

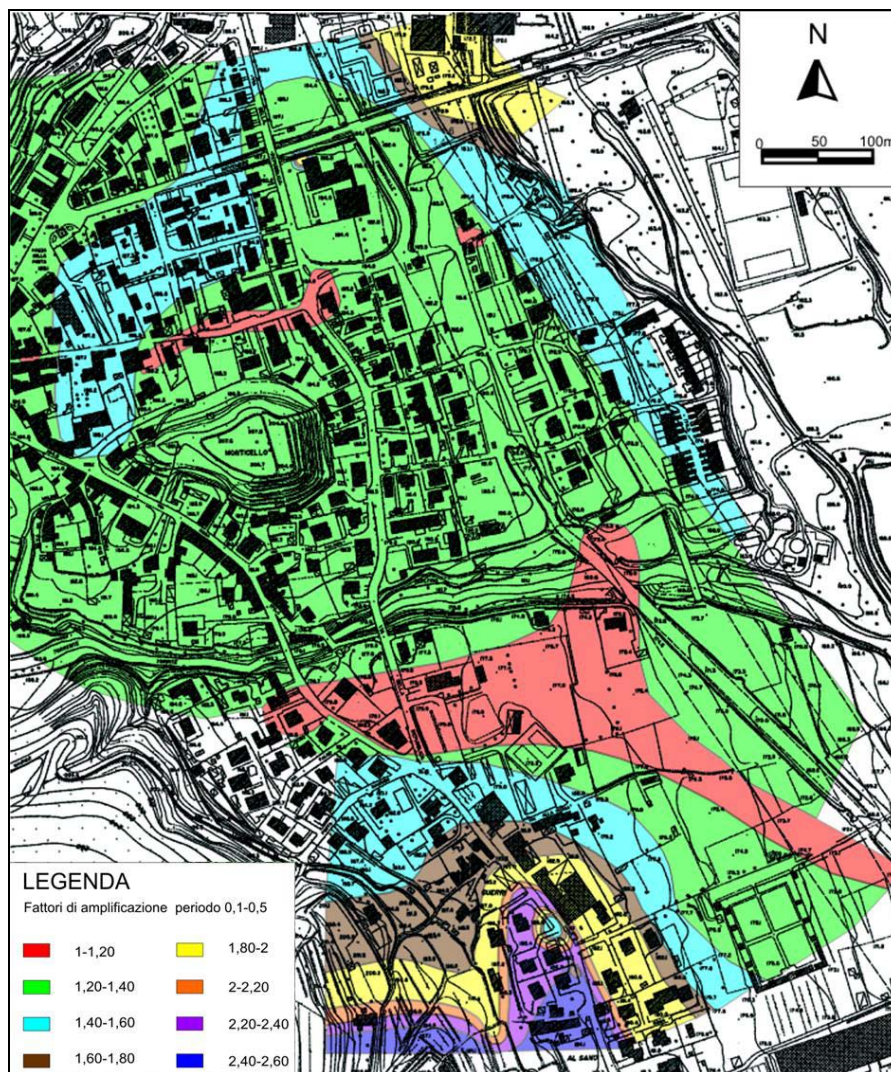


**DIREZIONE GENERALE DELLE POLITICHE
TERRITORIALI E AMBIENTALI E POLITICHE
PER LA MOBILITA'**

**Ufficio Tecnico del Genio Civile di Area Vasta di Firenze, Prato, Pistoia, Arezzo
Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica**

**MICROZONAZIONE SISMICA REGIONALE
Redazione delle specifiche tecniche regionali per l'elaborazione
di indagini e studi di microzonazione sismica**

(aggiornamento 01/04/2011)



Edizione n. 1 – approvata con Del. G.R.T.

ALLEGATO A

Il presente allegato si compone di n.35 pagine inclusa la presente ed è comprensivo di n.3 appendici (appendice 1, 2 e 3).

TESTI DI RIFERIMENTO TECNICO:

Indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione Sismica – GdL DPC/Regioni. Documento approvato dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni nella seduta del 13 novembre 2008.

Istruzioni Tecniche per le indagini geologico-tecniche, geofisiche e geotecniche, statiche e dinamiche, finalizzate alla valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana - Programma VEL Toscana – Del. GRT. n. 1343 del 18 dicembre 2000 e s.m.e.i.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO:

EC8-1 – Design of Structures for earthquake resistance, part.1: General rules, seismic action and rules for building

Legge n. 77 del 24 Giugno 2009 – Interventi urgenti di Protezione Civile in materia di prevenzione del rischio sismico.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3907 del 13 Novembre 2010 – Attuazione dell'articolo 11 del Decreto legge 28 aprile 2009 n. 39, convertito con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n. 77

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 – Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

Decreto Ministeriale Infrastrutture e Trasporti del 14.01.2008 – Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

Circolare Esplicativa del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n. 617 del 02/02/2009 alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

Legge Regionale n. 56 del 30 luglio 1997 – Interventi sperimentali di prevenzione per la riduzione del rischio sismico.

Legge Regionale n. 58 del 16 ottobre 2009 – Norme in materia di prevenzione e riduzione del rischio sismico.

Delibera di G.R.T. n. 431 del 19.06.2006 – Approvazione della Classificazione sismica regionale.

Delibera di G.R.T. n. 841 del 26 novembre 2007 – Individuazione dei Comuni a maggior rischio sismico.

D.P.G.R. del 27 Aprile 2007 n. 26R – Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche.

INDICE

1.0. PREMESSA	Pag. 4
2.0 MODALITÀ E CONDIZIONI MINIME PER LA REALIZZAZIONE DEGLI STUDI: LIVELLI DI MCS.....	Pag. 13
3.0 TERRITORI COINVOLTI NELLO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	Pag.18
4.0 SOGGETTI COINVOLTI NELLO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	Pag. 19
5.0 MODALITÀ DI RECEPIMENTO DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI	Pag. 21
6.0 MODALITÀ DI RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI FINALI.....	Pag. 22
7.0 MODALITÀ DI FINANZIAMENTO DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	Pag. 23
8.0 MODALITÀ DI CONTROLLO E CERTIFICAZIONE DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	Pag. 24
<u>APPENDICE 1 – PROCEDURA SEMIQUANTITATIVA PER STABILIRE LA QUALITÀ DELLA CARTA DI LIVELLO 1.....</u>	Pag. 25
<u>APPENDICE 2 - SPECIFICHE TECNICHE PER LA REDAZIONE DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI IN AMBIENTE GIS.</u>	Pag. 28
<u>APPENDICE 3 - RIPARTIZIONE DEI CONTRIBUTI ECONOMICI A FAVORE DEI COMUNI PER LA REALIZZAZIONE DI STUDI DI MS ALMENO DI LIVELLO 1...Pag.33</u>	

1.0. PREMESSA

Il 1° dicembre 2010 è stata pubblicata in Gazzetta Ufficiale l'**Ordinanza DPC n. 3907/10**, che disciplina i contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico previsti dall'art.11 della legge 77 del 24 giugno 2009 relativamente ai fondi disponibili per l'annualità 2010. Detta ordinanza stabilisce un finanziamento per il 2010, pari a 42,504 milioni di euro, ripartito tra le Regioni per una serie di attività e interventi di prevenzione sismica, tra cui circa 4 milioni di euro per studi di microzonazione sismica. Inoltre, tramite il Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dip.to di Protezione civile n. rep. 8422 del 10 dicembre 2010, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 42 del 21 Febbraio 2011, è stato assegnato alla Regione Toscana, per l'annualità 2010, un finanziamento pari a 137.860,97 euro per indagini e studi di Microzonazione Sismica.

Questi finanziamenti saranno erogati alle Regioni, tramite contributi a cui le stesse regioni e gli enti locali dovranno prevedere un relativo cofinanziamento in misura non inferiore al 50%. Le Regioni dovranno:

- gestire i finanziamenti per le attività di microzonazione sismica che dovranno essere destinati a studi di microzonazione almeno di livello 1;
- individuare con proprio provvedimento i territori nei quali è prioritaria la realizzazione degli studi e indagini di microzonazione sismica (di seguito indicato con la sigla MS);
- predisporre le specifiche tecniche per la realizzazione dei suddetti studi;
- provvedere alla selezione dei soggetti realizzatori dei progetti di studi di MS nelle aree interessate.

Il documento tecnico di riferimento per la realizzazione degli studi è rappresentato dagli "**Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica**" (di seguito indicato con la sigla ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome.

Nella sua interezza il documento nazionale intende costituire un elemento utile all'approfondimento della pericolosità sismica locale, necessario all'analisi del rischio sismico, applicabile ai settori della programmazione territoriale, della pianificazione urbanistica, della pianificazione dell'emergenza e della normativa tecnica per la progettazione. Il documento individua e determina criteri, metodi e procedure per l'esecuzione di azioni di microzonazione a diverse scale e con diversi livelli di approfondimento.

Tale documento, costituisce il riferimento principale anche per la Regione Toscana che, nell'ambito del presente documento, dovrà recepirlo e adattarlo al contesto regionale prevedendo livelli di approfondimento differenziati per le indagini e studi di MS in funzione sia della pericolosità sismica del territorio regionale indagato e del contesto geologico-tecnico, sia del quadro conoscitivo presente, sia delle risorse economiche messe a disposizione.

Pertanto, a seguito di una serie di riunioni tecniche, il Settore Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica della Regione Toscana ha predisposto il presente documento tecnico per l'utilizzo degli studi di MS in ambito regionale.

