Alpago (29/06/1873 e 18/10/1936)

L'assenza di grossi eventi sismici recenti ha portato a definire il Veneto una regione sismica "silente", ma ciò non deve indurre alla conclusione che sia un territorio inattivo.

Infatti evidenze di movimenti recenti sono osservabili principalmente nella fascia pedemontana (in particolare al confine tra le province di Belluno e Treviso).
Il sollevamento recente del Montello (e la conseguente deviazione del Piave verso est) sono la testimonianza più evidente di una tettonica attiva in tempi molto recenti.

La pericolosità sismica del Veneto è in parte legata all'attività dei distretti sismici del Friuli e, in misura minore, dell'Alpago e del Garda.

Attualmente il territorio regionale è interessato da una sismicità di magnitudo medio-bassa, come evidenziato dal monitoraggio strumentale degli ultimi decenni (fig. 6.6, dal 1977 al 2006 sono stati registrati circa 1200 eventi di magnitudo compresa tra 2 e 3, localizzati per la maggior parte lungo la fascia prealpina tra l'Alpago e il M. Baldo, con profondità epicentrale per lo più compresa tra 7 e 15 km).

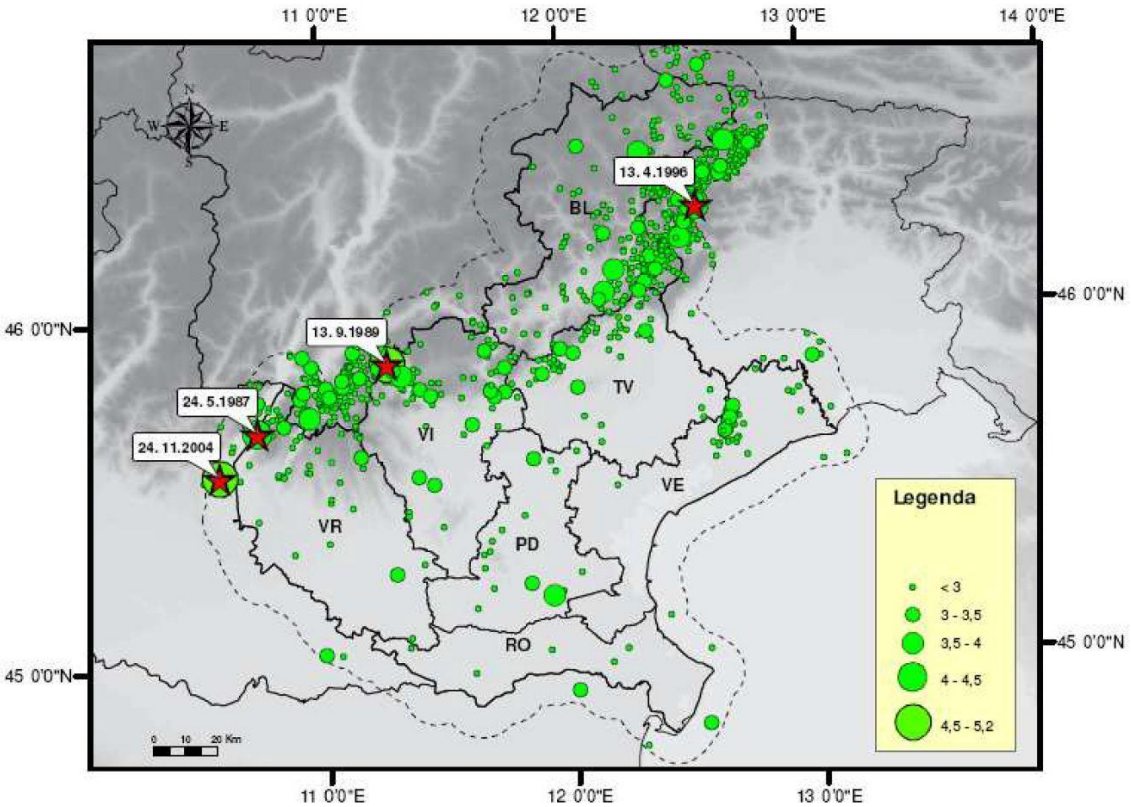


Figura 6.6. Distribuzione dei terremoti registrati dalla rete sismometrica nel periodo 1977-2006. Gli eventi con M_d>4, i cui epicentri ricadono nel territorio regionale o in prossimità del confine, sono identificati da una stella rossa (Garda 24/05/1987 M_d=4.2, Pasubio 13/09/1989 M_d=4.8, Claut 13/04/1996 M_d=4.2, Salò 24/11/2004 M_d=5.2)

6.3 Sismicità storica del comune di Schio

I dati relativi alla sismicità storica di Schio sono stati acquisiti dal Database Macrosismico Italiano (DBMI11, *Locati M. et al., 2011*) e si riferiscono alla finestra temporale 1000-2006 (tab.6.1, fig. 6.7).

Effetti	In occasione del terremoto del:				
Is	Data	Area dei maggiori effetti	Np	Io	Mw
5	07/06/1891 01:00	Valle d'Illasi	403	8-9	5.86 ±0.06
4-5	23/06/1892 23:20	Claut	71	5-6	4.71 ±0.14
4-5	09/08/1892 07:58	Valle d'Alpone	160	6-7	4.91 ±0.11
NF	27/10/1893 16:31	Longarone	54	5	4.60 ±0.26
4	02/11/1895 07:30	Valle de' Signori	11	5	4.30 ±0.45
F	04/03/1898 21:05	Valle del Parma	313	7-8	5.41 ±0.09
3	25/04/1907 04:52	Veronese	122	6	4.91 ±0.15
4	13/01/1909 00:45	Bassa Padana	799	6-7	5.53 ±0.09
2	25/11/1913 20:55	Val di Taro	73	4-5	4.84 ±0.20
4	27/10/1914 09:20	Garfagnana	618	7	5.76 ±0.09
2-3	14/04/1931 22:13	Giudicarie	160	6	4.92 ±0.10
5-6	06/05/1976 20:00	Friuli	770	9-10	6.46 ±0.09
3	09/11/1983 16:20	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09
5-6	13/09/1989 21:50	Pasubio	779	6-7	4.88 ±0.09
NF	17/07/2001 15:00	Merano	663	4	4.84 ±0.09

Tabella 6.1. Sismicità storica del comune di Schio acquisita dal DBMI11; Is= intensità macrosismica osservata al sito (MCS), Io=intensità epicentrale (MCS), Mw=magnitudo momento, Np=numero di osservazioni macrosismiche. Nella definizione degli effetti con la sigla NF si intende sisma "non avvertito", mentre F "avvertito" .

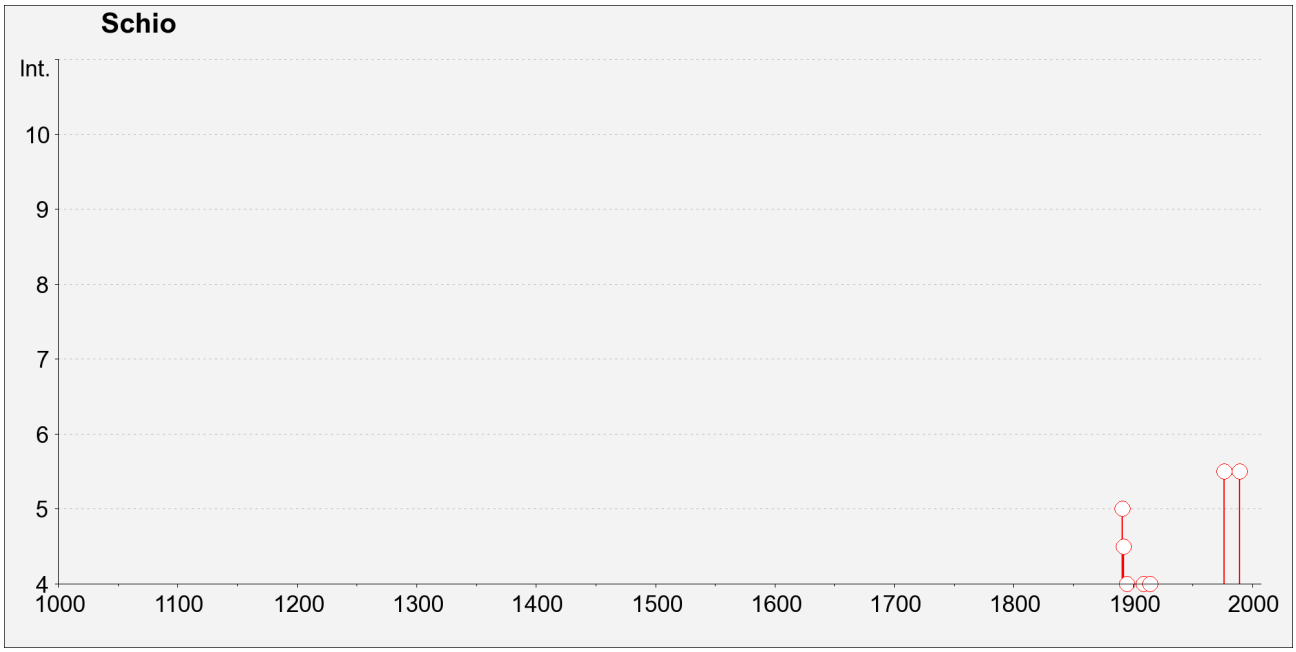


Figura 6.7. Il grafico riassume gli eventi storici del comune di Schio dal 1000 al 2006. In ascissa sono rappresentati gli anni e in ordinata le intensità macrosismiche (MCS).

Il database macrosismico DBMI11 riporta per il comune di Schio le intensità avvertite a seguito di 17 terremoti. Le massime sono attribuibili al sisma del Friuli (1976) e del Pasubio (1989) (con I=5-6), mentre gli epicentri più prossimi si riferiscono agli eventi della Valle d'Illasi (fig. 6.8), Valle d'Alpone, e appunto del Pasubio (fig.6.9). Sulla base di questi dati, poiché non sono state registrate intensità superiori a 5-6, si può affermare che nel corso della storia sismica di Schio non risultano eventi che abbiano causato danni rilevanti al territorio e/o al centro urbano.

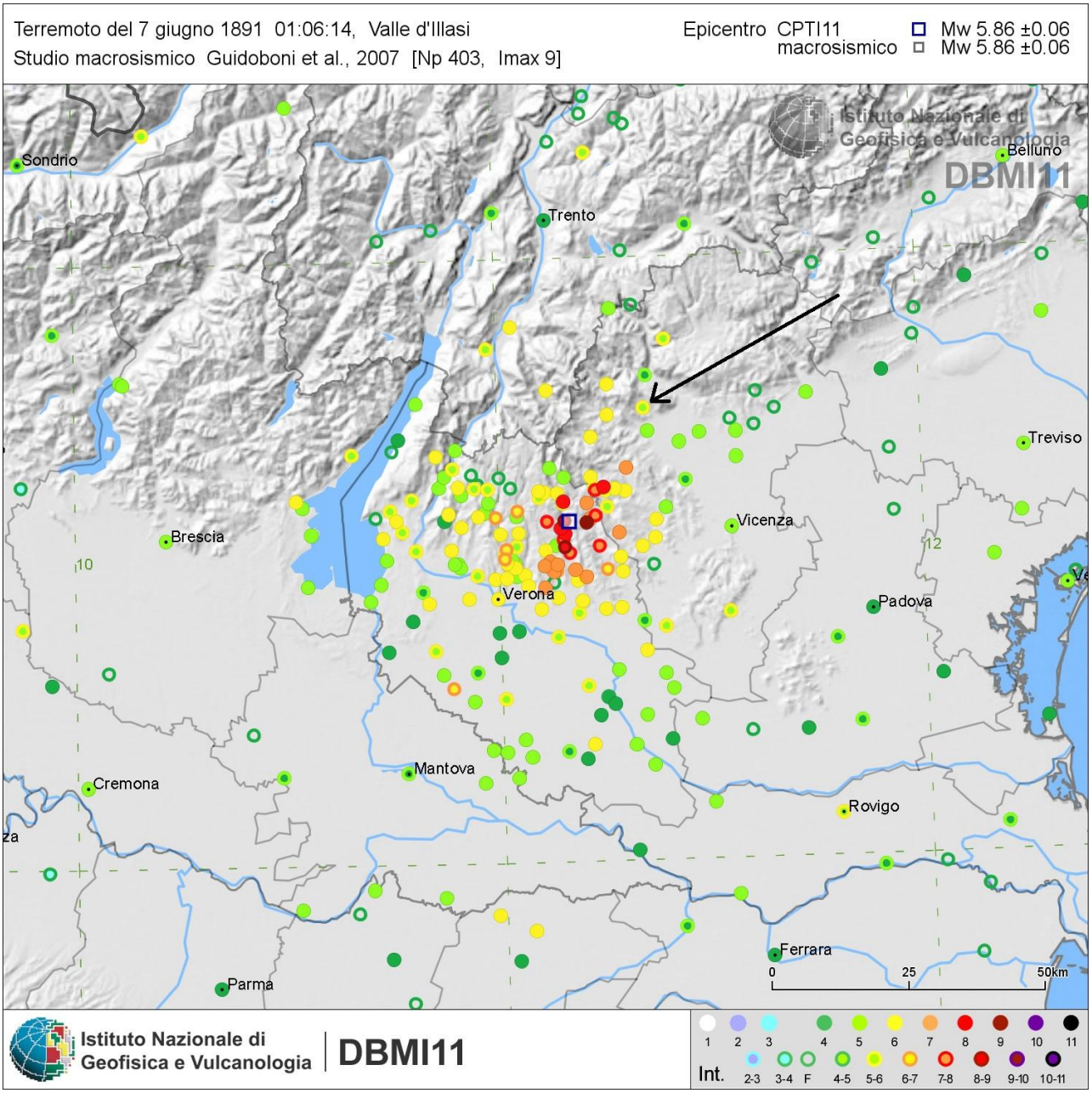


Figura 6.8. Sono rappresentate le intensità macrosismiche del terremoto con epicentro in Valle d'Illasi (7/06/1891). La freccia indica il comune di Schio.

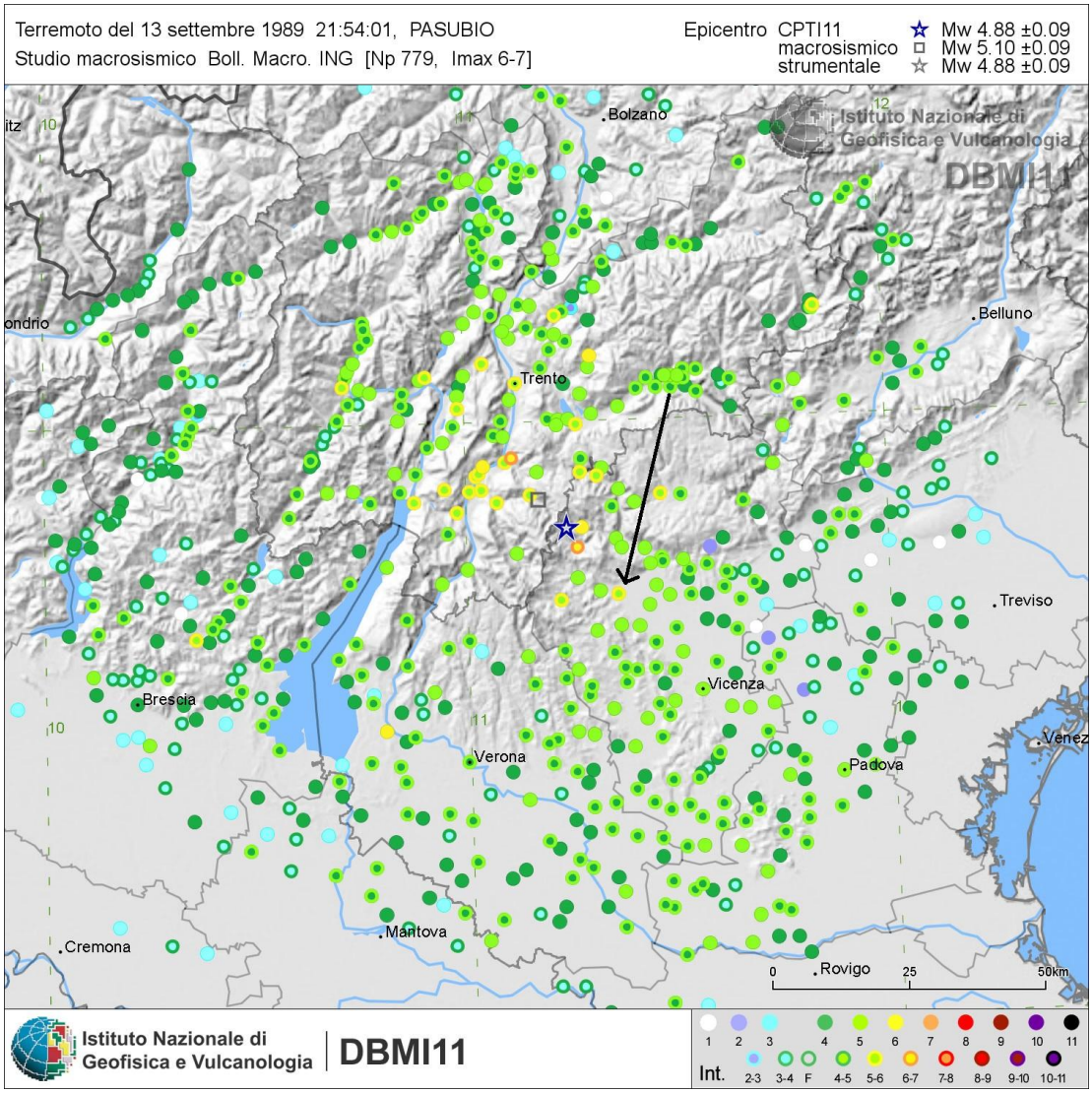


Figura 6.9. Sono rappresentate le intensità macrosismiche del terremoto con epicentro in Pasubio (13/09/1989). La freccia indica il comune di Schio.

Per quanto riguarda l'attività sismica recente si è consultato l'archivio ISIDE (Italian Seismic Instrumental and parametric Data-basE, consultabile in rete al sito *http://iside.rm.ingv.it*), che raccoglie i dati relativi alle scosse di magnitudo locale Ml≥1.8, registrate dalla Rete Sismica Nazionale Italiana, dal 16 aprile 2005 ad oggi.

Si riportano pertanto in tabella 6.2 gli eventi il cui epicentro è compreso in un raggio di 20 km dal comune di Schio (fig. 6.10). Come si deduce da questa, sono numerosi gli eventi di piccola entità che si verificano sul territorio scledense e limitrofo, a conferma che esso è sismicamente attivo. Infine si può constatare che, ad eccezione dell'evento del 18 maggio 2005 (Ml=3.4), tutte le scosse registrate presentano una magnitudo locale Ml≤2.7 e profondità ipocentrale generalmente compresa nei primi 10 km.

Id	Data	Ml	Profondità (km)	Id	Data	Ml	Profondità (km)
1	18/05/2005	3.4	21.6	23	24/02/2011	1.7	7.4
2	24/11/2005	2.0	10.0	24	25/02/2011	1.6	10.0
3	07/07/2006	1.3	10.0	25	28/03/2011	2.7	2.1
4	15/07/2006	1.0	10.0	26	28/03/2011	1.9	10.0
5	20/12/2006	1.9	10.0	27	19/05/2011	2.1	10.0
6	24/05/2007	1.2	10.0	28	20/06/2011	1.3	10.0
7	17/10/2007	1.9	10.0	29	16/07/2011	1.7	13.4
8	23/11/2007	1.2	10.0	30	29/07/2011	1.7	10.0
9	24/10/2008	1.9	8.8	31	11/09/2011	1.7	8.2
10	28/12/2008	2.0	6.0	32	13/10/2011	1.4	9.4
11	03/01/2009	1.7	2.4	33	26/12/2011	1.5	11.4
12	18/02/2009	1.3	10.0	34	01/01/2012	1.3	8.0
13	18/04/2009	2.5	2.0	35	17/02/2012	1.4	10.0
14	10/05/2009	1.2	4.1	36	20/04/2012	1.4	10.0
15	10/07/2009	1.2	6.0	37	06/05/2012	1.2	2.9
16	19/07/2009	2.4	2.0	38	07/07/2012	1.1	9.7
17	13/02/2010	2.2	8.2	39	02/08/2012	1.3	5.5
18	21/03/2010	1.7	9.5	40	07/09/2012	1.0	11.3
19	24/05/2010	1.5	7.4	41	22/10/2012	1.5	5.2
20	04/08/2010	1.4	7.1	42	28/10/2012	1.9	13.0
21	25/09/2010	1.8	9.0	43	09/11/2012	1.8	5.8
22	30/12/2010	2.1	9.0	44	11/12/2012	1.8	4.4

Tabella 6.2. Dati relativi a scosse recenti (archivio ISIDE, dall'aprile 2005 ad oggi) con epicentro collocato entro 20 km dal comune di Schio, ed Ml≥1.8.

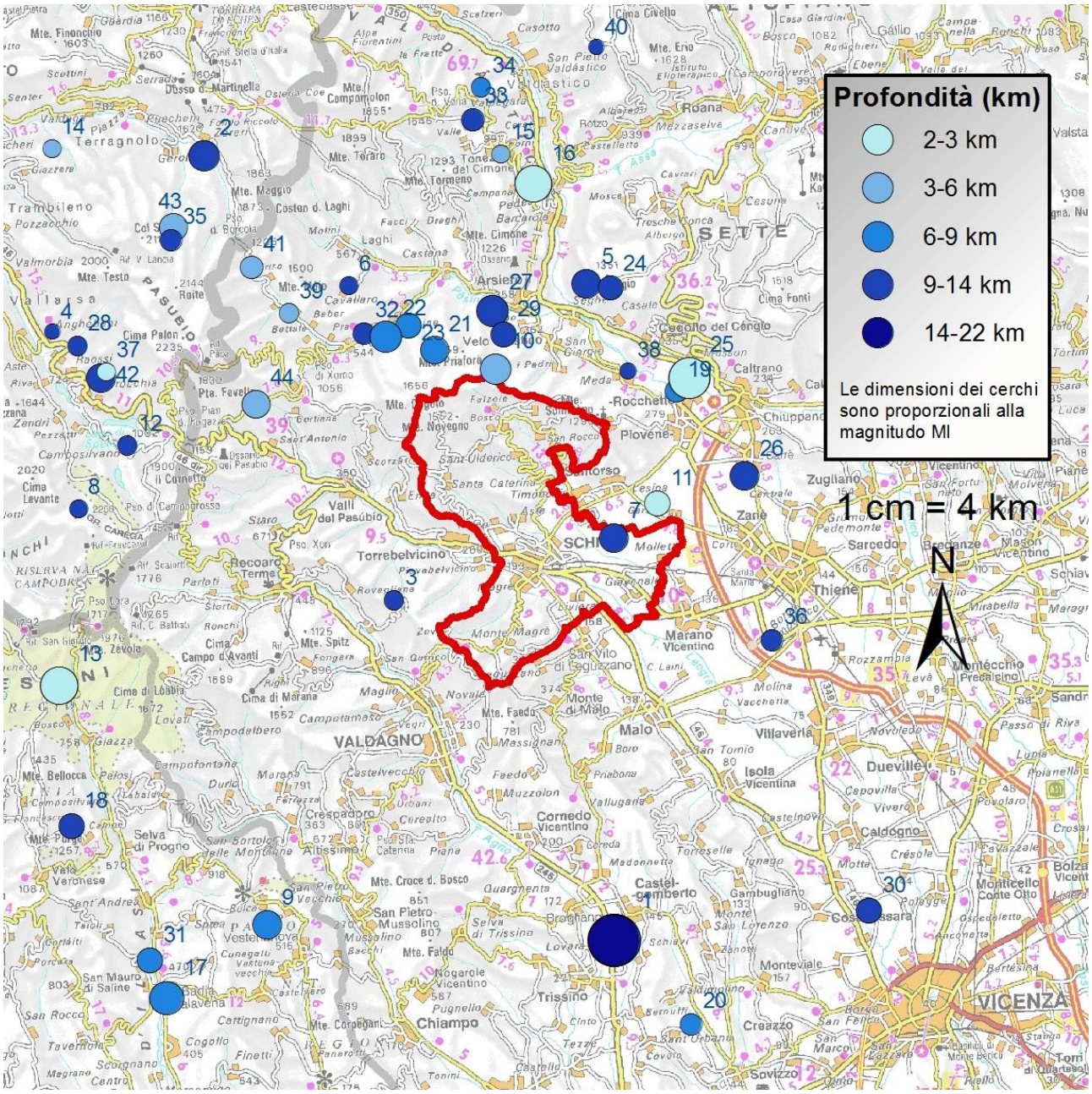


Figura 6.10. Ubicazione degli epicentri delle scosse relative alla tabella 2.2; in rosso è evidenziato il confine comunale di Schio.

7. RACCOLTA DELLE INFORMAZIONI PREGRESSE

La fase preliminare del lavoro si è esplicata nel recupero delle informazioni territoriali relative al comune di Schio e, successivamente, alla loro analisi ed elaborazione. Ciò al fine di acquisire un quadro conoscitivo il più possibile chiaro della situazione geologica,

geomorfologica, idrogeologica e geologico-tecnica. Le fonti dalle quali si sono attinte le diverse informazioni sono riportate nei paragrafi seguenti.

7.1 Contenuti geologici derivanti dal PRG e dal PATI

Sono state raccolte le indagini geologiche e le elaborazioni cartografiche (sia raster che vettoriali, in formato shapefile) relative al PATI in corso di definizione, quali:

- carta litologica,
- carta geomorfologica,
- carta idrogeologica,
- carta della fragilità.

Congiuntamente ci sono state fornite le relazioni geologiche utilizzate per la redazione del PRG e del PATI (dal 2004 al 2012), nelle quali sono presenti i dati relativi a:

- 85 prove penetrometriche dinamiche (DPL e DPSH, che indagano spessori variabili tra 3 e 10 m circa dal p.c.);
- 29 prove penetrometriche statiche (mediamente spinte sino a 5 m dal p.c.);
- 6 sondaggi a carotaggio continuo (raggiungono profondità comprese tra 10 e 15 m di profondità dal p.c.);
- 31 prospezioni geofisiche (12 sismica a rifrazione, 1 down-hole, 12 HVSR, 4 MASW, 2 ERT),
- 29 trincee esplorative,
- 3 test di permeabilità in situ,
- 2 prove di carico su piastra,
- 4 prove di compressione semplice ed 1 prova di taglio;

Le informazioni geologiche derivanti dalla relazione del PATI sono state analizzate ed elaborate, confrontandole ed integrandole con le altre disponibili, per la stesura delle carte di base del presente studio di microzonazione sismica. Sono state riscontrate numerose problematiche legate alla corrispondenza nell'ubicazione delle indagini geognostiche, tra quanto presente nel tematismo vettoriale puntuale in formato shape derivante dalla cartografia PATI ricevuta e quanto risultante dalle schede descrittive delle singole indagini. Sono quindi stati utilizzati gli stralci cartografici presenti nelle schede delle indagini per risalire alla loro ubicazione sul territorio.