Tale documento, è stato redatto sulla base di quanto richiesto all'art. 5, comma 3) e all'art. 6 comma 1) e 2) e prende come riferimento generale gli ICMS e per quanto non contemplato le Istruzioni Tecniche Regionali del Programma Regionale VEL ed è stato predisposto per le seguenti finalità:

- 1) definizione delle specifiche di realizzazione delle indagini e studi di MS regionale;
- 2) selezione dei territori e/o delle aree nei quali è prioritaria la realizzazione degli studi di MS;
- 3) selezione dei soggetti che saranno coinvolti nella predisposizione ed esecuzione degli studi di MS;
- 4) modalità di recepimento e utilizzo dei risultati degli studi di MS in fase di pianificazione urbanistica e di progettazione;
- 5) modalità di rappresentazione dei risultati finali;
- 6) modalità di finanziamento;
- 7) modalità di certificazione degli studi di MS.

Questo documento, stabilisce quindi la procedura regionale per la realizzazione degli studi di MS nella Regione Toscana ed è predisposto con l'obiettivo di consentire al mondo professionale e alle Amministrazioni locali interessate, la realizzazione di studi di MS in modo omogeneo, efficace ed in funzione della pericolosità sismica e del contesto geologico s.l. del territorio.

Si precisa che l'avvio di uno studio di MS a livello regionale riveste carattere sperimentale e pertanto le presenti specifiche tecniche potranno essere aggiornate e/o integrate nel corso dello studio di MS al fine di migliorarne l'applicabilità in relazione al contesto geologico-tecnico locale.

Tale studio infatti deve essere inteso come "fase pilota" anche sotto il profilo della gestione economico-amministrativa, in quanto il canale di finanziamento statale previsto dall'ord. PCM 3907/2010 e dai successivi decreti attuativi riveste un carattere innovativo e pertanto anche da questo punto di vista, all'interno del presente documento, potranno essere apportate delle migliorie e/o modifiche procedurali, nel corso degli anni.

Pertanto, se necessario, tale documento sarà aggiornato annualmente sulla base delle utili indicazioni che saranno acquisite nel corso dell'avanzamento dello studio di MS.

1.1 Generalità

Con il termine **rischio sismico (R)** sono identificati e valutati (espressi come danni attesi), l'insieme dei possibili effetti che un terremoto di riferimento può produrre in un determinato intervallo di tempo, in una determinata area, in relazione alla sua probabilità di accadimento ed al relativo grado di intensità (severità del terremoto).

Per la valutazione del rischio (R) è indicata la seguente espressione:

$$R = P \times V \times E$$

dove:

P = Pericolosità sismica

V = Vulnerabilità degli edifici e del sistema urbano

E = Esposizione

La **pericolosità sismica (P)** esprime la probabilità che, in un certo intervallo di tempo, in una certa porzione di territorio si possa verificare uno scuotimento caratterizzato da una determinata intensità.

Nella definizione di pericolosità in prima istanza è possibile operare la distinzione tra pericolosità di base e pericolosità locale.

La pericolosità sismica di base è la misura dello scuotimento su suolo rigido o roccia, atteso in un dato sito, e dipende :

- dalle caratteristiche sismotettoniche;
- dalla modalità di rilascio dell'energia alla sorgente;
- dalla propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito.

Tale pericolosità sismica di base, definita **ai sensi del D.M. 14/01/2008**, fornisce quindi in termini probabilistici, per una determinata regione e per un determinato periodo di tempo, i valori, corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza, dei parametri che descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto. Essa si riferisce a condizioni ideali di bedrock sismico affiorante e privo di irregolarità morfologiche (superficie topografica orizzontale) e fornisce le caratteristiche del terremoto di riferimento. La macrozonazione sismica di un territorio descrive la pericolosità sismica di base attesa in ogni punto.

La pericolosità sismica locale è la misura dello scuotimento al sito, che può differire dallo scuotimento di base in quanto dipendente dalle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, e geotecniche locali. E' noto che le caratteristiche dello scuotimento del terreno sono fortemente influenzate dalle condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche locali che modificano, a volte in modo significativo, il moto sismico corrispondente alla pericolosità sismica di base. Tali modificazioni sono note in letteratura come effetti di sito o alternativamente amplificazione/deamplificazione sismica locale. La quantificazione degli effetti di sito rientra negli studi di microzonazione sismica.

L'**esposizione (E)** è una misura dell'importanza dell'oggetto esposto al rischio in relazione alle principali caratteristiche dell'ambiente costruito. Consiste nell'individuazione, sia come numero che come valore, degli elementi componenti il territorio o la città, il cui stato, comportamento e sviluppo può venire alterato dall'evento sismico (il sistema insediativi, la popolazione, le attività economiche, i monumenti, i servizi sociali).

La **vulnerabilità (V)**, consiste nella valutazione della possibilità che persone, edifici o attività subiscano danni al verificarsi dell'evento sismico. Misura da una parte la perdita o la riduzione di efficienza, dall'altra la capacità residua a svolgere ed assicurare le funzioni che il sistema territoriale nel suo complesso esprime in condizioni normali. Ad esempio, nel caso di edifici, la vulnerabilità dipende dalla tipologia dei materiali utilizzati, dalle caratteristiche costruttive e dallo stato di manutenzione ed esprime la loro capacità di resistere al sisma.

1.2 Microzonazione Sismica

L'attività di valutazione su un territorio (alla scala comunale) delle modificazioni apportate allo scuotimento del suolo dalle condizioni geologico-tecniche locali e dalle condizioni topografiche locali viene chiamata **microzonazione sismica (MS)**.

Tale attività rientra in un quadro più generale nei programmi di prevenzione e di mitigazione degli effetti di un terremoto, in cui è necessario individuare in via preliminare con criteri speditivi le zone a più elevato rischio sismico da sottoporre a studi particolareggiati.

Si definiscono “**condizioni locali di sito**”:

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

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

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

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

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

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

Danni consistenti possono ricorrere quando la frequenza di risonanza di un terreno (depositi alluvionali, falde di detrito) raggiunta durante un evento sismico corrisponde a quella propria dell'edificio (fenomeno della doppia risonanza).

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

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

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

Per quanto riguarda la stima della **pericolosità sismica locale**, essa è da ricondurre ad una serie di caratteri geologico-tecnici di un'area più o meno ampia che viene presa in esame. Tali caratteri geologico tecnici come è noto riguardano: la morfologia di superficie, la morfologia sepolta, le litologie, le caratteristiche fisico meccaniche, le condizioni idrogeologiche s.l. Queste condizioni infatti oltre ad essere causa di possibile amplificazione degli effetti sismici possono provocare i cosiddetti fenomeni indotti, quali: attivazione e rimobilizzazione di fenomeni gravitativi, liquefazione in terreni granulari saturi, deformazioni permanenti in terreni di fondazione.

La valutazione degli effetti locali di amplificazione del moto sismico e quindi la pericolosità sismica locale sono di norma valutati attraverso analisi di risposta sismica locale dei depositi di terreno.

Tutti i dati così acquisiti saranno organizzati in banche dati geografiche (GIS) al fine di omogeneizzare le procedure di acquisizione, archiviazione e gestione oltre che per la rappresentazione cartografica.

A riguardo la normativa di riferimento (D.M. 14.09.2008) consente di valutare gli effetti locali di amplificazione del moto sismico sia in modo semplificato, sia con modalità analitiche più rigorose.

Uno degli aspetti più importanti di queste normative è quello di definire e di valutare l'amplificazione sismica dei terreni sulla base della definizione del parametro V_s , cioè della velocità delle onde di taglio.

In questa direzione già da diversi anni si sta muovendo la Regione Toscana attraverso il **Programma di Valutazione degli Effetti Locali (VEL)**, nell'ambito del quale sono state migliorate e/o sviluppate metodologie di valutazione degli effetti locali basate su misure sistematiche delle velocità delle onde sismiche trasversali effettuate con varie tecniche (sismica a rifrazione con onde di taglio, prove down-hole, etc...). Tale metodologia, estesa esclusivamente ai Comuni definiti a maggior rischio sismico della Toscana (di cui alla Del. GRT n. 841/2007) rappresenta una procedura di tipo analitico di valutazione degli effetti locali. Per tutti i Comuni toscani (ad eccezione di quelli classificati in zona sismica 4), a seguito dell'entrata in vigore del Regolamento Regionale 26/R, sono state applicate metodologie per la valutazione degli effetti locali prevalentemente di tipo qualitativo ed a basso costo (Carte delle Zone a Maggiore Pericolosità Sismica Locale) cercando comunque di verificarne e di valutarne il grado di soggettività e qualità con successive metodologie e sperimentazioni.

In ambito nazionale la microzonazione sismica (di seguito denominata MS) costituisce ormai un valido e riconosciuto strumento per analizzare la pericolosità sismica locale applicabile sia in fase di pianificazione urbanistica, sia in fase di progettazione che in fase emergenziale.

Il documento di riferimento nazionale è rappresentato dagli "**Indirizzi e Criteri Generali per la Microzonazione Sismica**" (di seguito denominato come I&C di MS) approvati dalla Conferenza delle Regioni in data 13 novembre 2008. Tale documento nazionale rappresenta un utile documento per gli studi e le analisi relative alla MS, applicabile ai settori della programmazione territoriale, della pianificazione urbanistica, della pianificazione dell'emergenza e della normativa tecnica per la progettazione.

La pubblicazione è il risultato dell'attività di un gruppo di oltre 100 tecnici ed esperti, che hanno condiviso un percorso di lavoro con le Regioni, le Province autonome e il Dipartimento della Protezione civile, potenziali attori delle politiche di intervento sul territorio finalizzate alla riduzione del rischio sismico. La Regione Toscana ha partecipato attivamente alla stesura del documento fornendo utili osservazioni alla luce dell'esperienza ormai decennale acquisita nell'ambito del Programma Regionale VEL. In particolare, preme sottolineare, che le "**Istruzioni Tecniche Regionali relative alla realizzazione delle indagini geologico-tecniche, geofisiche, geotecniche finalizzate alla valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana**" adottate in Toscana nell'ambito del suddetto programma, sono state interamente acquisite ed integrate nel documento nazionale degli ICMS.

Nei citati I&C vengono definite le procedure, le metodologie di analisi al fine di individuare e caratterizzare le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità.

La realizzazione di uno studio di MS, secondo quanto esplicitato nei suddetti I&C, è uno strumento conoscitivo dalle diverse potenzialità, che ha costi differenziati in funzione del livello di approfondimento.

Al momento di decidere l'esecuzione e il livello dello studio, occorre tener presente l'utilità che da esso può derivare, in modo da compararla con i costi da affrontare. Il miglioramento della conoscenza prodotto dagli studi di MS può contribuire concretamente, insieme a studi di vulnerabilità ed esposizione, all'ottimizzazione delle risorse rese disponibili per interventi mirati alla mitigazione del rischio sismico.

In funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi gli studi di MS possono essere effettuati a vari livelli di approfondimento, con complessità ed impegno crescenti, passando dal livello 1 fino al livello 3:

- il **livello 1** è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, esecuzione di nuove indagini in situ e realizzazione di elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee;
- il **livello 2** introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce una vera carta di MS;
- il **livello 3** restituisce una carta di MS con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

1.3 Il Programma Regionale VEL

Il Programma regionale di valutazione degli effetti locali (**Programma VEL**) si colloca nell'ambito della L.R. n. 56 del 30.07.1997 relativa agli interventi sperimentali per la riduzione del rischio sismico. La suddetta legge è stata successivamente aggiornata ed integrata con la L.R. n. 58 del 16.10.2009 inerente le norme regionali in materia di prevenzione e riduzione del rischio sismico.

La fase sperimentale del progetto ha interessato i principali centri urbani della Lunigiana, Garfagnana e Media Valle del Serchio. In queste zone è stata messa a punto la metodologia operativa che è stata poi adottata anche in altre zone classificate a maggior rischio sismico della Toscana quali il Mugello, la Valtiberina, il Casentino e l'Amiata.

L'obiettivo prioritario del Programma VEL è quello di valutare ed individuare all'interno di ambiti territoriali a scala subcomunale (frazioni e centri), le aree a comportamento omogeneo sotto il profilo della risposta sismica locale in corrispondenza di un terremoto atteso, definendo così i possibili effetti sui principali centri urbani e sui singoli edifici strategici e rilevanti in modo da poter fornire agli enti locali informazioni e parametri utili alla progettazione edilizia e pianificazione urbanistica.

In particolare, in questo progetto, per ognuno dei centri urbani individuati, è previsto l'avvio di una serie di attività e di indagini volte alla conoscenza delle caratteristiche geologiche, geotecniche, geofisiche e strutturali dei terreni in funzione dei possibili effetti di amplificazione e di instabilità connessi con un evento sismico.

Gli obiettivi delle singole attività sono nello specifico quelli di:

- concentrare le indagini ed i rilievi nei centri urbani più significativi in termini di esposizione al rischio sismico;
- mettere a confronto più metodologie di indagini per valutare le differenze non solo in termini di risultati e di attendibilità in relazione alle varie situazioni stratigrafiche incontrate ma anche sotto il profilo delle difficoltà di attuazione di tipo logistico e dei costi;

- mettere a confronto più approcci di modellazione numerica per valutare diversi aspetti dell'amplificazione locale (non-linearità, amplificazione stratigrafica, effetti 2D);
- valutare più approcci per la determinazione dell'input sismico (probabilistico, deterministico ed energetico);
- sperimentare nuove metodologie di indagine sia in ambito geofisico che geotecnico e verificarne l'applicabilità in relazione alle diverse problematiche geologico- strutturali.

I dati geologici, geotecnici e geofisici ad oggi acquisiti, hanno permesso di:

- verificare e approfondire le conoscenze geologiche del sottosuolo (con cartografie, sezioni geologiche, logs stratigrafici, sezioni sismostratigrafiche);
- caratterizzare per i siti investigati le unità geologiche in termini di velocità delle onde sismiche di taglio (V_{sh}) e il coefficiente di Poisson dinamico;
- determinare per le unità geologiche campionabili i parametri geotecnici dinamici (curva di decadimento del modulo di taglio, l'incremento dello smorzamento a crescere della deformazione, il coefficiente di Poisson dinamico).

Tali parametri permetteranno la caratterizzazione sismica dei terreni secondo quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 (Le Norme Tecniche sulle Costruzioni).

Le indagini di esplorazione multidisciplinare del sottosuolo, realizzate nell'ambito delle attività del Progetto VEL, riguardano due differenti scale d'indagine, relative a differenti obiettivi strategici:

1. APPROCCIO PUNTUALE: Valutazione vulnerabilità sismica dei singoli edifici (strategici e/o rilevanti), finalizzata alla progettazione ed all'adeguamento sismico (tramite fondi statali relativi alla Legge 23 del 1996, L.298/2002 e O.P.C.M. 3362/04 – 3505/06 e s.m.e.i.);
2. APPROCCIO AREALE (scala 1:2000): Valutazione degli effetti locali in centri urbani, finalizzata alla pianificazione urbanistica.

Il programma delle attività è improntato su una filosofia operativa di tipo multidisciplinare ed analitica, assimilabile al livello 3 come meglio definito dagli I&C di Microzonazione Sismica, che prede come riferimento i criteri e le metodologie operative definite ed illustrate nelle Istruzioni Tecniche Regionali e si articola nelle seguenti fasi:

FASE 0. Individuazione delle aree oggetto di indagine

Per ognuno dei Comuni sono definite le aree oggetto delle indagini sulla base di alcuni criteri morfologici, geologici e antropici di interesse ai fini della valutazione degli effetti locali;

FASE 1. Redazione e aggiornamento delle Istruzioni tecniche regionali con l'obiettivo di fissare i criteri e gli standard previsti per l'esecuzione dei rilievi superficiali e delle indagini geofisiche e geotecniche di esplorazione del sottosuolo;

FASE 2. Realizzazione di cartografia geologica e geomorfologica in scala 1:2.000 o 1:5.000 ed individuazione della sezione geologica significativa, al fine di acquisire strumenti cartografici di dettaglio alla scala del centro urbano, in relazione soprattutto alla ricostruzione delle geometrie delle unità geologiche presenti, con particolare riferimento agli spessori delle coperture.

FASE 3. Campagna di indagini di sismica a rifrazione con onde P e SH, in grado di fornire una parametrizzazione geometrica e fisico-meccanica, in assetto bidimensionale, finalizzata all'estensione nel sottosuolo delle conoscenze di superficie, nei limiti intrinseci della metodologia e connessi alla logistica delle aree indagate;

FASE 4. Approfondimento delle indagini: Sulla base dei risultati delle indagini sismiche di superficie, vengono realizzate indagini di dettaglio, quali sondaggi geognostici (con prelievo di campioni per l'esecuzione di prove geotecniche di laboratorio in campo statico e dinamico) e prove Down-hole, per una migliore e puntuale definizione del profilo sismostratigrafico;

FASE 5. Definizione del modello geologico-tecnico, dell'input sismico ed esecuzione dell'analisi di amplificazione: a seguito della realizzazione di sezioni litostratigrafiche e della parallela definizione di un input sismico significativo (eseguito su base deterministica, probabilistica o energetica) vengono realizzate analisi numeriche in campo mono e bidimensionale, al fine di fornire una stima quantitativa della risposta sismica locale;

FASE 6. Definizione dei parametri (spettri di risposta e fattori di amplificazione) da fornire ai comuni per la progettazione di nuovi edifici e per gli interventi di adeguamento e miglioramento sugli edifici esistenti;

FASE 7. Realizzazione di un banca dati geografica (GIS) dei dati acquisiti mediante le indagini geologiche, geotecniche e geofisiche: Lo scopo principale è quello di poter gestire un quantitativo ingente di informazioni provenienti da diverse discipline e di integrare tali dati in modo oggettivo e dinamico, in modo da poterli modificare e aggiornare nel corso del progetto ed utilizzarli per scopi diversi, quali la semplice rappresentazione cartografica, l'estrazione dei dati sulla base di specifiche richieste dell'utente (comuni e singoli professionisti) o l'analisi con diversi metodi.

FASE 8 - Redazione di cartografie di microzonazione sismica da fornire agli Enti Locali ed ai professionisti al fine di integrare lo strumento conoscitivo del territorio e costituire la base conoscitiva da utilizzare anche ai fini urbanistici.

1.4 Progetto di Microzonazione Sismica Regionale

Il Settore Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica (di seguito CRPS) della Regione Toscana, ormai da oltre 15 anni svolge attività di indagini e studi di microzonazione sismica nei comuni a maggior rischio sismico della Toscana, nell'ambito delle attività del Programma regionale VEL.