Le schede relative alle prove allegate al PATI sono riportate nell'Allegato n.2

7.2 Indagini del sottosuolo (L. 464/84)

Si tratta dei sondaggi profondi censiti in ottemperanza alla legge 464 del 1984 (*Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio Geologico della direzione generale delle miniere del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale*) e disponibili in rete nel portale del Servizio Geologico d'Italia:
(*http://sgi.isprambiente.it/geoportal/catalog/content/project/indagini464.page*).

Sono stati reperiti per il territorio comunale di Schio e zone limitrofe 21 sondaggi a carotaggio continuo di cui 12 spinti sino a profondità inferiori a 100 m dal p.c. e 9 a profondità superiori;

Tali sondaggi, situati tutti nella zona di pianura e pedemontana, hanno consentito una più chiara definizione dell'assetto stratigrafico dei depositi alluvionali, della profondità della falda e del substrato (7 di questi hanno intercettato il substrato roccioso lapideo).

L'ubicazione esatta di tali prove è stata effettuata sulla base dello stralcio cartografico presente nelle singole schede descrittive.

Tali schede sono state riportate nell'Allegato n. 3

7.3 Indagini per la costruzione della nuova tangenziale sud di Schio

Si tratta di sondaggi geognostici eseguiti per la progettazione della nuova tangenziale sud di Schio - Via Maestri del Lavoro (Maggio 2010). In particolare sono stati effettuati:

- 4 sondaggi a carotaggio continuo di cui 3 spinti sino a 15 m dal p.c. ed 1 sino a 20 m dal p.c.,
- 19 sondaggi superficiali di profondità variabile tra 4 e 5 m.

Tali sondaggi sono ubicati al margine orientale del territorio comunale di Schio, nella zona di pianura alluvionale, e non hanno mai raggiunto il substrato lapideo, in tale area ben più profondo, ma costituiscono comunque un importante tassello nella ricostruzione geologico-tecnica del territorio.

Le schede descrittive sono riportate nell'Allegato 4

7.4 Cartografia geologica ufficiale

E' stata consultata ed utilizzata anche la Carta Geologica d'Italia alla scala di 1:100.000, foglio n. 36 – Schio, edizione del 1968, con le note illustrative, disponibile anche sul portale del Servizio Geologico Nazionale (*http://www.isprambiente.gov.it/it/cartografia*).

7.5 Ulteriori cartografie geologiche

Oltre alla carta geologica di base sono state consultate altre fonti cartografico-geologiche, dalle quali sono state tratte utili informazioni non solo sulla geologia di base, ma anche sulla tettonica e sulla geomorfologia dell'area:

- Carta geologica dell'area di Valli del Pasubio – Posina – Laghi, redatta dal CNR nel 1984
- Carta geologica dell'area di Recoaro, redatta dalla Università degli Studi di Padova nel 1979;
- Carta geologica della Regione del Pasubio, redatta dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque.

7.6 Censimento di ulteriori archivi e fonti

Oltre a quanto sopra riportato sono stati censiti ulteriori archivi territoriali, quali

- Archivio Sondaggi profondi (ISPRA): raccoglie i dati dell'attività di Esplorazione e Produzione degli idrocarburi in Italia depositati presso l'UNMIG dal 1957 a oggi, e che per legge possono essere resi pubblici dopo un anno dalla cessazione del titolo minerario della società che li ha realizzati
- Faglie capaci – ITHACA (ISPRA): Il progetto ITHACA (ITaly HAzard from CApable faults), prevede un database per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie.
- Archivio IFFI (ISPRA): Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia

- Carta Gravimetrica d'Italia alla scala 1:1.000.000 ed alla scala 1: 250.000 (ISPRA)
- Linee sismiche del progetto CROP e le indagini geofisiche effettuate ex Legge 464/84 oltre a quelle effettuate dal Servizio Geologico d'Italia (ISPRA)
- Archivi Regione Veneto: le seguenti banche dati, disponibili quali:
    - Banca dati del sottosuolo: che raccoglie ed omogeneizza i dati su pozzi e derivazioni per i quali è stato fatto richiesta di concessioni e/o autorizzazioni.
    - Banca dati indagini geotematiche (PRG, PAT ecc)
- Archivi dell'Autorità di bacino, in particolare per le informazioni sulle aree a rischio idraulico ed idrogeologico derivanti dal PAI (Piano di Assetto Idrogeologico)
- Archivio Comunale, Archivi Provinciali, Pubblicazioni Università, CNR, ecc.
- Archivi INGV (Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia)
- Archivio Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta

8. PIANO DELLE INDAGINI INTEGRATIVE

Sulla base della carta di pericolosità di base esistente e sulla base delle indagini pregresse acquisite è stato elaborato il Piano delle Indagini Integrative.

Le indagini integrative si sono rese necessarie per migliorare la conoscenza geologica del territorio comunale e determinare la categoria sismica di sottosuolo e le condizioni stratigrafiche di amplificazione sismica locale per le aree dove le informazioni geologiche disponibili risultavano scadenti.

E' stata effettuata una accurata revisione delle Carte Geologiche di base disponibili, con approfondimenti ad hoc e rilevamenti geologico-tecnici di controllo in loco per gli aspetti maggiormente attinenti allo studio in oggetto.

Notevole attenzione è stata posta nella mappatura dei depositi di copertura (con particolare riferimento a quelli con spessore maggiore di 3 metri), nella ricostruzione dettagliata di tutte le forme geomorfologiche, dei fenomeni gravitativi di versante e/o delle aree instabili e nell'individuazione del substrato roccioso mediante l'identificazione degli affioramenti significativi, particolarmente utili anche per l'individuazione delle caratteristiche geomeccaniche generali dell'ammasso roccioso.

Il Piano delle indagini integrative è stato preventivamente sottoposto al Comune di Schio per concordare ubicazione, tipologia di indagini nelle varie zone, tempistica, accessibilità ecc.

La tabella 8.1 riporta il Piano delle indagini Integrative effettuato.

Indagine integrativa	n. indagini integrative
Rilevamento geologico-tecnico adeguativo	intero territorio
Rilievo geomorfologico	intero territorio
Prove in situ (CPT)	15
Indagini geofisiche	50

Tabella 8.1 riassuntiva dei rilievi e indagini integrative attuate per lo studio MS L1 di Schio

8.1 Rilievo geologico-tecnico adeguativo

Controlli geologico-tecnici degli affioramenti sul territorio di interesse. I rilevamenti sono stati effettuati da geologi senior con esperienza specifica.

8.2 Rilievi geomorfologici di controllo

E' stato condotto il controllo geomorfologico dell'intero territorio mediante analisi stereoscopica di immagini aeree. Lo studio è stato effettuato da rilevatori geomorfologici esperti con apposite attrezzature e con particolare riguardo agli elementi geologici ed alle strutture geomorfologiche di specifico interesse per lo studio di MS (faglie, grandi fratture, grandi frane censite, instabilità di versante, strutture semisepolte ecc).

8.3 Nuove indagini geotecniche

Sono state effettuate 15 nuove indagini geognostiche finalizzate essenzialmente al controllo delle caratteristiche litologico-geotecniche e degli spessori dei depositi superficiali

costituiti da terreni sciolti coerenti ed incoerenti.
In particolare sono state effettuate prove penetrometriche dinamiche

Le prove sono state condotte sia nella zona di pianura-pedemontana che nelle zone collinari-montuose, e hanno consentito una migliore definizione dei parametri geotecnici dei terreni in alcune aree dove tali informazioni erano mancanti o scadenti. La profondità media raggiunta dalle prove è di circa 5 metri da p.c.
I risultati di tali prove sono stati raccolti nell'Allegato 5.

8.4 Nuove indagini sismiche.

Sono state effettuate 50 nuove indagini sismiche finalizzate a perfezionare ed approfondire la conoscenza delle caratteristiche sismostratigrafiche del sottosuolo del territorio comunale.
In particolare sono state effettuate:

- n. 40 indagini di misura passiva a stazione singola (HVSR) importanti ed essenziali per lo studio di livello 1, in quanto forniscono un valido strumento per la stima della frequenza fondamentale del sito.
- N. 10 indagini geofisiche di superficie di tipo MASW

I risultati di tali prove sono stati raccolti nell'Allegato 5.

9 CARTA DELLE INDAGINI (TAV 1)

La Tavola n. 1 riporta l'ubicazione di tutte le indagini utilizzate per lo studio MS L1.
Sono state distinte le indagini pregresse da quelle nuove integrative e per tipologia di indagine.
Ciascuna indagine è individuata da un codice identificativo univoco (ID). In Allegato 1 è riportata la tabella che permette di rintracciare l'indagine partendo dal codice informatico identificativo.

L'ubicazione delle indagini integrative è stata definita sulla base dei seguenti criteri:

- Presenza di zone a scarsa presenza di indagini pregresse;
- Conferma delle litologie prevalenti individuate nelle varie zone di affioramento;
- Spessori dei depositi di terreni sciolti;
- Geometrie di possibili corpi profondi in ottica MS;
- Informazioni sulla profondità del substrato litologico;
- Accessibilità ai punti di indagine e presenza di sottoservizi;

Le indagini sono state rappresentate, in forma simbolica e tipologica secondo la legenda prevista negli standard regionali per l'informatizzazione degli studi di MS con riferimento agli Indirizzi e Criteri di Microzonazione sismica (ICMS) a cura della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile e catalogati ed archiviati mediante software Arc-Gis.

L'insieme dei dati ha permesso di disporre di un totale di 291 indagini così suddivise:

Quantità	sigla	descrizione
29	CPT	prova penetrometrica statica
1	DH	Indagine down-hole
7	DPL	prova penetrometrica dinamica leggera
90	DPSH	prova penetrometrica dinamica super pesante
2	ERT	indagine geoelettrica tomografica
52	HVSR	indagine sismica passiva microtremore
2		prova di carico su piastra
4		prova di compressione semplice
1		prova di taglio
12		sismica a rifrazione
49		sondaggio a carotaggio continuo
29		trincea esplorativa
13	MASW	indagine sismica metodo MASW
291 totale indagini disponibili per MS L1 Schio (04/2013)		

9.1 Procedura per la verifica della qualità della Carta MS

Si è verificata la qualità della Carta di MS L1 del Comune di Schio applicando la procedura di riferimento riportata in Allegato 6.

La procedura fornisce alcune indicazioni semiquantitative sulla base del numero e della qualità dei dati raccolti per la redazione della carta.

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 è 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.

Si sottolinea, infine, che il numero dei dati di base attraverso i quali si può caratterizzare il substrato di un territorio è una componente dinamica.

La validità e l'attendibilità dei risultati raggiunti, è legata al numero dei punti di controllo ed alla qualità dei dati disponibili; è necessario quindi un continuo aggiornamento, via via che saranno acquisiti nuovi dati.

10. CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA (TAV.2)

Nella Carta Geologico Tecnica per la microzonazione sismica (TAV. 2) sono rappresentate tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche ed idrogeologiche) 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 ecc. Questi dati definiscono il modello di sottosuolo adottato per la microzonazione sismica del territorio comunale, ed in particolare sono funzionali alla realizzazione dei successivi elaborati (Carta della Pericolosità sismica locale – Tav. 4 e Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – Tav. 5).

Per la stesura di tale carta sono stati elaborati e sintetizzati tutti i dati derivanti dalle informazioni territoriali pregresse di carattere geologico-geotecnico, integrate dalle indagini e dai rilievi eseguiti appositamente per il presente studio.

10.1 Unità geologico-tecniche

Le unità geologico-tecniche sono state distinte tra terreni di copertura, substrato geologico rigido e substrato rigido molto fratturato .

La suddivisione dei terreni di copertura è stata effettuata sulla base del criterio granulometrico, utilizzando l'Unified Soil Classification System (leggermente modificato, ASTM, 1985), un sistema di classificazione dei suoli, adottato sia in ingegneria che in geologia, che può essere applicato alla maggioranza dei materiali non consolidati ed è composto da una sigla formata da due lettere (vedi Tabella 10.1 riportata di seguito).

La suddivisione delle unità del substrato geologico sono state definite tenendo conto della tipologia (lapidea, granulare cementata, alternanza di litotipi), della stratificazione (se esistente) e del grado di fratturazione (valutazione qualitativa).