Le attività di indagine sono state svolte, allo stato attuale, in 81 Comuni classificati a maggior rischio sismico della Toscana (di cui alla Del. G.R.T. 841 del 26.11.2007), per un totale di circa 207 centri urbani. Per ogni Comune sono stati realizzati rilievi geologici e geomorfologici in scala 1:2.000 (totale di circa 37.300 ha di superficie per un totale di circa 1.000 fogli), indagini geofisiche di sismica a rifrazione con onde P e SH (circa n. 1010 linee sismiche per un totale di 110Km), sondaggi geotecnici e prove geofisiche in foro di tipo down-hole (circa n. 500 sondaggi per un totale di 16km di perforazioni), prove di laboratorio statiche (circa n. 490) e dinamiche (circa n. 220) sui campioni di terreno prelevati nel corso dei suddetti sondaggi.

La Regione Toscana ha finanziato le suddette attività attraverso una serie di contributi ai Comuni interessati per circa 4.000.000,00 euro.

In aggiunta a queste attività di indagini conoscitive sul terreno finalizzate alla ricostruzione del modello geologico-tecnico di sottosuolo per i vari Comuni interessati, sono state finanziate, interamente tramite risorse regionali, una serie di iniziative di studio e/o ricerca attraverso accordi di collaborazione, protocolli di intesa, convenzioni con importanti enti di ricerca e/o istituti universitari al fine di definire metodologie e standard, supportare e coordinare le attività e controllare i risultati prodotti nell'ambito del suddetto programma.

Tutto ciò consentirà alla Regione Toscana di poter realizzare e quindi poter disporre, in tempo breve, per questi Comuni definiti a maggior rischio sismico della Toscana (di cui alla Del. G.R.T. 841 del 26.11.2007), di cartografie di microzonazione sismica prodotte non attraverso metodologie semplificate (assimilabili a carte di livello 1, come definite dagli I&C di MS), ma attraverso uno studio analitico di risposta sismica locale (assimilabili a carte di livello 3).

Al momento attuale la Regione Toscana sta predisponendo cartografie di microzonazione sismica in alcuni Comuni della Garfagnana (Villa Collemandina), Lunigiana (Fivizzano), Mugello (Barberino di M. Ilo e Vicchio), Valtiberina (Sansepolcro) e Casentino (Stia e Pratovecchio).

A seguito dell'evento sismico del 06.04.2009 in Abruzzo, Il CPRS della Regione Toscana è stato coinvolto dal Dip.to di Protezione Civile Nazionale (di seguito denominato DPC) nell'ambito delle attività geologiche di analisi e studio connesse con la Microzonazione Sismica della Conca Aquilana, mediante l'affidamento di un ruolo di coordinamento generale nella realizzazione della microzonazione sismica della macroarea 9 comprendente alcune tra le località maggiormente danneggiate dall'evento sismico appartenenti al Comune dell'Aquila (Loc.tà di Pianola, Bagno Grande, Bagno Piccolo, Civita di Bagno, San Benedetto, Sant'Angelo e Vallesindola) e del Comune di Ocre (Loc.tà di San Felice d'Ocre, Valle d'Ocre e Cavalletto d'Ocre).

Nell'ambito delle attività di microzonazione della conca aquilana il CPRS ha potuto mettere a frutto l'esperienza decennale svolta in Toscana applicando la metodologia del Programma VEL che per la prima volta è stata utilizzata in situazioni di emergenza e quindi in un contesto di ricostruzione post-evento e non di prevenzione sismica.

La metodologia utilizzata per lo studio di Microzonazione Sismica (di seguito denominato MS), in analogia a quanto viene realizzato nell'ambito del Programma VEL, ha permesso di acquisire un livello di conoscenza del sottosuolo particolarmente approfondito consentendo così il raggiungimento di una MS di livello 3, così come definita dagli I&C di MS.

Anche per quanto concerne le tipologie e le metodologie di indagine geologiche, geofisiche e geotecniche realizzate è stato fatto riferimento alle specifiche tecniche inserite nel manuale delle Istruzioni Tecniche del Programma VEL, recentemente ed interamente confluite negli ICMS che sono state utilizzate a livello nazionale e che saranno applicate nei prossimi anni anche da tutte le Regioni.

2.0. MODALITÀ E CONDIZIONI MINIME PER LA REALIZZAZIONE DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA: LIVELLI DI MCS

La microzonazione sismica (MS) si propone l'obiettivo di definire la pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone o porzioni di territorio caratterizzate da un comportamento sismico omogeneo.

Nello specifico la MS individua e caratterizza:

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

Per la definizione delle zone e della loro perimetrazione si rimanda a quanto definito al par. 1.6.3.1.2 degli I&C di MS.

Gli studi di MS rivestono una notevole importanza nella pianificazione territoriale, fornendo una base conoscitiva della pericolosità sismica locale, al fine di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico a varie scale, orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti, definire gli interventi ammissibili in una determinata area, programmare le indagini e i livelli di approfondimento, stabilire orientamenti, modalità e priorità di intervento nelle aree urbanizzate.

In generale la realizzazione di uno studio di MS può essere affrontata con diversi livelli di approfondimento che vengono dettati dalle finalità (pianificazione territoriale, pianificazione per l'emergenza, progettazione delle opere), dalle necessità intrinseche del sito (caratteristiche geomorfologiche, importanza delle opere da realizzare) e dei livelli di pericolosità.

In relazione ai diversi contesti geologico-tecnici, alla pericolosità sismica di base ed in funzione dei diversi obiettivi degli studi di MS, possono essere effettuati n. 3 livelli di approfondimento, con complessità e impegno economico crescente.

In particolare possono essere predisposti i seguenti livelli:

- il **livello 1** è un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste esclusivamente in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della carta delle "**Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)**";
- il **livello 2** è un livello successivo in cui si introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee mediante metodologie di analisi numerica di tipo semplificato (abachi regionalizzati, modellazione 1D, leggi empiriche) e l'esecuzione di ulteriori e più mirate indagini. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della "**Carta di Microzonazione Sismica**";
- il **livello 3** rappresenta il livello più approfondito che permette di giungere ad una microzonazione approfondita del territorio basata su metodologie analitiche di analisi di tipo quantitativo. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della "**Carta di Microzonazione Sismica con approfondimenti**".

Va sottolineato che i livelli 1 e 2 di MS servono solo per la pianificazione territoriale, mentre il livello 3 di MS può fornire utili indicazioni per la progettazione delle opere.

Per una maggiore definizione dei livelli di approfondimento sismico si rimanda al par.1.6.3 degli I&C di MS.

Per ognuno dei livelli di approfondimento individuati è obbligatorio:

- la realizzazione di opportune indagini geologiche, geofisiche e geotecniche al fine di definire il quadro conoscitivo;
- l'effettuazione di opportune analisi ed elaborazioni;
- la predisposizione di risultati finali.

Le tabelle riepilogative sottostanti forniscono un quadro di sintesi del quadro conoscitivo minimo che deve essere raggiunto per ogni livello sulla scorta delle indicazioni contenute al par.1.6.3 degli ICMS.

LIVELLO 1

INDAGINI OBBLIGATORIE	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Raccolta di tutti i dati pregressi esistenti nell'area</u>: rilievi geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, indagini geofisiche, sondaggi e stratigrafie desunte da pozzi; • <u>Rilevamenti geologici di controllo sul terreno</u>; • <u>Nuove indagini</u>: Esecuzione di ulteriori indagini geofisiche e geotecniche, qualora la raccolta dei dati pregressi non consenta la ricostruzione di un quadro conoscitivo sufficientemente attendibile rispetto agli obiettivi del livello 1; • <u>Misura passive del rumore ambientale</u>, mediante tecnica a stazione singola;
ANALISI ED ELABORAZIONI	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili</u>; • <u>Rilettura, sintesi dei dati ed eventuali nuovi rilievi geologici</u>.
PRODOTTI OBBLIGATORI	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Carta delle indagini</u> (sia esistenti che di nuova realizzazione); • <u>Carta geologica e geomorfologica</u> almeno alla scala 1:5.000-1.10.000; • <u>Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)</u> almeno alla scala 1:5.000-1.10.000; • <u>Relazione tecnica illustrativa della carta MOPS</u>; • <u>Carta delle frequenze fondamentali dei depositi</u>.

Il principale elaborato previsto in questo livello è la **Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)**. Questa carta individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e di alcune tipologie di dati geofisici, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.). Di particolare importanza a questo scopo risulta la ricostruzione del modello geologico-tecnico dell'area, l'individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido (ovvero dei materiali caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti) accompagnata da una stima approssimativa della loro profondità rispetto al piano di campagna (del tipo: "qualche metro", "una decina di metri", "alcune decine di metri", "oltre i 100 metri"), una stima di massima del contrasto di impedenza sismica atteso (del tipo: "alto" o "basso"). Di particolare importanza sarà l'individuazione di eventuali discontinuità e morfologie sepolte potenzialmente in grado di causare inversioni della velocità di propagazione delle onde di taglio ed effetti di RSL bi- e tri-dimensionali. Pertanto, per acquisire tali informazioni di tipo semiquantitativo al fine di consentire la predisposizione della cartografia delle *Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)* si ritiene che sia necessaria l'acquisizione, oltre alle informazioni già previste al par. 1.6.3.1.2 degli I&C di MS, dei risultati di indagini geofisiche utili alla ricostruzione geometrica dei corpi sepolti (sismica a rifrazione, ERT, gravimetria, ecc.) e alla individuazione di eventuali contrasti di

impedenza sismica e possibili fenomeni di risonanza (campagne di misura delle frequenze naturali di sito da vibrazioni ambientali o da terremoti).

Per meglio rappresentare queste caratteristiche la carta dovrà essere corredata da sezioni geolittologiche rappresentative della situazione lito-stratigrafica e strutturale presente.

Attraverso questo livello, quindi, sarà possibile:

- la definizione delle caratteristiche litologiche e geometriche delle unità geologiche del sottosuolo;
- l'individuazione delle aree a minore pericolosità locale (zone stabili);
- l'individuazione delle aree per le quali sono necessari ulteriori livelli di approfondimento;
- definire il livello di approfondimento richiesto nelle aree che necessitano di approfondimenti;
- la programmazione di indagini di approfondimento, sulla base delle diverse tipologie di effetti attesi.

Nell'ambito di questo livello di approfondimento, potrà anche essere possibile fornire una preliminare indicazione sulle situazioni geologiche e morfologiche complesse per le quali può essere presumibile che l'approccio semplificato previsto dalle NTC (2008) non sia da ritenersi idoneo per una stima corretta della RSL. Si precisa però che tale indicazione rientra nell'ambito della raccolta di informazioni e non può essere direttamente applicabile in questa prima fase; al contrario dovrà comunque essere approfondita nei successivi livelli di MS al fine di un suo possibile utilizzo diretto in fase di pianificazione territoriale e di progettazione edilizia.

Un elenco delle possibili situazioni geologiche e morfologiche complesse viene sinteticamente proposto sotto:

- geometria articolata del substrato rigido sepolto alla scala di interesse (presenza di paleoalvei, substrato rigido deformato da strutture tettoniche, andamento del substrato a *Horst* e *Graben*, ...);
- zona di raccordo tra rilievo e pianura (zona di unghia con substrato rigido sepolto in approfondimento sotto la pianura, in maniera continua o discontinua);
- geometria del substrato rigido che crea una valle stretta colmata di sedimenti soffici ($C > 0.25$, dove C è il coefficiente di forma, $C = h/l$, dove h è lo spessore della coltre alluvionale e l è la sua semi-ampiezza)
- successione litostratigrafica che preveda terreni rigidi su terreni soffici (possibile profilo di V_s con inversioni di velocità);
- substrato rigido profondo alcune decine di metri;
- presenza di marcati contrasti di impedenza sismica;
- presenza di possibili cavità sepolte;
- eventuale presenza di aree soggette a instabilità.

Per la predisposizione della **cartografia delle indagini** e delle **cartografia delle Microzonazione Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)** si rimanda ai par. 2.2 e 2.3 degli ICMS in cui vengono presentate le procedure di riferimento per la realizzazione delle suddette carte.

Per una stima del livello di qualità raggiunto per la redazione delle cartografie del livello 1 si deve fare riferimento alla procedura semi-quantitativa definita dal Gruppo di Lavoro MS (rapporto interno del DPC – 2011) e meglio definita in Appendice 1.

Tale procedura deve essere utilizzata in due differenti fasi:

- in fase di predisposizione dello studio di MS di livello 1 dal soggetto realizzatore, al fine di poter valutare se il quadro conoscitivo desunto sia sufficiente per la redazione dello studio di MS di livello 1 o se al contrario debbano essere effettuati approfondimenti di indagine, anche in relazione alla complessità geologico-tecnica dell'area;
- in fase di controllo sui risultati prodotti, da parte del soggetto validatore, come strumento di ausilio e supporto in fase istruttoria.

Per la redazione delle **cartografie geologiche** si dovrà fare riferimento ai criteri di cui al par. 3.4.2 degli ICMS e dovranno essere rispettate le legende regionali di cui al Programma VEL (per le aree inserite nell'ambito del Progetto) e/o CARG (per le rimanenti aree).

Per la redazione delle **relazioni tecniche illustrative** si rimanda alle indicazioni contenute al par.1.6.4 degli ICMS.

LIVELLO 2

INDAGINI MINIME OBBLIGATORIE	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Programmazione ed esecuzione di nuove indagini</u>: indagini geofisiche attive di superficie, prove geofisiche in foro, sondaggi geognostici, prove geotecniche in situ e in laboratorio
ANALISI ED ELABORAZIONI	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Correlazioni e confronto con i risultati del livello 1.</u> • <u>Definizione del modello geologico-tecnico di sottosuolo.</u> • <u>Predisposizione di abachi per i fattori di amplificazione, abachi e formule empiriche per le instabilità di versante e per la liquefazione.</u>
PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Carta delle indagini</u>, implementata rispetto a quella del livello 1 con le nuove indagini; • <u>Carta di Microzonazione Sismica</u> almeno alla scala 1:5.000-1.10.000; • <u>Relazione tecnica illustrativa della Carta di Microzonazione Sismica.</u>

Per la predisposizione delle **cartografie di Microzonazione Sismica** si rimanda al par. 2.4 degli ICMS in cui viene presentata la procedura di riferimento per la realizzazione delle suddette cartografie.

Per la redazione delle **relazioni tecniche illustrative** si rimanda alle indicazioni contenute al par.1.6.4 degli ICMS.

LIVELLO 3

INDAGINI MINIME OBBLIGATORIE	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Programmazione ed esecuzione di nuove indagini</u>: integrazioni ed approfondimenti delle medesime indagini rispetto al livello 2; analisi dinamiche di laboratorio
ANALISI ED ELABORAZIONI	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Analisi numeriche di risposta sismica locale</u> almeno 1D e/o 2D per amplificazioni sismiche e/o deformazioni permanenti
PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Carta delle indagini</u>, implementata rispetto a quella del livello 1 e/o 2 con le nuove indagini; • <u>Carta di Microzonazione Sismica con approfondimenti</u> almeno alla scala 1:5.000-1.10.000; • <u>Relazione tecnica illustrativa</u> della Carta di Microzonazione Sismica con approfondimenti.

Per la predisposizione delle **cartografie di Microzonazione Sismica con approfondimenti** si rimanda al par. 2.4 degli ICMS in cui viene presentata la procedura di riferimento per la realizzazione delle suddette cartografie.

Per la redazione delle **relazioni tecniche illustrative** si rimanda alle indicazioni contenute al par. 1.6.4 degli ICMS.

Per quanto concerne i dati di base raccolti, le nuove indagini e i rilievi effettuati nel corso dei vari livelli di approfondimento degli studi di MS si dovrà rispettare le indicazioni generali riportate nel par. 1.6.2 degli ICMS e si dovrà tener conto delle procedure per la predisposizione delle indagini riportate al par. 2.1 degli stessi ICMS.

Per quanto riguarda la modalità di realizzazione, acquisizione dati e presentazione dei risultati inerenti le indagini e i rilievi geologici, le indagini geofisiche e geotecniche si deve fare riferimento a quanto contenuto al par.3.4 degli ICMS e per quanto non specificato alle I.T. del Programma VEL.

Inoltre per gli aspetti connessi con le indagini gravimetriche si rimanda alla seguente documentazione: Rilievi gravimetrici per la microzonazione sismica di livello 1 (*M. Di Filippo, M. Di Nezza, G. Scarascia Mugnozza – Dip.to di Scienze della Terra, Università la Sapienza di Roma*).

Per la valutazione degli standard di esecuzione e dell'efficacia delle indagini di sismica attiva e passiva, per gli aspetti non contemplati dagli I&C di MS, si fa riferimento alla pubblicazione di *S. Foti - Politecnico di Torino; F. Santucci de Magistris - Università del Molise; F. Silvestri - Università di Napoli Federico II; C. Eva – Università di Genova*.

Per gli aspetti tecnici riguardanti la valutazione della suscettibilità **a liquefazione** si rimanda ai criteri semplificati per il livello 2 definiti al par. 1.6.3.2.2.2; al par. 2.7 e al par.3.1.3 degli ICMS e al par. 7.11.3.4.2 del DM 14.01.2008.

Per **l'instabilità di versante** si rimanda ai criteri semplificati per il livello 2 definiti al par. 1.6.3.2.2.2.; al par. 2.6 e al par. 3.1.2 degli ICMS e al par. 7.11.3.5 del DM 14.01.2008.

Per la valutazione e l'ubicazione delle **faglie attive e capaci**, in attesa che la Regione Toscana predisponga uno studio scientifico per la realizzazione della cartografia sismotettonica regionale, si dovrà fare riferimento a quanto riportato al par. 3.1.4 degli ICMS.

Per quanto concerne l'utilizzo **degli abachi per la microzonazione sismica di livello 2**, in attesa che la Regione Toscana predisponga degli abachi regionalizzati secondo i criteri e le procedure definite al par. 2.5 degli ICMS, devono essere utilizzati gli abachi validi a livello nazionale indicati al par. 3.2 e 3.3 degli stessi ICMS.

Relativamente agli **studi di risposta sismica locale** da realizzare nell'ambito degli studi di microzonazione sismica di livello 3, si dovranno effettuare analisi monodimensionali o bidimensionali secondo i criteri, i codici di calcolo, le procedure e gli standard operativi definiti negli ICMS di cui al par. 3.1.7 e riportate al par. 7.11.3 del DM 14.01.2008.

Per la definizione del moto di input, su alcune aree della Regione Toscana (Mugello, Val di Sieve, Montagna Fiorentina, Garfagnana e Lunigiana), sono disponibili analisi di pericolosità specifiche a livello del singolo Comune.