La suddivisione dei diversi litotipi presenti nel territorio comunale di Schio ha permesso di definire le seguenti unità geologico-tecniche:

Terreni di copertura		
Sigla unità	***Descrizione***	***Litotipi***
RI	Terreni contenenti resti di attività antropiche	Riporti antropici significativi
GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie	Detrito di falda
GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia	Coni di detrito
GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	Depositi detritici alluvionali ghiaiosi con matrice sabbioso-limosa
GC	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla	Depositi detritici alluvionali ghiaiosi con matrice sabbioso-argillosa

Substrato geologico		
Sigla unità	***Descrizione***	***Litotipi***
LPS	Lapideo, stratificato	Formazioni calcaree, dolomitiche, marnose ed arenacee compatte
GRS	Granulare cementato, stratificato	Molasse
ALS	Alternanza di litotipi, stratificato	Formazione di Werfen
SF	Substrato geologico rigido molto fratturato	Formazioni vulcaniche, filladi, formazioni arenacee molto fratturate

Tabella 10.1 – Suddivisione dei litotipi presenti

La suddivisione è stata effettuata sulla base delle caratteristiche geologico-tecniche, con particolare riguardo alla granulometria per quanto riguarda i depositi detritici, e al comportamento geomeccanico per il substrato roccioso.

Tutte le formazioni di origine sedimentaria, sia calcaree che dolomitiche, od anche marnose ed arenacee compatte, sono state inserite nella classe LPS, indicante il substrato lapideo stratificato. Nella classe GRS, che riguarda il substrato granulare cementato, sono state inserite le molasse. Per la caratteristica varietà di litotipi che la compongono, comprendente terreni sia arenacei, marnosi che calcarei, corrispondenti ai vari livelli ben distinguibili tra loro, la Formazione di Werfen è stata inserita nella classe di substrato ALS, alternanza di litotipi – stratificato.

Le formazioni del substrato aventi caratteristiche geomeccaniche particolarmente scadenti per le condizioni di fratturazione ed alterazione sono state inserite nella classe SF, ad indicare un substrato geologico rigido molto fratturato: in tale classe sono state inserite le formazioni di origine vulcanica, le filladi quarzifere pre-permiane e le formazioni arenacee particolarmente fratturate ed alterate.

10.2 Fenomeni di instabilità di versante

Sono state inserite inoltre nella carta 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, per cui è stata mantenuta la stessa definizione anche per il presente studio di microzonazione sismica.
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.

10.3 Forme di superficie e sepolte

Le forme di superficie e sepolte sono rappresentate nella carta con simbologia sovrapposta a quella che descrive le unità geologico-tecniche e le forme di instabilità, in quanto si tratta di informazioni aggiuntive riguardanti particolari morfologie della superficie topografica del piano campagna, forme sotterranee, o indicazioni di carattere geomorfologico sulla genesi deposizionale di alcuni depositi detritici. Di conseguenza sono state rappresentate con tematismi puntuali o lineari, e per le forme areali con retinatura a sfondo trasparente, per non coprire i tematismi sottostanti.
Le forme di superficie mappate sono le conoidi alluvionali allo sbocco in pianura delle principali valli, le falde e coni detritici alla base dei versanti montuosi, evidenziati in particolar modo per segnalare una morfologia leggermente rilevata rispetto al versante, ed una granulometria differente rispetto a quella sottostante.
Tra le forme di superficie sono state segnalate anche tutte quelle morfologie accentuate della superficie del piano campagna che possono generare amplificazioni topografiche, come i picchi isolati, le creste, e gli orli delle scarpate morfologiche lungo i versanti, con altezza maggiore di 20 metri.

Le forme sepolte inserite nella carta sono le valli sepolte, suddivise sulla base del valore del parametro distintivo C (coefficiente derivante dal rapporto fra la profondità del substrato e la semilarghezza della valle): valli sepolte strette con C≥0,25, valli sepolte larghe con C<0,25. Sono state inserite inoltre fra le forme sepolte tutte le cavità sotterranee/sinkhole segnalate, come grotte, inghiottitoi, doline.

10.4 Elementi tettonico-strutturali

Gli elementi tettonico-strutturali rappresentati nella carta sono costituiti dalle linee di dislocazione (faglie) principali presenti nel territorio comunale: sono superfici di rottura lungo le quali si sviluppano i movimenti fra gli ammassi rocciosi. Le faglie sono suddivise a seconda del tipo di movimento in dirette, inverse e trascorrenti. Nei tratti con presenza di depositi detritici che coprono il substrato roccioso l'andamento è definito presunto

Le faglie dirette sono sede di movimenti crostali distensivi, mentre lungo quelle inverse si ha uno sforzo di compressione; le faglie tascorrenti sono costituite da superfici planari generalmente verticali o subverticali, lungo le quali si ha un movimento ad andamento orizzontale prevalente.

La principale linea di dislocazione è sicuramente rappresentata dalla Linea di Schio, denominata anche Schio-Vicenza, che attraversa completamente il territorio comunale con andamento circa NW-SE: è una linea di importanza "regionale", in quanto si estende da Vicenza fino alla valle dell'Adige nei pressi di Rovereto. L'entità complessiva dello spostamento (rigetto) della Linea di Schio è variabile da punto a punto, in quanto la situazione strutturale è complicata da numerose altre faglie, di tipo inverso, aventi andamento all'incirca perpendicolare ad essa, il cui movimento è comunque collegato a quello della dislocazione principale: in alcuni tratti mette a contatto formazioni molto antiche di età prepermiana (Filladi quarzifere) con formazioni cretacee e terziarie. Il movimento sviluppatosi lungo il piano di faglia ha provocato fenomeni di fratturazione e frantumazione per una fascia che si estende lateralmente per parecchie decine di metri, nella quale le caratteristiche dell'ammasso roccioso sono particolarmente scadenti per fenomeni di cataclasi e milonisi.

Completano il quadro tettonico del territorio comunale diverse altre faglie, ad andamento vario, con tipo di movimento principalmente inverso o trascorrente, che interessano in

particolar modo la parte settentrionale del territorio comunale: i rigetti di tali dislocazioni sono generalmente più ridotti rispetto a quelli della Linea di Schio.

Complessivamente emerge 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 subìti.

Un'ulteriore complicazione è determinata dalla presenza, sia nei rilievi della parte settentrionale del comune che in quella meridionale, di estese plaghe di formazioni vulcaniche messe in posto a più riprese durante numerose fasi effusive, che si possono raggruppare in due principali episodi, verificatisi durante il Ladinico superiore (Triassico) ed il Cretaceo superiore-Oligocene-Miocene. Tali formazioni effusive rappresentano in percentuale una notevole porzione della superficie del territorio comunale, condizionando in modo particolare l'utilizzo del territorio e la conseguente antropizzazione, in quanto si tratta di ammassi rocciosi dalle qualità piuttosto scadenti per i fenomeni di intensa fratturazione ed alterazione che li caratterizzano, con conseguente frequente e diffuso innesco di situazioni di instabilità di versante.

10.5 Ulteriori elementi geologici ed idrogeologici

Nella carta, a corredo delle informazioni geologiche sopradescritte sono stati inseriti ulteriori elementi informativi e descrittivi, quali la giacitura degli strati, l'ubicazione dei sondaggi che hanno raggiunto il substrato rigido (in verde), con indicazione della sua profondità, e dei sondaggi che non hanno raggiunto il substrato rigido (in rosso), con indicazione della profondità raggiunta, ed in ambedue i casi la profondità della falda (in azzurro).

Infine per la zona pedemontana e di pianura sono state inserite le linee isobate del substrato roccioso, ottenute per interpolazione dall'elaborazione dei dati relativi a tutti i sondaggi nei quali esso è stato raggiunto. Il valore rappresentativo è stato espresso come da linee guida in quota assoluta s.l.m..

11 CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEL TERRENO (TAV. 3)

Sulla base dei risultati delle indagini sismiche integrative H/V è stata redatta la Carta delle Frequenze naturali del terreno (TAV 3).

Le indagini effettuate riguardano la misura di microtremore ambientale basata su tecnica di sismica passiva a stazione singola utilizzando un'idonea strumentazione geofisica.

L'indagine geofisica realizzata consente di definire la frequenza propria naturale dei depositi affioranti e fornire utili indicazioni circa l'azione sismica di progetto e la valutazione della risposta sismica locale. In particolare, è possibile individuare le discontinuità sismiche nonché la profondità della formazione compatta (bedrock geofisico) ed in alcune condizioni effettuare anche una stima della velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs30).

11.1 Il metodo H/V

Le tecniche di sismica passiva si basano sull'analisi del campo delle vibrazioni ambientali e sono finalizzate alla determinazione delle caratteristiche del sottosuolo al di sotto del punto di osservazione.

Le vibrazioni ambientali (o rumore sismico ambientale o microtremori) sono movimenti del terreno caratterizzati da ampiezze non percepibili dall'uomo (10^{-4} - 10^{-2} mm), osservabili in ogni parte della superficie della Terra. Queste vibrazioni sono l'effetto di una molteplicità di sorgenti agenti a diverse frequenze: onde marine e perturbazioni atmosferiche, ad esempio, contribuiscono al campo d'onda prevalentemente a frequenze inferiori a 0.5 Hz; vento, traffico veicolare e attività industriali contribuiscono prevalentemente a frequenze superiori a 0.5 Hz.

La prova, comunemente nota con il termine H/V, tratta la valutazione sperimentale dei rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno misurati in un punto con un apposito sismometro a tre componenti. Per questo motivo la prova assume anche la denominazione di prova HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o prova HVNSR (Horizontal to Vertical Spectral Noise Ratio) o prova "di Nakamura".

L'esito di questa prova è una curva sperimentale che rappresenta il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali in funzione della frequenza di vibrazione (Fig. 11.1). Le frequenze alla quali la curva H/V mostra dei massimi sono legate alle frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura. Quando la misura è effettuata su un basamento sismico affiorante (roccia compatta, dove non sono attesi fenomeni di risonanza sismica) la curva non mostra massimi significativi e si assesta intorno ad ampiezza 1 (Fig. 11.2).

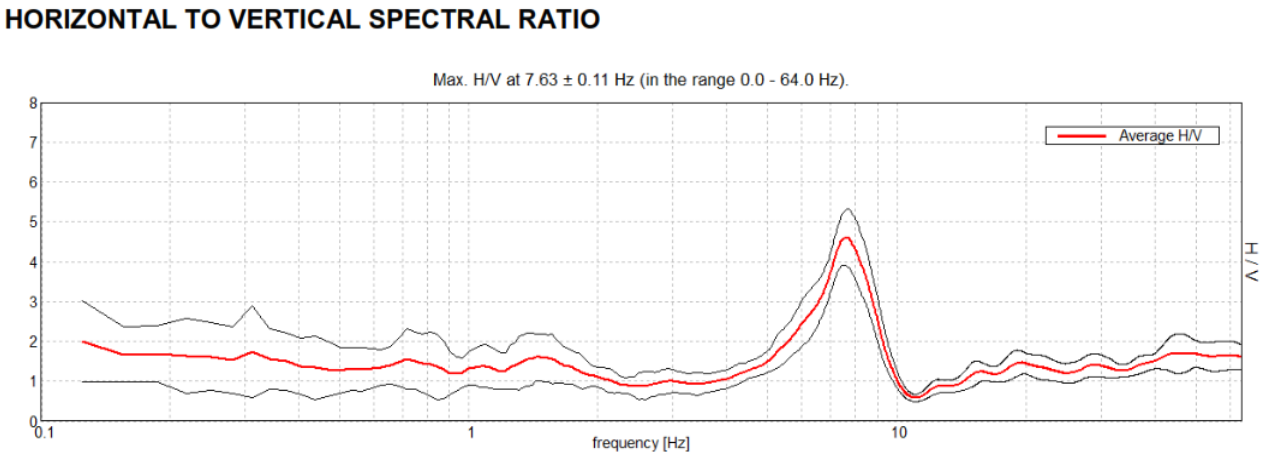


Figura 11.1 prova HVSR02 (TAV. 1 – Schio, Centro Storico, presso Convento S.Nicolò)

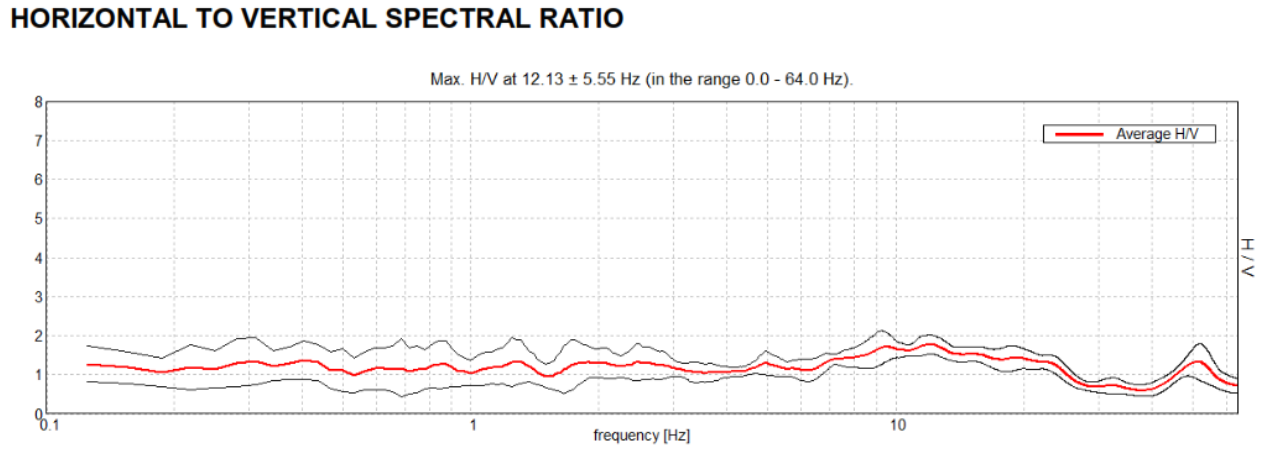


Figura 11.2 prova HVSR01 (TAV. 1 – Schio,Centro Storico presso Castello di Schio)

Pertanto, questa prova ha lo scopo principale di mettere in luce la presenza di fenomeni di risonanza sismica e consentire una stima delle frequenze alle quali il moto del terreno può risultare amplificato a causa di questi fenomeni. Contestualmente fornisce indicazioni di tipo qualitativo sull'entità delle risonanze attese. In generale, la stima della frequenza di risonanza "f" sarà tanto più precisa quanto maggiore è il contrasto di impedenza sismica responsabile del fenomeno, ovvero dove sono maggiori gli effetti potenzialmente pericolosi.

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

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

Dall'equazione emerge come la tecnica H/V possa fornire anche indicazioni di carattere stratigrafico: a partire da una misura di vibrazioni ambientali che vincola il valore di f, nota la Vs delle coperture, si può infatti stimare la profondità dei riflettori sismici principali o viceversa

11.2 Esecuzione delle prove, analisi dei dati e valutazione della qualità delle misure.

Le misure sono state effettuate utilizzando con il tromografo digitale TROMINO, progettato specificatamente per l'acquisizione del rumore sismico ambientale e/o vibrazioni indotte. Si tratta di un apparecchio portatile dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, fornito di GPS interno.

Dal punto di vista pratico, nelle prove di sismica passiva si tratta di misurare vibrazioni del terreno caratterizzate da ampiezze molto piccole. Questo implica che la prova va effettuata con cura, soprattutto per quanto riguarda l'accoppiamento dello strumento di misura con il terreno e la riduzione delle possibili fonti di disturbo nelle immediate vicinanze dei sensori. Inoltre, le eventuali parti mobili della strumentazione devono essere

poste al riparo da spostamenti d'aria, va evitato il contatto con elementi mobili (fili d'erba, ecc.)

Un altro aspetto importante, riguarda la durata che deve essere commisurata alla frequenza di indagine di interesse.

Nel 2004 il progetto SESAME ha stabilito una serie di criteri per la valutazione della significatività dei picchi H/V. Si tratta essenzialmente di criteri di tipo statistico che hanno lo scopo di segnalare la qualità della misura effettuata.

Inoltre si sono classificate le misure H/V secondo il metodo Albarello, Castellaro (al quale si rimanda) che individua tre classi A,B,C di qualità decrescente.

Tutte le misure H/V effettuate risultano in classe A o B; solo due risultano in classe C e non state utilizzate nelle analisi finali (si veda Tabella 11.2).

11.3 Interpretazione delle misure H/V

Le misure H/V effettuate sono state utilizzate a scopo esplorativo nell'ambito della procedura di microzonazione sismica di primo livello.

In questo contesto, le misure H/V hanno avuto lo scopo di individuare la presenza di fenomeni di risonanza sismica dando indicazioni sulle frequenze interessate dal fenomeno. In funzione di questi risultati è stato possibile fornire indicazioni qualitative e relative sull'entità del contrasto di impedenza responsabile del fenomeno di risonanza e informazioni sullo spessore delle coperture che ne sono responsabili.

Nelle elaborazioni sono state utilizzate solo le misure di classe A o B e sotto il controllo delle informazioni geologiche di base del sito.

Poiché tutte le stime H/V dell'area sono state ottenute utilizzando le stesse procedure numeriche per l'analisi del dato (durata delle misure, ampiezza e caratteristiche delle finestre di lisciamento, ecc.) è stato possibile distinguere in prima approssimazione le aree dove ci si aspetta la presenza nel sottosuolo di variazioni significative del contrasto di impedenza sismica alla base delle coperture (ampiezza H/V > 3) da zone dove questi contrasti hanno ampiezze ridotte (H/V < 3).

Sulla base delle frequenze di risonanza determinate sperimentalmente è stato poi possibile fornire una stima di massima degli spessori delle coperture soffici responsabili

dei possibili fenomeni di risonanza osservati utilizzando l'abaco riportato in Tabella 11.1.

Si precisa che il rapporto H/V non fornisce una stima diretta del fattore di amplificazione anche se fornisce un'indicazione relativa di massima dell'entità del contrasto.

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

Tabella 11.1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f0) determinate dalle misure H/V (Albarello et al., 2010)

Id indagine	Prova n.	frequenza di picco f_0 (Hz)	picco H/V	Classe misura
7	2012,8	4,2	4,5	B1
8	2012,7	4,2	3,5	B1
19	2012.3a	4,5	6,5	B1
26	2012,1	3,1	2,5	B1
32	2011,7	4	3,8	B1
49	2011,26	0	1,1	B2
51	2011,25	4,2	4	B1
53	2011,24	4,2	3,5	B1
54	2011,23	4,2	4	B1
60	2011,21	4,2	4	B1
70	2011,18	4,2	4	B1
245	HVSR01	0	1,1	B2

246	HVSR02	7,6	4,5	A1
247	HVSR03	16,4	4,2	B1
248	HVSR04	0	1,1	B2
249	HVSR05	0	1,5	B2
250	HVSR06	5,9	3	B1
251	HVSR07b	-	-	B2
252	HVSR09	0	1,1	B2
253	HVSR10	0	1	B2
254	HVSR11	X	X	C
255	HVSR12	X	X	C
256	HVSR13	-	-	B2
257	HVSR14	0,9	4,8	B1
258	HVSR16	3,7	2,5	B1
259	HVSR17	0	1,1	B2
260	HVSR18	2,9	5	B1
261	HVSR19	4,5	6	B1
262	HVSR21	4,7	8	B1
263	HVSR22	2,2	7	A1
264	HVSR25	1	3,5	B1
265	HVSR26	2,1	4	A1
266	HVSR28	2,2	5	A1
267	HVSR29	-	-	B2
268	HVSR30	1,7	5	A1
269	HVSR31	1,6	5	B1
270	HVSR33	1,7	4	B1
271	HVSR34	1,9	4	B1

272	HVSR35	1,8	6,8	A1
273	HVSR36	2,2	7	B1
274	HVSR38	2,2 18,0	3,5 3,5	B1
275	HVSR39	2,4 13	3,2 2	A1
276	HVSR41	0	1	B2
277	HVSR42	0	1,5	B2
278	HVSR43	2,7	3,5	A1
279	HVSR45	3,6	7	A1
280	HVSR07	14,4	2,8	B1
281	HVSRS01	0	1	B2
282	HVSRS02	18,6	3	B1
283	HVSRS03	3	3	A1
284	HVSRS04	4	3	A1
285	HVSRS05	1,5 12	5 3,5	B1

La Tabella 11.2 riporta la sintesi dei dati ricavati.

Note:
X = prove di qualità scadente; non utilizzate nelle analisi finali
- = misure con inversioni di velocità.
Tipo 1: Presenta almeno un picco "chiaro" secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza
Tipo 2. Non presenta picchi "chiari" nell'intervallo di frequenze di interesse: assenza di risonanza

11.4 Descrizione della Carta delle frequenze fondamentali dei terreni (TAV.3)

La Tavola 3 riporta la sintesi delle analisi H/V dello studio MS L1. Da tenere presente che le indagini di microtremore sono state chiaramente concentrate nelle aree del territorio dove è presente la copertura quaternaria (terreni sciolti).

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 10m (indicativamente 2Hz< $f_0 \leq$ 8Hz) e spessori minori di 10m (indicativamente con f_0 >8).

Le aree con assenza di risonanza ($f_0 \approx 0$) si riscontrano in coincidenza di terreni rocciosi affioranti o con bedrock (basamento) sismico assente (alla scala applicativa dello studio) o molto profondo.
Il dosso roccioso che emerge a ridosso del centro e si allunga in direzione NW verso Poleo (Castello di Schio, Convento di S. Nicolò) denota l'assenza di fenomeni di risonanza. Da osservare che, pur essendo un comportamento prevedibile a priori, trattandosi di rocce facilmente alterabili e fratturate, si è deciso di effettuare comunque alcune misure in tale area per controllare se il grado di alterazione possa essere tale da indurre la presenza di frequenze di risonanza nel terreno, fenomeno verificato quindi come assente (come comportamento generale; non si esclude che su singoli siti possano esserci comportamenti differenti; inoltre la mancanza di fenomeni di amplificazione litologica non esclude la possibilità di fenomeni di amplificazione topografica, come analizzato più oltre).
E' interessante notare che alcune situazioni puntuali di assenza di frequenza di risonanza si riscontrano procedendo da Poleo in allineamento sud est verso il T. Leogra e Pareo, seguendo esattamente l'allineamento della Linea di Schio. Poiché il substrato roccioso in queste zone si ritrova a profondità relativamente ridotte (alcune decine di metri), in prima analisi questo aspetto può essere spiegato proprio dalla presenza della importante faglia che deve aver causato un'intensa fratturazione ed alterazione locale del substrato roccioso, mascherando il bedrock sismico.

Una ampia porzione di territorio presenta frequenza di risonanza del terreno compresa fra circa 0 e 2 Hz. Si tratta della zona industriale in località Maglio, Giavenale che si allunga verso sud in direzione del T. Leogra. Forte è il contrasto di impedenza con valori sempre superiori a 3 fino a quasi 7. Tuttavia il bedrock sismico risulta piuttosto profondo compreso in prima analisi fra 50 e 100 m di profondità.

La maggior parte del territorio sottoposto ad analisi ricade nella classe con frequenze di risonanza naturale comprese fra 2÷8 Hz. Tutto il centro storico, le aree limitrofe ai quartieri residenziali, come anche la porzione più orientale della zona industriale, Giavenale ecc ricadono in questa classe.
Si tratta di aree che presentano una maggiore esposizione al rischio sismico locale. Infatti le frequenze di risonanza naturali sono più prossime a quelle degli edifici e strutture ed il bedrock sismico è più vicino al piano campagna, attestandosi su profondità comprese indicativamente fra 10 e 50 m. Inoltre le misure hanno messo in evidenza un elevato contrasto di impedenza sismico con valori di picco H/V sensibilmente superiori a 3.

Da notare che la TAV. 3 risulta utile anche per offrire un'indicazione delle profondità di investigazione per i successivi livelli superiori di MS. Infatti sulla base degli spessori dei depositi di terreno interessati dai fenomeni di risonanza è possibile ottimizzare i costi ed evitare eventuali indagini geognostiche spinte a profondità eccessive o al contrario a profondità insufficienti a raggiungere il contrasto di impedenza sismico principale.

11.5 Doppia risonanza – Verifiche vibrometriche su edifici significativi

La frequenza di risonanza di un sito rappresenta un parametro molto importante se analizzato congiuntamente a quelle proprie delle opere che vi ricadono sopra, in quanto in caso di coincidenza delle due frequenze si può verificare il fenomeno della "doppia risonanza", estremamente pericoloso per le strutture stesse, che verrebbero sottoposte ad eccitazioni massime.

In prima approssimazione la frequenza fondamentale di risonanza di un edificio (Fr) è legata all'altezza dello stesso. In letteratura esistono molti metodi per determinare Fr;

indicativamente può essere calcolata secondo la formula: Fr naturale edificio = 10 Hz / numero di piani. Si veda anche la Figura 11.3 che riporta indicativamente le frequenze attese per il primo modo flessionale di vibrare di strutture in c.a. e in muratura in funzione della loro altezza.

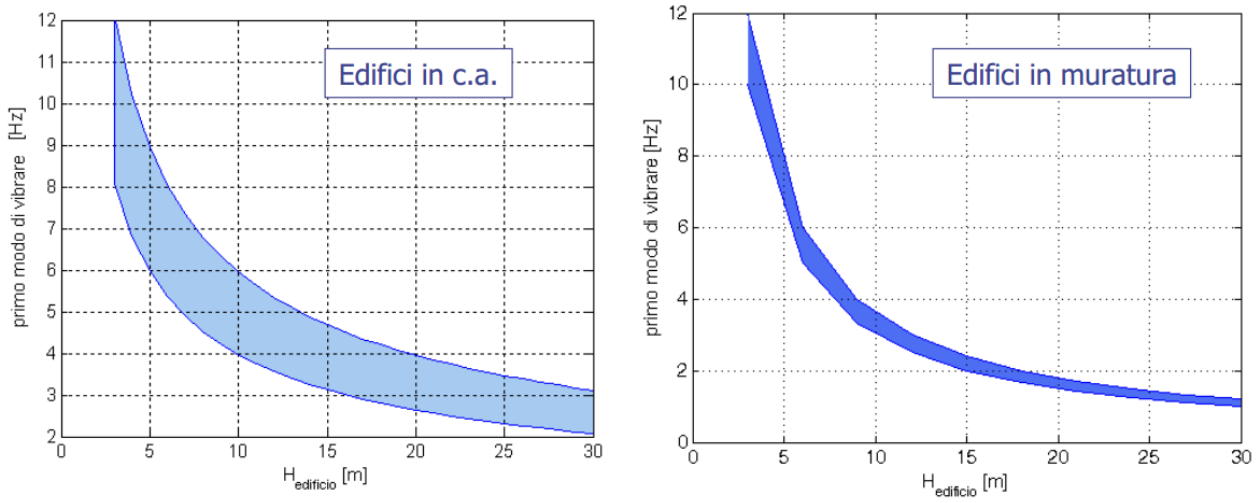


Figura 11.3 Castellaro S. 2009 - le frequenze attese per il primo modo flessionale di vibrare di strutture in c.a. e in muratura in funzione della loro altezza

Il territorio del Comune di Schio sembra abbastanza esposto a tale potenziale problema, soprattutto per la presenza diffusa di edifici più alti di due piani nelle zone di classe f_0 2÷8 Hz.