Per le restanti aree, in attesa che la Regione Toscana commissioni uno studio ad hoc, si dovrà far riferimento a quanto indicato al par. 3.1.8 degli ICMS e al par. 3.2 e par. 7 del DM 14.01.2008.

3.0 TERRITORI COINVOLTI NELLO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

Come previsto dall'art. 5 comma 3) dell'ord. DPC n. 3907/10, Le Regioni devono individuare con proprio provvedimento i territori nei quali è prioritaria la **realizzazione** degli studi di microzonazione sismica.

Inoltre la medesima ordinanza definisce come soglia generale di ammissibilità al finanziamento per le suddette attività, il valore di accelerazione massima al suolo "ag" superiore o uguale a 0,125g, secondo quanto meglio definito nell'allegato 2 e con i valori dei Comuni riportati nell'All. 7 della suddetta ordinanza.

La Regione Toscana, almeno nel corso dell'ultimo decennio, nell'ambito del Programma regionale VEL, ha concentrato tutte le iniziative e le attività di indagine propedeutiche agli studi di MS nei comuni classificati a maggior rischio sismico della Toscana dalla Del. G.R.T. n. 841 del 26.11.2007, prevedendo per tali Comuni (si tratta di 81 Comuni) cofinanziamenti per circa 4 milioni di Euro circa.

Tali finanziamenti hanno consentito di pervenire ad un quadro conoscitivo omogeneo e sufficientemente completo del territorio (a parte alcuni casi specifici ancora da approfondire), relativamente alla definizione del modello geologico-tecnico di sottosuolo.

Per questi Comuni, in ragione anche all'elevata mole di dati disponibili, risulta quindi auspicabile che, oltre al raggiungimento del livello minimo richiesto obbligatoriamente per questa prima fase (livello 1), al termine del processo di microzonazione in accordo con le finalità del progetto VEL si pervenga anche al raggiungimento del livello 3.

Per i Comuni della Toscana non appartenenti al Programma VEL, ma che rientrano tra quelli definiti all'All. 7 dell'ord. DPC n. 3907/10, dovranno essere avviati, in modo graduale e progressivo, studi ed indagini di microzonazione sismica mediante finanziamenti adeguati almeno al raggiungimento del livello 1.

Pertanto, visto l'entità delle risorse economiche disponibili in funzione dell'elevato numero di Comuni che saranno progressivamente coinvolti negli studi di MS, si renderà necessario indicare dei criteri di selezione al fine di concentrare i finanziamenti per gli studi di MS. Quindi, almeno in questa prima fase e in relazione all'entità della disponibilità economica per gli studi di MS, per la selezione dei territori che dovranno essere gradualmente coinvolti negli studi di MS, si utilizza la medesima graduatoria predisposta dal D.P.C. sulla base dei criteri definiti ai sensi dell'art.3 comma 1 dell'ord. D.P.C. n. 3907/10 ed elaborati nell'allegato 2 della suddetta Ordinanza.

Nell'ambito dei Comuni finanziati per le indagini e gli studi di MS, le suddette attività devono essere concentrate in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi che il Comune individua secondo le specifiche di cui al Par. 1.B.1.2 delle IT del Programma VEL e perimetra secondo i criteri definiti al par. 3.4.2 degli ICMS.

Con l'obiettivo di ottimizzare gli studi di MS e concentrare le poche risorse economiche disponibili per questa finalità, sono esentate dai suddetti studi le aree per le quali le condizioni territoriali o normative non consentano e/o non prevedano trasformazioni insediative o infrastrutturali.

Nello specifico sono esentate dall'esecuzione di tali studi le zone che incidono su Aree Naturali Protette, Siti di Importanza Comunitaria (SIC), Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Aree adibite a verde pubblico di grandi dimensioni che non presentino insediamenti abitativi esistenti, non comportino nuove edificazioni o che rientrino in aree già classificate R4 dal PAI.

Inoltre sono escluse dalla necessità di effettuare indagini e studi di MS, aree in cui siano presenti esclusivamente modesti manufatti in classe d'uso I come definito dal par. 2.4.2 del D.M. 14.01.2008.

4.0 SOGGETTI COINVOLTI NELLO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

La MS è costituita da una serie attività differenziate in relazione alle metodologie e alle procedure utilizzate, al differente contesto geologico-tecnico di riferimento, ai livelli di approfondimento richiesti per lo studio e agli obiettivi da raggiungere.

Rappresenta quindi uno studio di tipo multidisciplinare che coinvolge differenti professionalità tecniche (geologi, geofisici, ingegneri, architetti...) e politiche (Amministratori locali...), ognuno con un ruolo e con competenze differenti.

Inoltre per tali professionalità si richiede un diverso livello di conoscenza in relazione al grado di approfondimento dello studio.

Il modello organizzativo adottato ricalca quello già applicato in precedenti attività di microzonazione sismica in ambito regionale e nell'ambito della microzonazione sismica della Conca Aquilana.

Pertanto, al fine di ottimizzare l'attività e migliorare la qualità dello studio di Microzonazione Sismica si indica di seguito i soggetti che saranno coinvolti nello studio di MS.

SOGGETTO PROPONENTE (*Regione Toscana - Settore Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica*): predispone il presente documento tecnico definendo le specifiche tecniche per la realizzazione degli studi di MS, la modalità di utilizzo e recepimento, definisce i criteri generali per la selezione dei soggetti realizzatori dello studio e gli ambiti territoriali di applicazione degli studi, finanzia e certifica gli studi di MS.

Il Soggetto Proponente può essere diverso dalla Regione Toscana, nel caso in cui altre Amministrazioni locali (Province ed Enti Locali) decidano di finanziare interamente gli studi nel proprio territorio, fermo restando il rispetto delle specifiche tecniche di cui al presente documento.

SOGGETTO REALIZZATORE (*Regione Toscana - Settore Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica; Amministrazioni Provinciali; Enti Locali; Università ed Enti di Ricerca; Geologi Professionisti; Imprese*). Il Soggetto realizzatore, per le motivazioni soprariportate, dovrà necessariamente essere costituito da un gruppo di lavoro (di seguito GdL) costituito da differenti professionalità, con diverse competenze e a cui collegare differenti attività al fine di pervenire ad uno studio completo di MS. Sarà necessario prevedere al suo interno almeno un geologo abilitato, preferibilmente con esperienza professionale pregressa nello svolgimento di indagini e/o studi di MS, che dovrà redigere le cartografie di microzonazione sismica dei vari livelli. Inoltre, limitatamente agli studi di MS di livello 3, dovrà essere presente un tecnico con esperienza nell'utilizzo di codici di calcolo almeno di tipo bidimensionale. Più in generale, dovrà inoltre essere presente un responsabile e/o referente unico per lo studio di MS che dovrà coordinare tutte le attività nel rispetto delle specifiche tecniche richieste e della tempistica ed in funzione delle risorse economiche stanziare. Il GdL sarà modulato anche in relazione al livello di approfondimento dello studio di MS richiesto.

Per la selezione dei soggetti facenti parte il GdL, si rimanda ai criteri che saranno inseriti nei successivi atti amministrativi regionali.

A seguito di specifica richiesta di Comuni interessati dal progetto di MS, in un'ottica di collaborazione tra Enti finalizzata ad un migliore utilizzo delle risorse pubbliche e facendo seguito ai progetti e alle attività di prevenzione sismica da tempo avviati sul proprio territorio, **la Regione Toscana tramite la propria struttura competente in materia si rende disponibile a fornire la propria collaborazione attraverso un supporto tecnico al Comune per la realizzazione dello studio di MS.**

Poiché tale scelta da parte del Comune, dovrà basarsi su motivazioni di risparmio economico e/o di maggiore approfondimento dello studio di MS, la Regione Toscana, limitatamente ai Comuni

facenti parte del Programma VEL in considerazione del vasto quadro conoscitivo in suo possesso garantirà con i finanziamenti previsti in questa prima fase non solo la realizzazione di studi MS rispondenti al livello minimo richiesto (livello 1), ma provvederà per queste aree alla realizzazione di studi MS di livello 3.

Nei restanti comuni non interessati dal programma VEL dove il quadro conoscitivo risulti più scarso, la competente struttura regionale sulla base dell'esperienza maturata nell'ambito del programma VEL e nell'esperienza di MS della Conca Aquilana si occuperà di utilizzare i finanziamenti previsti in questa fase, ai fini della programmazione e realizzazione di indagini che permettano sia la realizzazione di studi di MS di livello 1 di buona attendibilità che la creazione di una banca dati propedeutica alla realizzazione di studi MS di livello superiore.

Il Soggetto Realizzatore, pertanto, potrà anche essere rappresentato dall'ufficio competente della Regione Toscana, nel caso in cui essa fornisca la propria disponibilità, compatibilmente con le esigenze e con il carico di lavoro dell'ufficio, attraverso un supporto tecnico al Comune interessato dallo studio di MS.

SOGGETTO VALIDATORE (*Regione Toscana – Struttura regionale competente*). Il soggetto validatore certifica che i soggetti realizzatori abbiano rispettato le specifiche tecniche di realizzazione degli studi, definite nel presente documento in riferimento alle Linee Guida Nazionali rappresentate dagli ICMS e in relazione alle specifiche tecniche di cui al Programma VEL. Inoltre il soggetto validatore informa la Commissione Tecnica Nazionale predisposta dal DPC ai sensi dell'art. 5 comma 7) dell'Ord. DPC 3907/2010.