Per approfondire il problema sono state effettuate delle verifiche dirette su alcuni edifici campione come elencati in Tabella 11.3. La scelta degli edifici campione si è basata sulla presenza di edifici di interesse strategico per l'emergenza (si rimanda alla procedura CLE) e di edifici significativi.
L'ubicazione degli edifici controllati è riportata in TAV.7. I risultati delle verifiche sono riportate in Allegato 7 (7.1 ÷ 7.10).

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. Ciò non significa automaticamente che gli edifici presentino effettivi rischi di danno o di collasso, in quanto occorre poi verificare le condizioni di sicurezza strutturale come previsto dalle NTC08 (Norme Tecniche sulle costruzioni). In sostanza in caso di sisma per tali edifici si potrebbero avere i massimi effetti di scuotimento, aumentando il rischio di danno.

Le verifiche condotte avvalorano le considerazioni generali effettuate nel paragrafo precedente.

Edificio	CLE	f_0 (Hz)	Fr (Hz)	doppia risonanza
Sede Protezione Civile	☑	2,47	7,90	
Municipio		3,84	3,97	**X**
Palasport	☑	2,34	5,35	
Palestra Mario Lanzi		0,44	3,49 24,96	
Caserma dei Carabinieri	☑	2,66	7,89	
Sede Polizia municipale		2,94	7,35	
Scuola Maraschin (Il Tessitore)	☑	4,59	5,26	**X**
Scuola Battistella	☑	2,44	5,23	
Vigili del Fuoco	☑	2,22	6,35	
Magazzini comunali	☑	2,50	13,76	

Tabella 11.3 – verifiche doppia risonanza su edifici campione del Comune di Schio

Note:
CLE: struttura strategica per emergenza (si veda procedura CLE)
f_0 : frequenza fondamentale di risonanza del sito
Fr : frequenza fondamentale di risonanza dell'edificio

12 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL – TAV.4)

La 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.

12.1 Metodologia di elaborazione della Carta PSL

La carta individua gli scenari di pericolosità mediante la perimetrazione areale delle situazioni tipo P1, P2, P4 e P5 e gli elementi lineari delle situazioni tipo P3, P5, in grado di determinare gli effetti sismici locali come descritti in Tabella 12.1.

Dal raffronto di tale piano con il costruito sarà quindi possibile ricavare diverse e importanti informazioni per il rischio sismico di singoli edifici, strutture e infrastrutture importanti presenti sul territorio comunale.

La distinzione tra valli ampie e strette (P4a e P4b) è stata operata facendo riferimento a quanto suggerito dagli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" del DPC e Conferenza delle Regioni e PA, 2008, ove:

valle stretta C > 0.25

valle larga C < 0.25

dove C coefficiente di forma (C=h/l, in cui h è lo spessore della coltre alluvionale, l la sua semiampiezza).

CARTA PSL (conforme standards R.V.)			
Schio	Legenda generale		
	Sigla	Scenario di Pericolosità Sismica Locale	*Effetti*
☑	P1 a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	*Instabilità per frana*
☑	P1 b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
☑	P1 c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
	P2 a	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti quali depositi altamente compressibili, ecc.	*Instabilità per cedimenti e/o liquefazioni*
	P2 b	Zona con depositi granulari fini saturi	
☑	P2 c	Zona caratterizzate da coltri di terreni di riporto o che hanno subito riempimenti antropici	
☑	P3 a	Linea di ciglio H>10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc..)	*Amplificazioni topografiche*
☑	P3 b	Zona di cresta e/o cocuzzolo: appuntita – arrotondata	
☑	P4 a	Zona di fondovalle ampie e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	*Amplificazioni litologiche e geometriche*
☑	P4 b	Zona di fondovalle stretta (C>0.25) od in presenza di forme geometriche sepolte tali da non permettere di considerare il modello geologico monodimensionale .	
☑	P4 c	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio - lacustre	
	P4 d	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
☑	P4 e	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
☑	P5 a	Linea di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	*Comportamenti differenziali*
☑	P5 b	Zona ove sono presenti o potenzialmente presenti cavità sotterranee o sinkhole	

Tabella 12.1 – Scenari generali di pericolosità sismica locale. Sono evidenziati gli scenari riscontrati sul territorio di Schio (si veda la TAV.4).

12.2 Individuazione dei successivi livelli di approfondimento

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, nelle seguenti zone:

1. Zone P3, P4 (caselle arancioni) richiedono approfondimenti MS di livello superiore (2° e in alcuni casi 3°) per la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi;
2. Zone P1, P2, P5 richiedono approfondimenti di 2° livello solo se interessano strutture, infrastrutture a rete, abitati, al fine di compensare con ulteriori approfondimenti le incertezze esistenti al primo livello;

Nelle valli ampie si può ipotizzare una stratigrafia piano-parallela e quindi il 2° livello può risultare sufficiente tranne nei casi in cui si verifica la situazione in cui:

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

dove h è la profondità della valle (massimo spessore del deposito), l la sua semiampiezza, Cv il rapporto fra la velocità Vs nel basamento sismico e quella media nei terreni di riempimento.

In tali casi è necessario ricorrere a stime dell'amplificazione sismica con analisi bidimensionali (procedure di terzo livello).

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 (procedure di 3° livello);

Si procederà con il 3° livello al fine di ottenere una caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi per la quantificazione degli effetti di instabilità dei

versanti (zone P1), dei cedimenti e/o liquefazioni (zone P2) e per le zone ove sono presenti delle forme geometriche sepolte particolari P4b, P5b *e* P4a limitatamente alla soglia sopra definita;

Per la zona P5a si potrà procedere eventualmente solo con il 2° livello in quanto non è necessaria la valutazione quantitativa a livelli di approfondimento maggiore dello scenario inerente le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

12.3 Descrizione della Carta PSL

Il territorio di Schio è caratterizzato dalla presenza di scenari di pericolosità sismica di classe P1, P2c, P3, P4, P5.

12.3.1 Scenario di pericolosità sismica locale P1

Lo scenario di pericolosità sismica locale P1a,b,c, è regolato dalla presenza accertata o potenziale di fenomeni franosi di versante e lo si riscontra sia nel settore montuoso settentrionale che quello sud-occidentale.
Si tratta per lo più di zone poco estese anche se relativamente diffuse come sul versante a ridosso di Schio lungo la valletta del T. Laila (abitati di Piane, Porcaro, Bonati, Acquasaliente, Nogare) o sul versante del M. Magrè, lungo la Val Grande.
Tali scenari richiedono approfondimenti di 2° livello solo se interessano strutture, infrastrutture o abitati.

12.3.2 Scenario di pericolosità sismica locale P2c

Lo scenario di pericolosità sismica locale P2c è localizzato su zone suscettibili di cedimenti consistenti o liquefazioni in caso di sisma per la presenza di depositi di terreno artificiali. Si tratta di zone poco diffuse; tuttavia si fa presente che molte situazioni di questo tipo potrebbero non essere evidenziate dalle informazioni raccolte, soprattutto per le aree industriali o per le infrastrutture a rete (strade e rinterri su versanti, scoli ecc).
Tali scenari richiedono approfondimenti di 2° livello solo se interessano strutture, infrastrutture o abitati.

12.3.3 Scenario di pericolosità sismica locale P3

Gli scenari di pericolosità sismica locale P3a,b individuano zone suscettibili di marcate amplificazioni topografiche. Non sono molto diffuse e interessano spesso aree non interessate dall'urbanizzazione. Lo scenario P3a potrebbe interferire in particolare con infrastrutture a rete; in questi casi si richiedono approfondimenti di livello superiore per quantificare le amplificazioni attese.

12.3.4 Scenario di pericolosità sismica locale P4

Gli scenari di pericolosità sismica locale P4 a,b,c,e riguardano aree suscettibili di amplificazione litologiche e geometriche. Hanno un grande impatto su tutto il territorio comunale sia montuoso sia di pianura ed anche i centri abitati compresi Schio sono esposti a tali scenari.

Tali scenari richiedono approfondimenti di livello superiore come specificato nel paragrafo precedente.

Lo scenario P4b di fondovalle stretta e/o con forme geometriche sepolte particolari sono presenti a sud-ovest di Poleo lungo Via Gogna ed a sud di Pareo lungo il T. Livergon. In queste zone sono necessari approfondimenti di 3° livello.

12.3.5 Scenario di pericolosità sismica locale P5.

Lo scenario di pericolosità sismica locale P5 individua fasce di terreno esposte in caso di sisma a comportamenti differenziali per passaggi di densità di materia repentini (terreni duri/ molli o presenza di cavità). Sono presenti in ambiente collinare e montuoso. Da notare che lo scenario P5b (presenza di cavità sotterranee/sinkhole) risulta piuttosto diffuso, denotando una certa esposizione del territorio a questi fenomeni geologici.

Tali scenari richiedono approfondimenti di 2° livello solo se interessano strutture, infrastrutture o abitati.

13 CARTA MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS – TAV. 5)

13.1 Significato ed utilizzo della Carta MOPS

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) rappresenta il principale elaborato del livello 1 di studio 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.

La Carta MOPS permette di ottenere informazioni utili riguardanti:

- caratterizzazione del substrato geologico;
- caratterizzazione dei terreni di copertura;
- ricostruzione delle aree potenzialmente interessate da deformazioni permanenti in caso di evento sismico;
- definizione di forme geomorfologiche di superficie e sepolte, particolarmente importanti per problematiche sismiche.

Tali informazioni sono state raggruppate in tre tipologie di zone.

- zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti di alcuna natura, se non lo scuotimento, funzione dell'energia e della distanza dell'evento.

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali , nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale.

- 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).

Si precisa che le aree esterne al perimetro del Comune di Schio risultano rappresentate in bianco e sono da intendersi come aree sulle quali non è stato condotto lo studio MS L1 in oggetto (aree esterne allo studio prive di informazioni specifiche).

La Carta MOPS deriva dalle osservazioni attuate di tipo geologico, geomorfologico, litologico, idrogeologico, topografico ecc. riportate nelle carte precedenti e dalla sintesi di tutti i dati acquisiti con lo studio MS L1.
E' da chiarire che nel sintetizzare le informazioni provenienti dai livelli sottostanti sono state talora attuate delle approssimazioni o delle correzioni interpretative là dove erano presenti informazioni non coerenti fra i vari sottolivelli o dove le informazioni erano scarse in numero e/o in qualità. Si precisa che in queste situazioni la decisione finale è sempre stata dettata dal modello geologico generale noto piuttosto che da quello locale e comunque sempre a favore della sicurezza.

I limiti di una MS di livello 1 sono rappresentati dalla presenza di litologie delle quali non è noto lo spessore, elementi tettonici da ricostruire nel loro assetto e geometria, dalla presenza di aree instabili la cui geometria e dinamica risultano incerti.
Pertanto, tale livello consente solo di definire qualitativamente le zone omogenee per finalità di pianificazione territoriale e risulta utile ad orientare le indagini di approfondimento previste dai livelli di MS successivi.

E' da portare quindi l'attenzione sul fatto che la Carta MOPS offre informazioni essenzialmente di tipo qualitativo la cui validità dipende dalla qualità stessa dei dati di base utilizzati e dal loro numero e distribuzione.
L'acquisizione nel tempo di ulteriori informazioni geologiche sul territorio può permettere il miglioramento della Carta stessa ed una migliore efficacia di pianificazione.
Per tale motivo è opportuno che sia previsto il periodico aggiornamento della Carta ed allo scopo può essere molto utile predisporre un apposito protocollo amministrativo per raccogliere e gestire tutte le informazioni a carattere geognostico (indagini, prove in situ e di laboratorio ecc.) che vengono realizzate sul territorio comunale.
Allo scopo può anche essere strategico pensare che nella realizzazione di indagini geognostiche per futuri interventi di opere pubbliche e private gli uffici tecnici competenti possano dare suggerimenti (numero, distribuzione, profondità, tipo di indagini) per effettuare le indagini in modo da andare a migliorare, quando e dove possibile, non solo il modello geologico locale ma anche quello generale, in un'ottica di miglioramento progressivo della sicurezza del territorio e di ottimizzazione delle risorse.

13.2 Zone stabili

Sono zone del territorio comunale nelle quali non si ipotizzano effetti di amplificazione di alcuna natura, se non lo scuotimento, funzione dell'energia e della distanza dell'evento.

La classificazione usata segue le prescrizioni degli Standards di riferimento.
Tuttavia, la parola "stabile" generica non deve indurre confusione. Infatti, è da intendersi esclusivamente in quanto in tali zone non siano attese apprezzabili amplificazioni sismiche; ciò non significa che non possano esserci dissesti di vario tipo (ad es. frane di crollo dalle pareti rocciose) sia in condizioni statiche che dinamiche (terremoto).