Nel caso in cui gli studi di MS siano svolti esclusivamente dal Settore Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica della Regione Toscana, la validazione è delegata al DPC, alla Commissione Tecnica Nazionale oppure ad altri soggetti esterni; mentre se detti studi sono svolti dalla Regione Toscana in collaborazione con Istituti Universitari e/o enti di Ricerca Scientifica, la validazione si ritiene acquisita automaticamente.

5.0 MODALITÀ DI RECEPIMENTO DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI

Nell'ambito delle attività di pianificazione territoriale disciplinate dal **Regolamento Regionale di cui al DPGR 26R/2007**, sono previsti analisi ed approfondimenti sismici al fine di aggiornare il quadro conoscitivo del territorio. In particolare le analisi devono consentire l'individuazione delle "Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale" (ZMPSL) secondo i criteri meglio definiti al punto B.7 e C.5 dell'Allegato 1 del suddetto regolamento regionale.

La **Cartografia della ZMPSL** rappresenta ed individua qualitativamente gli elementi in grado di generare i fenomeni di amplificazione locale ed instabilità dinamica, attraverso la raccolta degli elementi utili ad una ricostruzione e successiva rappresentazione del modello geologico-tecnico di sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti, sia in termini di parametrizzazione dinamica del terreno principalmente in relazione alla misura diretta delle Vsh (Velocità delle onde di taglio).

Tale cartografia, di fatto, è equiparabile ad una cartografia delle "Microzone omogenee in prospettiva sismica" (carta MOPS o carta di microzonazione di livello 1), così come definita dagli I&C di MS, anche se per quest'ultima cartografia è generalmente richiesto un approfondimento di indagini superiore sia per l'individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido, sia per la stima approssimativa della loro profondità rispetto al piano di campagna e del contrasto di impedenza sismica atteso con le coperture.

Pertanto, nei Comuni in cui sarà finanziata la realizzazione di cartografie di microzonazione sismica di **livello 1**, queste, una volta approvate dalla Regione Toscana, dovranno essere recepite ed integrate all'interno del Quadro Conoscitivo degli Strumenti Urbanistici vigenti; pertanto sarà necessario provvedere ad una Variante a tali Strumenti per recepire tali integrazioni.

Nel caso in cui le Amministrazioni Comunali non abbiano ancora conformato i propri Strumenti Urbanistici con quanto previsto dal Regolamento 26/R, le cartografie di microzonazione sismica di livello 1 dovranno essere, se lo Strumento Urbanistico è in corso di redazione, recepite in tale procedimento, costituendo a tutti gli effetti parte del nuovo atto in corso di adozione/approvazione.

Nel caso in cui le Amministrazioni Comunali abbiano approvato strumenti urbanistici nel periodo immediatamente precedente all'entrata in vigore del Regolamento 26/R e per questioni di opportunità non siano nelle condizioni di dare avvio ad un procedimento di un nuovo Piano Strutturale è possibile, per Strumenti Urbanistici redatti ai sensi della D.C.R. 94/1985, effettuare una Variante allo strumento vigente che introduca gli elementi di cui alle cartografie sopra citate.

La sintesi delle informazioni e la perimetrazione delle zone all'interno della "carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica", in analogia con quanto previsto per la cartografia della ZMPSL, dovrà permettere di:

1. valutare le condizioni di pericolosità sismica dei centri urbani secondo una graduatoria;
2. indirizzare la scelta di aree per nuovi insediamenti;
3. programmare ulteriori indagini ed analisi;
4. definire i relativi livelli di approfondimento;
5. definire gli interventi ammissibili in una data area;
6. stabilire le eventuali modalità di intervento nelle aree urbanizzate.

La "carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica" (carta MOPS) indicherà le aree suscettibili di eventuali problematiche a seguito di un evento sismico in modo tale da poter

evidenziare le situazioni di criticità sulle quali porre attenzione al fine di effettuare una corretta pianificazione da disciplinare in maniera specifica nel regolamento urbanistico in funzione della destinazione d'uso prevista seguendo i medesimi criteri di cui al regolamento regionale 26R.

6.0 MODALITÀ DI RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI FINALI

Tutti gli elaborati cartografici previsti per i livelli di MS dovranno essere restituiti anche su supporto informatico previa informatizzazione mediante tecnologia GIS.

In appendice 2, si riportano le specifiche tecniche per la produzione e restituzione in ambiente GIS delle cartografie al fine di poter elaborare in modo univoco ed omogeneo i dati acquisiti.

La base cartografica dovrà essere la CTR 1:10.000 o dove disponibile la CTR 1:2.000 in formato vettoriale georiferite secondo il datum "Roma 40" con proiezione "Gauss Boaga" espresse in metri. La base cartografica dovrà essere fornita dalla Regione Toscana o dal Comune direttamente interessato dall'iniziativa in oggetto.

Le nuove cartografie che saranno predisposte dovranno essere restituite in formato vettoriale (shp), con gli stessi parametri cartografici di cui sopra. In questo modo, i livelli informativi forniti dalla Regione potranno essere costantemente revisionati e, se necessario, aggiornati.

7.0 MODALITÀ DI FINANZIAMENTO DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA

Per quanto riguarda le risorse economiche, per l'attività di indagini e studio per la MS, con l'ord. P.C.M. 3907/2010 sono stati stanziati, per l'annualità 2010, 4 milioni di euro da ripartire tra le Regioni sulla base dell'indice medio di rischio sismico determinato secondo i criteri di cui all'allegato 2 della suddetta ordinanza.

Su tale base il DPC ha predisposto per la Regione Toscana, per l'annualità 2010, un finanziamento di 137.860,97 euro per gli studi di MS.

La Regione Toscana ha il compito di gestire tale contributo nazionale e intende contribuire con un cofinanziamento di euro 140.000,00 pari al 50% del costo degli studi di Microzonazione sismica.

E' facoltà dei Comuni contribuire al finanziamento per gli studi di MS mediante fondi propri, ad eccezione dei Comuni con popolazione superiore a 50.000 abitanti per i quali dovranno essere previsti obbligatoriamente cofinanziamenti aggiuntivi del contributo Stato-Regione in misura pari ad almeno il 25% di tale contributo.

La Regione intende giungere, in un periodo relativamente breve, alla conoscenza diffusa sull'intero territorio regionale, delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica attraverso una microzonazione sismica almeno di livello 1.

Pertanto, tutta la **somma totale disponibile per l'annualità 2010, pari ad euro 277.860,97**, è destinata per studi di microzonazione sismica almeno di livello 1.

Al momento, vista le disponibilità economiche regionali e nazionali in relazione alle necessità reali non sono previsti contributi economici specifici per la relazione del livello 3. Inoltre, poiché non sono ancora disponibili abachi regionalizzati, non è previsto alcun contributo per la realizzazione di studi di microzonazione di livello 2.

La ripartizione dei contributi per lo svolgimento di tali studi di MS viene definita in base alla popolazione residente (alla data di pubblicazione in GU dell'ord. 3967/2010) sul territorio comunale interessato, secondo gli importi riportati in tabella:

POPOLAZIONE	CONTRIBUTO
$Ab. \leq 2.500$	12.000,00 €
$2.500 < ab. \leq 5.000$	16.000,00 €
$5.000 < ab. \leq 10.000$	20.000,00 €
$10.000 < ab. \leq 25.000$	24.000,00 €
$25.000 < ab. \leq 50.000$	28.000,00 €
$50.000 < ab. \leq 100.000$	32.000,00 €
$ab > 100.000$	36.000,00 €

Per la ripartizione dei contributi e la relativa determinazione si rimanda a quanto previsto in appendice 3.

La Regione Toscana, dopo aver definito i criteri per la selezione dei soggetti realizzatori dei progetti di studi di MS e a seguito della predisposizioni di bandi per acquisire la manifestazione di interesse da parte dei Comuni e quindi consentire l'avvio delle iniziative di MS, eroga un contributo economico per la redazione degli studi di MS almeno di livello 1, secondo la ripartizione riportata nella tabella precedente.

Si fa presente che tali risorse devono intendersi come contributi economici e pertanto possono essere addizionate con ulteriori contributi economici da parte degli stessi Comuni interessati e/o eventualmente delle Amministrazioni Provinciali.

Il contributo sarà erogato dalla Regione Toscana direttamente al Comune interessato per stadi di avanzamento delle attività.

L'acconto che sarà pari al 50% del contributo sarà erogato dopo la presentazione da parte del Comune della richiesta di contributo a cui dovrà allegare la determina di incarico nei confronti del Gruppo di Lavoro (GdL così come definito al precedente par.4). La Regione si riserva di non accettare la richiesta di contributo nel caso in cui non venisse accertata l'esperienza maturata nell'ambito degli studi di MS da parte del GdL.

Il saldo del 50% del contributo fissato sarà erogato al termine dello studio, dietro presentazione dei risultati finali e a seguito della certificazione dello studio di MS che avverrà entro 60gg dalla data di presentazione degli elaborati finali previsti.

8.0 MODALITÀ DI CONTROLLO E CERTIFICAZIONE DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA

La Regione Toscana effettuerà controlli nei confronti del “Soggetto Realizzatore”, in differenti fasi, nel corso dell'avanzamento dello studio di MS, attraverso riunioni periodiche e/o sopralluoghi tecnici e si riserva di richiedere integrazioni di indagini qualora ne ravvedesse la necessità.

Il “Soggetto Realizzatore” è obbligato a eseguire quanto richiesto, indipendentemente dall'entità del finanziamento concesso.