Per tale motivo si è preferito aggiungere fra parentesi la dicitura "non suscettibili di amplificazioni locali". In altre parole in queste zone in caso di sisma ci si aspetta lo scuotimento derivato dalla pericolosità sismica di base senza amplificazioni locali.

In sostanza sono le zone dove è affiorante il substrato geologico compatto con inclinazioni del pendio inferiori a 15°, probabilmente caratterizzate da velocità delle onde sismiche trasversali Vs ≥ 800 m/s.

La valutazione e distinzione delle varie zone si basa su diverse informazioni del substrato:

- tipologia: lapideo, granulare cementato, coesivo sovraconsolidato, alternanza di litotipi, ad esempio depositi flyschoidi (differenza evidenziata con retini);
- stratificazione: sì/no (differenza evidenziata con indici S);
- grado di fratturazione;
- profondità nelle zone dove non affiora;
- posizione dei sondaggi che lo intercettano.

Le zone stabili sono state quindi differenziate in base alla tipologia, alla stratificazione e al grado di fratturazione e sono caratterizzate da colori con gradazioni di blu e da un codice progressivo univoco, identificativo per le singole aree.

13.2.1 Zona 1

Sono zone dove affiorano al piano campagna terreni rocciosi più o meno compatti con pendenze del versante inferiori a 15°. L'amplificazione potenziale è regolata soprattutto dal fattore topografia; localmente le analisi incrociate hanno messo in evidenza ridotte plaghe di queste zone che per motivi pratici sono state trascurate e inserite nelle Zone 3 (azione a favore della sicurezza.

Si riscontrano essenzialmente alla base o in sommità ai versanti montuosi. In particolare, nel settore settentrionale le aree MOPS di Zona 1 sono localizzate in corrispondenza del M. Novegno (quota 1548 m.s.l.m) dove le inclinazioni del pendio si riducono generalmente. Nel settore meridionale sono per lo più localizzate alla base dei versanti del M. Magrè. Gli ammassi rocciosi si presentano ben stratificati anche se la dolomia spesso assume aspetto più massivo.
Non si hanno molte informazioni sul grado di fratturazione puntuale. In generale si può assumere un grado di fratturazione di tipo medio, tuttavia localmente soprattutto in corrispondenza di faglie la fratturazione si presenta più accentuata, esponendo l'ammasso ad una maggiore alterazione.

13.2.2 Zona 2

Hanno una diffusione molto scarsa e si riscontrano in corrispondenza della zona Castello nel centro di Schio. Si tratta sostanzialmente di terreni granulari cementati (Molasse) con stratificazione più o meno evidente, in corrispondenza di pendio poco pronunciato.

13.3 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Zone nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale.

Sono le zone dove sono presenti ammassi rocciosi in pendii pronunciati (>15°), terreni di copertura, coltri di alterazione del substrato, substrato roccioso molto fratturato (indipendentemente dalla pendenza del pendio), o substrato caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs < 800m/s).

Gli spessori di questi terreni sono tendenzialmente superiori ai 5 m (è possibile che localmente possano esserci spessori inferiori).

In generale le litologie che controllano questa classe sono:

- riporto antropico, con l'indicazione della matrice e dello spessore indicativo;
- ghiaia, con l'indicazione dello stato di addensamento quando disponibile e degli spessori minimi e massimi supposti;
- ghiaia/sabbiosa-sabbia/ghiaiosa, con l'indicazione dello stato di addensamento quando disponibile e degli spessori minimi e massimi supposti;
- sabbia, con l'indicazione dello stato di addensamento quando disponibile e degli spessori minimi e massimi supposti;
- sabbia/limosa-limo/sabbioso, con l'indicazione dello stato di addensamento quando disponibile e degli spessori minimi e massimi supposti;
- limo, con l'indicazione della consistenza e degli spessori minimi e massimi supposti;
- limo/argilloso-argilla/limosa, con l'indicazione della consistenza quando disponibile e degli spessori minimi e massimi supposti;
- argilla, con l'indicazione della consistenza quando disponibile e degli spessori minimi e massimi supposti;
- deposito alluvionale a granulometria mista o indistinta con l'indicazione degli spessori minimi e massimi supposti;
- detrito di versante a granulometria mista o indistinta e degli spessori minimi e massimi supposti;
- coltre di substrato alterato o intensamente fratturato con l'indicazione degli spessori minimi e massimi supposti;
- substrato caratterizzato da Vs < 800 m/s;
- altri terreni, con l'indicazione del tipo e degli spessori minimi e massimi supposti.

Non tutte queste litologie sono state riscontrate sul territorio del Comune di Schio.

Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono riportate nel campo carta e ognuna ha una corrispondenza univoca con una successione litologica riportata in legenda. Accanto ad ogni litologia è riportato lo spessore medio più rappresentativo del litotipo

(tenendo naturalmente conto anche degli spessori minimi e massimi indicati nella legenda).
Nelle zone in cui il dato è disponibile si riporta la profondità del substrato geologico.
Le successioni litologiche, per quanto è possibile, sono riportate in scala.
Le microzone di questa categoria sono caratterizzate da colori con gradazione dal verde al giallo e sono contrassegnate da un codice progressivo univoco.

13.3.1 Zona 3

Ammassi rocciosi più o meno compatti generalmente ben stratificati in affioramento su pendi pronunciati.
Nel settore settentrionale tali zone sono diffuse in corrispondenza dei versanti del M. Novegno e della cresta montuosa che si sviluppa da M. Giove a M. Summano. L'amplificazione potenziale è regolata soprattutto dal fattore topografia, per cui localmente ci possono essere variazioni MOPS di dettaglio.
Nel settore meridionale si riscontrano essenzialmente sui versanti in sinistra orografica del T. Livergone.

13.3.2 Zona 4

Rocce ben stratificate con fitta alternanza di tipi litologici (F. di Werfen) in versanti con pendenze maggiori di 15°. Non hanno una grande diffusione e si riscontrano sostanzialmente nella parte centrale del settore settentrionale (presso gli abitati di Acquasaliente, Bonati, Pornaro). Fra i fattori di amplificazione potenziale vi è la fratturazione degli ammassii e il grado di alterazione superficiale, localmente accentuate in funzione dell'andamento della stratificazione del grado di disturbo tettonico e dell'assetto idrogeologico locale.
Tali fattori dovranno essere indagati in modo particolare negli eventuali studi MS di livello superiore.

13.3.3 Zona 5

Zone nelle quali è presente un substrato roccioso massivo di origine effusiva o metamorfica che dà origine per alterazione e disfacimento ad una coltre superficiale di depositi colluviali ed eluviali di natura prevalentemente argillosa. L'alterazione risulta

maggiore dove maggiore è il grado di fratturazione e la circolazione di acque sotterranee. Tali zone sono presenti sia nel settore settentrionale che in quello meridionale in ambiente montano e presentano una sensibile estensione.

Gli spessori medi della coltre di alterazione sono generalmente compresi fra 10 e 15 m; tuttavia localmente si possono avere valori diversi sia in aumento che in diminuzione.

Le Vs risultano dell'ordine di 300 ÷ 500 m/s; f_0 3 ÷ 7 Hz.

Negli eventuali studi di livello superiore occorre fare particolare attenzione alla ricostruzione dell'andamento della superficie di contatto fra la coltre ed il substrato sano che potrebbe assumere morfologie molto accidentate fino ad assumere conformazioni negative nei confronti dell'amplificazione sismica locale.

13.3.4 Zona 6

Zone in presenza di substrato lapideo arenaceo con un consistente spessore di coltre di alterazione e fratturazione superficiale. Tali zone hanno una ridotta diffusione (vedi parte centrale del territorio comunale). Gli spessori medi della coltre superficiale si aggirano su 10 ÷ 15 m.

Le Vs risultano comprese fra 250 ÷ 500 m/s.

13.3.5 Zona 7

Zone nelle quali sono presenti riporti di origine antropica. Sono riscontrabili per lo più nelle aree urbanizzate del centro storico e nella zona industriale.

Da notare che la loro individuazione è stata attuata esclusivamente sulla base delle informazioni pregresse rese disponibili. Visto l'elevato grado di urbanizzazione del Comune di Schio non è da escludere che tali zone sia più diffuse di quelle rappresentate in carta.

In questo caso i fattori di amplificazione sono legati sia alla morfologia sepolta sia ai contenuti litologici del materiale di riempimento, che potrebbero variare sensibilmente da punto a punto e che dovranno essere indagati attentamente negli eventuali studi di MS di livello superiore.

13.3.6 Zona 8

Sono generate dalla presenza di coni e falde di detrito di versante di granulometria francamente ghiaiosa con scarsa matrice fine (sabbie più o meno limose) poggianti su substrato roccioso.

Sono molto diffuse nei versanti del settore settentrionale e nella fascia di raccordo fra la pianura ed i versanti montuosi.

Gli spessori medi di copertura si aggirano su 15 ÷ 20 m.

13.3.7 Zona 9

Sono generate dalla presenza di depositi di detrito di versante di granulometria francamente ghiaiosa con matrice fine in percentuale più consistente rispetto alla Zona 8 (sabbie più o meno limose) poggianti su substrato roccioso. Gli spessori medi di copertura si aggirano su 15 ÷ 20 m.

Sono molto diffuse sui versanti del settore settentrionale.

Le Vs risultano comprese fra 500 ÷ 600 m/s.

13.3.8 Zona 10

Questa zona MOPS vede la presenza di depositi a granulometria mista costituiti da ghiaie in matrice sabbioso, limoso, argillosa con percentuali variabili da punto a punto poggianti su substrato roccioso fortemente fratturato e cataclasato.

E' costituita da una stretta fascia disposta a cavallo della importante faglia denominata Linea di Schio, situata presso il confine occidentale del territorio comunale con andamento WNW-ESE, da S. Caterina verso Poleo, Magrè ed oltre il confine comunale verso S. Vito Leguzzano e Marano Vicentino.

La larghezza della zona è aleatoria in quanto non si hanno attualmente informazioni precise e dettagliate sulle geometrie dei depositi. Lo spessore del deposito superficiale è stimato in valori compresi fra 40 e 50 m con variazioni locali anche sensibili.

Negli approfondimenti di livello successivo è molto importante verificare l'andamento trasversale della superficie di contatto deposito-substrato in quanto è presumibile che possa dar origine a morfologie sepolte tipo valle stretta, particolarmente pericolose per le amplificazioni sismiche. Anche il grado di fratturazione del substrato e le variazioni litologiche del deposito superficiali sono da indagare attentamente in quanto possono

subire sensibili variazioni da punto a punto.

13.3.9 Zona 11

Questa zona è individuata sul conoide alluvionale di sbocco del T. Livergone a sud di Magrè ed è regolata dalla combinazione sfavorevole fra litologie scadenti e morfologia sepolta di tipo valle stretta che possono dare origine ad accentuate amplificazioni sismiche locali.

Il deposito superficiale è costituito da ghiaie in matrice limoso-argillosa con spessori stimati di circa 20 ÷ 30 m.. La granulometria potrebbe variare molto da punto a punto. E' possibile la presenza di falde acquifere con livelli piezometrici molto variabili a seconda delle condizioni meteorologiche.

13.3.10 Zona 12

Zone nelle quali si hanno depositi superficiali di ghiaie in matrice fine poggianti su substrato roccioso compatto. Sono riscontrabili in corrispondenza delle zone pedemontane di falda di detrito e conoidi alluvionali sùbito a nord del centro abitato di Schio o in prossimità di Magrè.

Gli spessori medi dei depositi sono dell'ordine dei 40 ÷ 50 m, andando ad assottigliarsi verso i bordi. E' da rilevare la possibilità che in profondità i passaggi laterali verso le altre zone siano irregolari (per effetto delle interdigitazioni stratigrafiche fra i vari depositi).

Le variazioni granulometriche possono essere marcate, mentre quelle litologiche sono contenute.

Le Vs risultano comprese fra 250 ÷ 350 m/s nella parte più superficiale e fra 450 ÷ 600 m/s nella parte più profonda; f_0 2 ÷ 6 Hz.

13.3.11 Zona 13

Questa tipologia di zona MOPS è caratterizzata da depositi ghiaiosi in matrice per lo più sabbiosa con substrato roccioso posto a profondità variabile fra 50 m e 200 m a seconda della zona. Sono piuttosto diffuse in tutto il settore meridionale occupato dal centro di Schio e dalla parte più orientale dell'area industriale.

Sono controllate dai depositi di pianura di tipo alluvionale e fluvio-glaciale. Si può assistere a marcate variazioni litologiche, granulometriche e dello stato di addensamento da punto a

punto.

Le Vs risultano comprese fra 250 ÷ 350 m/s nella parte più superficiale (5 ÷ 10 m) e fra 450 ÷ 650 m/s nella parte più profonda.

La frequenza naturale del terreno è per lo più compresa fra 2 ÷ 8 Hz ed il contrasto di impendenza è di tipo alto. Il bedrock sismico è relativamente superficiale (10÷50 m di profondità da p.c.).

Da notare la possibilità del fenomeno della doppia risonanza.

13.3.12 Zona 14

Questa tipologia di zona MOPS è simile alla Zona 13 ed è quindi caratterizzata da depositi ghiaiosi in matrice per lo più sabbiosa con substrato roccioso posto a profondità variabile fra 50 m e 200 m. Però per questa zona si è rilevato che la frequenza naturale del terreno è generalmente inferiore a 2 Hz ed il bedrock sismico è più profondo (50 ÷ 100 m). Il contrasto di impendenza è di tipo alto.

Tale zona è localizzata nella zona industriale (I^ zona e parte della II^).

Le Vs sono simili alla Zona 13.

13.4 Zone suscettibili di instabilità

Zone 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.

Le zone identificano quattro categorie di effetti deformativi:

- Instabilità di versante (codice progressivo, identificativo per le singole aree, FRn) distinte per tipo di frana; quando possibile è stato distinto il tipo di attività del movimento (attivo, quiescente, inattivo); il fenomeno di creep, piuttosto frequente nel territorio collinare-montano di Schio, è stato aggiunto, poiché non presente nelle tabelle degli attributi standard, con il codice 'Tipo_i' 3015 (non definito).
- Liquefazione. La liquefazione è un fenomeno complesso che si può verificare in caso di scuotimento accentuato di terreni francamente sabbioso-limosi sciolti immersi in acqua. Nel territorio comunale di Schio non si hanno informazioni di

dettaglio sulla presenza di tali depositi geologici; per tale motivo nella PSL non si è riusciti ad evidenziare aree di tale pericolosità. Tuttavia non è nemmeno possibile escludere a priori questo particolare tipo di fenomeno di instabilità; infatti sono molto frequenti depositi generali a granulometria mista che vanno dalle ghiaie ai limi ed argille che potrebbero contenere livelli, lenti anche ampie, interstrati di terreni francamente sabbioso-limosi. Inoltre occorre notare che esistono ampie zone nelle quali la falda freatica si riscontra a profondità sufficienti per poter innescare i fenomeno. Per tale motivo si è deciso di inserire queste aree di potenziale instabilità nella carta MOPS non avendo informazioni sufficienti per poter escludere il fenomeno. Per quanto riguarda la profondità della falda da considerare, gli standards di riferimento assumono per la falda profondità critiche inferiori a 15 m dal piano campagna. Nel nostro caso l'infomazione della profondità della falda è stata tratta dallo studio geologico del PATI; è da notare che tale informazione nel PATI è discretizzata per profondità della falda fino a 10m mentre oltre i 10 m dal piano campagna risulta indistinta. Per tale motivo nella carta MOPS si è potuto utilizzare le aree con profondità della falda freatica fino a 10 m. Inoltre occorre considerare che la falda subisce continue variazioni nel tempo in funzione delle stagioni meteoriche. Per tutti i sopraelencati motivi è da considerare che le aree esposte a potenziale liquefazione nella carta MOPS sono da considerarsi probabilmente più estese di quanto cartografato e sono comunque da verificare attentamente nei livelli successivi di MS.

- Faglia attiva e capace; si veda quanto descritto nel capitolo dei dati di base.
- Cedimenti differenziali; area di contatto stratigrafico o tettonico di litotipo con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Si può notare che tali zone presentano una sensibile diffusione sul territorio comunale e sono sostanzialmente concentrate sul settore meridionale più intensamente antropizzato.

13.5 Sezioni Geologiche significative (Tavola 6)

Le considerazioni relative alle caratteristiche geologiche e strutturali, alla morfologia ed ai rapporti tra i depositi di copertura ed il substrato ed inoltre alla distribuzione delle aree in

studio hanno consentito di ricostruire alcune sezioni geologico-tecniche (Tavola 6) in zone significative, utili ad effettuare considerazioni sulla pericolosità sismica locale e a comprendere meglio la conformazione geologica tridimensionale del territorio studiato.

In particolare nelle sezioni sono evidenziate le situazioni (potenziali cause di amplificazione sismica) alle quali è necessario porre attenzione per l'individuazione di sezioni da sottoporre a modellazione numerica.

In relazione agli effetti dovuti ad una sollecitazione sismica, gli aspetti geologici e geomorfologici principali considerati nella scelta delle tracce delle sezioni sono così sintetizzabili:

a) amplificazione per effetti topografici e morfologici - sono discontinuità morfologiche che possono comportare l'amplificazione del moto del suolo connessa con la focalizzazione delle onde sismiche, quali:
   - pendii con inclinazione > 15° e dislivello superiore a circa 30 m;
   - bordi di terrazzo o zone di ciglio (H > 10 m);
   - creste rocciose sottili (larghezza in cresta molto inferiore alla larghezza alla base e pendenza - media > 30°).
b) amplificazione per effetti litologici - l'amplificazione è legata in primo luogo a differenze in termini di rigidità sismica tra substrato e copertura e secondariamente alla conformazione geometrica con conseguenti fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche: valli fluviali, conoidi, falde di detrito, ammassi rocciosi molto fratturati.
c) amplificazione per morfologie sepolte - in questo caso il fenomeno di amplificazione è generato a causa di un substrato con morfologia sepolta particolarmente accentuata (es. presenza di alvei sepolti, importanti lineazioni tettoniche). Ciò può produrre anche fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche.

Sono state elaborate complessivamente tre sezioni geologiche, la cui traccia è riportata nella carta delle MOPS.

14. INFORMATIZZAZIONE

Tutte le informazioni riguardanti le indagini geognostiche pregresse ed i dati cartografico-geologici reperiti da archivio, così come le informazioni ed i dati acquisiti ex-novo per la redazione del presente studio e per la realizzazione delle tavole cartografiche, sono stati informatizzati ed archiviati secondo quanto indicato negli *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica*, ed in particolare secondo le specifiche tecniche riportate nel Documento redatto dalla Commissione Tecnica nazionale "*Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica*", versione 2.0 del Giugno 2012.
Le specifiche tecniche sono state seguite sia per quanto riguarda la rappresentazione cartografica, utilizzando le legende di simboli e colori proposte nel citato Documento, sia per quanto riguarda l'archiviazione informatica e l'organizzazione delle tabelle di dati alfanumerici collegati agli oggetti in carta.
Di seguito per ciascuno degli elaborati prodotti verranno descritti i tematismi utilizzati per la loro realizzazione, che vengono consegnati unitamente al presente studio.

14.1 Tavole cartografiche

14.1.1 Carta delle indagini

Nella Carta delle indagini, descritta al capitolo 9, sono state rappresentate tutte le indagini geognostiche utilizzate, sia pregresse che realizzate ex-novo per questo studio.
Sono stati prodotti i seguenti *shapefile*, attraverso i quali sono state rappresentate in Carta tutte le ubicazioni dei siti delle indagini, distinte fra indagini puntuali e indagini a sviluppo lineare:

Nome file	Tipo *shapefile*	Descrizione
Ind_pu	Puntuale	Siti delle indagini puntuali
Ind_ln	Lineare	Siti delle indagini lineari

I dati alfanumerici descrittivi delle singole indagini geognostiche e dei parametri geotecnici ricavati nelle eventuali prove di laboratorio sono stati archiviati in un database relazionale

attraverso un applicativo dedicato (*SoftMS*), sviluppato dalla Commissione Tecnica Nazionale MS in ambiente Microsoft Access; sono state compilate le seguenti tabelle:

- Sito_Puntuale
- Sito_Lineare
- Indagini_Puntuali
- Indagini_Lineari
- Parametri_Puntuali
- Parametri_Lineari

Tale organizzazione relazionale della rappresentazione cartografica e delle rispettive tabelle descrittive è stata progettata in quanto in un determinato sito possono essere state effettuate più indagini, ciascuna con più dati di prove di laboratorio; il collegamento fra le varie tabelle relative a siti, indagini e parametri è garantito da codici identificativi univoci (chiavi primarie) attraverso i quali vengono correlate le varie informazioni.

14.1.2 Carta geologico-tecnica

La Carta geologico-tecnica, descritta al Capitolo 10, contiene tutte le informazioni geologiche e geomorfologiche raccolte ed elaborate per il territorio comunale di Schio. La rappresentazione dei vari tematismi è stata attuata attraverso i seguenti shapefile:

Nome file	Tipo *shapefile*	Descrizione
Forme	Poligonale	Forme di superficie e sepolte
Elineari	Lineare	Elementi lineari (escluse le isobate)
Epuntuali	Puntuale	Elementi puntuali
Geoidr	Lineare	Elementi puntuali geologici ed idrogeologici
Geotec	Lineare	Unità geologico-tecniche
Instab_p	Poligonale	Zone instabili (zone)
Instab_l	Lineare	Zone instabili (elementi lineari)

Isosub_litologica	Lineare	Isobate del susbstrato roccioso

14.1.3 Carta della frequenza naturale del terreno

Tale carta (descritta ala capitolo 11), conforme agli standard della Regione del Veneto, non è tuttavia riportata nel Documento descrittivo degli Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica della Commissione Tecnica Nazionale.

I tematismi specifici che la caratterizzano sono i seguenti:

Nome file	Tipo *file*	Descrizione
Freq	Shape Puntuale	Punti di misura della frequenza
Ef	Raster	Interpolazione valori di frequenza

14.1.4 Carta della Pericolosità sismica locale

Anche la carta della PSL (descritta al capitolo 12), come la precedente, è conforme agli standard della Regione del Veneto, ma non è riportata nel Documento descrittivo degli Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica della Commissione Tecnica Nazionale.

I tematismi specifici che la caratterizzano sono i seguenti:

Nome file	Tipo *shapefile*	Descrizione
P1_instab_frana	Poligonale	Instabilità per frana
P2_instab_ced	Poligonale	Instabilità per cedimenti
P3_ampli_topo	Lineare	Amplificazioni topografiche
P4_ampli_lito_geo	Poligonale	Amplificazioni litologiche e geometriche
P5a_linea_cont	Lineare	Linea di contatto stratigrafico e/o tettonico
P5b_cav_sot	Poligonale	Cavità sotterranee/sinkhole

14.1.5 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

La carta delle MOPS, descritta al capitolo 13, costituisce la sintesi delle informazioni raccolte ed elaborate nel presente studio di Microzonazione Simica. E' una carta piuttosto complessa ed articolata, nella quale la mappatura del territorio comunale e la sua suddivisione in zone sulla base delle condizioni di stabilità in prospettiva sismica tiene conto della rappresentazione tridimensionale, e quindi della sovrapposizione e dei rapporti relativi fra i vari tipi litologici, delle forme sepolte, dei diversi tipi di depositi detritici e di substrato.

La rappresentazione grafica di tale carta è stata attuata attraverso i seguenti file:

Nome file	Tipo *shapefile*	Descrizione
Stab	Poligonale	Zone stabili e zone stabili suscettibili di amplificazioni
Instab	Poligonale	Zone instabili
Forme	Poligonale	Forme di superficie o sepolte
Isosub_sismica	Lineare	Isobate del substrato sismico
Elineari	Lineare	Elementi lineari (escluse le isobate)
Epuntuali	Puntuale	Elementi puntuali

15.CONCLUSIONI

E' 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.

La presente relazione riporta gli esiti dello studio MS; per la CLE si rimanda alla relativa relazione tecnica.

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 alle indicazioni acquisite dalla Commissione Sismica regionale istituita presso la Segreteria regionale dei Lavori Pubblici, la quale sta approntando la revisione delle nuove Linee Guida per la redazione degli studi di microzonazione sismica sul territorio regionale.

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 $0.05g<a_g\leq0.15g$ (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 .

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 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 (TAV. 1) si è elaborata sulla base di quasi 300 indagini in situ ben distribuite soprattutto sul settore meridionale del territorio, maggiormente abitato.

Si è verificata la qualità della Carta di MS L1 del Comune di Schio applicando la procedura di riferimento riportata in Allegato 6. 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 è 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 (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 (TAV 3). Le indagini effettuate riguardano la misura di microtremore ambientale basata su tecnica di sismica passiva a stazione singola utilizzando un'idonea strumentazione geofisica.
La maggior parte delle frequenze di risonanza del terreno naturale f_0 sono comprese da valori prossimi allo zero a 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 2Hz< $f_0 \leq$ 8Hz) 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 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, nelle seguenti zone:

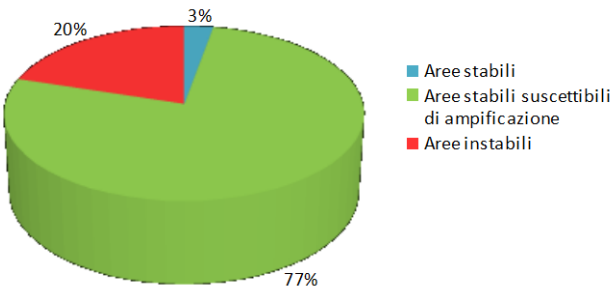
La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS – TAV.5) rappresenta il principale elaborato del livello 1 di studio MS in quanto permette di definire le aree che presentano le stesse caratteristiche strutturali e morfologiche per le quali è da prevedere una risposta sismica omogenea e 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 meridionale intensamente antropizzato (centro storico e zona industriale).



Lo studio di microzonazione sismica 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).

Lonigo, 11 aprile 2013

Associazione Temporanea di Imprese
Atto notarile registrato a Rovigo – Atti pubblici – 14.11.2013 n. 3240 serie 1T

TECNOLOGICA SRL _____

M6 SRL ENGINEERING _____

Il Coordinatore Unico della prestazione,
Geol. Roberto Cavazzana _____

I Progettisti :

Geol. Paolo Chiarion _____

Geol. Roberto Cavazzana _____

Geol. Pietro Semenza _____

Si ringraziano i collaboratori dott. Andrea Gasparini, geol. Piergiorgio Spadon.