Tali funzioni di controllo nei confronti del “Soggetto Realizzatore”, hanno il compito di poter consentire una supervisione generale circa il livello di conoscenza acquisito nel corso degli studi, il modello geologico-tecnico di sottosuolo, il modello di calcolo adottato ed i risultati conseguiti.

Nel corso del controllo sul livello di conoscenza acquisito e la stima relativa al livello di qualità raggiunto, la Regione Toscana farà riferimento al documento nazionale relativo alla procedura semi-quantitativa per la qualità della carta di livello 1, meglio definita in Appendice 1.

Inoltre al fine di garantire uniformità e confrontabilità ai risultati prodotti dagli studi di MS e, allo stesso tempo, fornire ai “Soggetti Realizzatori” un adeguato supporto tecnico-scientifico cui poter fare riferimento, soprattutto in situazioni e valutazioni complesse, la Regione Toscana potrà costituire una “Commissione Regionale Tecnico-Scientifica sulla Microzonazione Sismica” composta da personale tecnico regionale esperto in materia e soggetti esterni alla Regione Toscana appartenente a Istituti Universitari, Centri di ricerca e al mondo professionale.

Gli studi di MS dovranno essere validati prima della loro adozione dal “Soggetto Validatore” come meglio specificato al precedente par.4.0.

APPENDICE 1

PROCEDURA SEMIQUANTITATIVA PER STABILIRE LA QUALITÀ DELLA CARTA DI LIVELLO 1

La procedura da seguire è la seguente:

- 1) Costruire sull'area¹ da investigare un reticolato di celle quadrate, tutte uguali, orientate N-S e E-W, con il lato di 250 m.
- 2) Compilare la matrice della tabella riportata di seguito. La tabella prevede n. 6 **parametri** (carta geologico-tecnica, sondaggi a distruzione, sondaggi a carotaggio continuo, indagini geofisiche, prove geognostiche, misure delle frequenze di sito) ai quali viene assegnato un **peso**; ogni parametro prevede 3 **indicatori** ai quali verrà assegnato un **punteggio** che deve essere moltiplicato per il peso corrispondente².
- 3) La somma dei valori dei parametri permetterà di stilare una classifica di qualità:
 - **Classe A**, valori superiori a 75%; indicazioni: nessuna, carta di livello 1 di ottima qualità;
 - **Classe B**, valori intervallo (50%-74%); indicazioni: migliorare almeno uno dei parametri;
 - **Classe C**, valori intervallo (25%-49%); indicazioni: programmare indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità;
 - **Classe D**, valori inferiori a 25%; indicazioni: la carta di livello 1 è di scarsa qualità e non risponde ai requisiti minimi richiesti dagli ICMS e dalle suddette specifiche.

La procedura predisposta è stata tarata e calibrata in relazione ad un contesto geologico-tecnico omogeneo ed uniforme; naturalmente in relazione alla maggiore complessità geologica dell'area in esame, sarebbe opportuno approfondire il quadro conoscitivo attraverso un maggior numero di indagini al fine di poter raggiungere un livello di attendibilità equiparabile a quello relativo ad un contesto geologico più semplice.

¹ L'area su cui costruire il reticolato di celle, almeno in questa prima fase sperimentale di applicazione, deve essere costruita solo nelle aree in cui sono presenti i depositi di copertura, mentre non deve essere applicata al substrato roccioso affiorante e/o subaffiorante

² Per le seguenti tipologie di indagini: misure di frequenze del sito ed indagini geofisiche, poiché queste informazioni sono invece molto utili anche in presenza di substrato roccioso per individuare l'eventualità che questo possa rappresentare o meno un bedrock sismico, si dispone che il reticolato di cella debba essere costruito su tutta l'area anziché sulle sole coperture, come per le altre tipologie di indagini.

Tabella 1 – Quadro riassuntivo dei parametri e dei relativi indicatori con l'attribuzione dei pesi e dei punteggi

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	<i>Ad hoc</i>
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarellò <i>et alii</i>)*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

* D. Albarello, C. Cesi, V. Eulilli, F. Guerrini, E. Lunedei, E. Paolucci, D.Pileggi, L.M. Puzzilli - Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi. In stampa su Boll.Geofis.Teor.Appl.

Formula

I=Numero di Parametri

J_i =Numero di Indicatori relativi al parametro i-mo

P_i = peso del Parametro i-mo

S_{ij} =Punteggio relativo all'Indicatore j-mo del Parametro i-mo

FQ = Fattore di qualità (%)

$$FQ = \left[\frac{100}{\sum_{i=1}^I P_i} \right] \sum_{i=1}^I P_i \left(\sum_{j=1}^{J_i} \frac{S_{ij}}{J_i} \right) = \left[\frac{100}{4} \right] \sum_{i=1}^I P_i \left(\sum_{j=1}^{J_i} \frac{S_{ij}}{J_i} \right)$$

Esempio applicativo

- Carta geologico tecnica (1), recente ($1*0.33$) alla scala 2000 ($1*0.33$) allegata al piano urbanistico ($0.66*0.33$) – Tot = **0.87***1
- Sondaggi a distruzione (0.50), in numero di 7 ($0.66*0.33$) concentrati in una sola cella ($0*0.33$) con nessuno che arriva al substrato ($0*0.33$) – Tot=**0.22***0.50
- Sondaggi a carotaggio continuo (1), in numero di uno ($0.33*0.33$) in una cella ($0.33*0.33$) che arriva al substrato ($0.33*0.33$) – Tot=**0.33***1
- Indagini geofisiche (0.50), in numero di 6 ($0.66*0.25$) su 5 celle ($0.66*0.25$) con una che arriva al substrato rigido ($0.33*0.25$) - Tot=**0.42***0.50
- Prove geotecniche (0.25), non sono presenti prove - Tot=**0***0.25
- Misura delle frequenze di risonanza (0.75), in numero di 10 ($0.66*0.33$) distribuiti sulla metà delle celle ($0.66*0.33$) solo due di classe A ($0.33*0.33$) – Tot=**0.54***0.75

$FQ = (100/4) * (1 * (1 * 0.33 + 1 * 0.33 + 0.66 * 0.33) + 0.50 * (0.66 * 0.33 + 0 * 0.33 + 0 * 0.33) + 1 * (0.33 * 0.33 + 0.33 * 0.33 + 0.33 * 0.33) + 0.50 * (0.66 * 0.25 + 0.66 * 0.25 + 0.33 * 0.25 + 0 * 0.25) + (0.25 * 0) + 0.75 * (0.66 * 0.33 + 0.66 * 0.33 + 0.33 * 0.33)) = 48\%$ (Classe C)

Commento

- La cartografia geologica è buona: soddisfa le condizioni al 90%
- I sondaggi a distruzione sono scarsi: soddisfa le condizioni al 22%
- I sondaggi a carotaggio continuo sono buoni, ma pochi: soddisfa le condizioni al 33%
- Le indagini geofisiche sono buone ma scarse: soddisfa le condizioni al 42%
- Le prove geotecniche mancano: soddisfa le condizioni allo 0%
- Le misure di rumore ambientale sono tante, ma mal distribuite e di bassa qualità: soddisfa le condizioni al 54%

Suggerimento

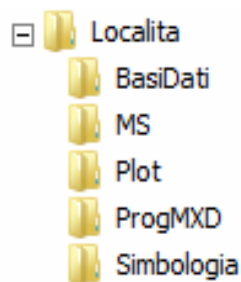
Potenziare i sondaggi a carotaggio continuo e fare prove geognostiche

APPENDICE 2

SPECIFICHE TECNICHE PER LA REDAZIONE DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI IN AMBIENTE GIS

La struttura delle cartelle

I dati cartografici prodotti devono essere disposti all'interno di cartelle strutturate come segue:



All'interno della cartella **Località** (il nome dovrà essere cambiato con quello effettivo della località/area per la quale si è prodotta la microzonazione) sono contenute 5 sottocartelle:

- Nella cartella **BasiDati** inserire tutte le carte di base, raster e/o vettoriali, quali ad esempio la topografica, la geologica ed altre ancora.
- Nella cartella **MS** vanno inseriti gli *shapefiles* relativi alla microzonazione sismica così come descritti più avanti.
- Nella cartella **Plot** posizionare gli eventuali file da plottare (.pdf, per esempio).
- Nella cartella **ProgMXD** va archiviato il progetto di visualizzazione della microzonazione sismica prodotto con ArcGIS (formato .mxd) e, nel caso di microzonazione di primo livello, nominato MS_01.mxd. E' un progetto che punta ai file in modo "relativo" (definire tale proprietà in *File* → *Document Properties*).
- Nella cartella **Simbologia** sono contenuti i file .lyr, forniti in allegato al presente documento, i quali definiscono le modalità di visualizzazione dei diversi shapefiles.

Gli *shapefiles* nella cartella MS

Nella cartella MS dovranno essere inseriti le cartografie di microzonazione sismica in formato digitale (CD e/o DVD) e suddivise per livello.

LIVELLO 1 DI MS – CARTA DELLE MICROZONAZIONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

La cartella MS contiene 7 *shapefiles* georeferenziati nel sistema **Gauss Boaga**. In particolare, dovranno essere prodotti:

4 *shapefiles* poligonali con nome:

- **Zone_nome** per rappresentare le zone stabili e alcune zone instabili.
- **instab_nome** per rappresentare alcuni tipi di zone instabili
- **forme_nome** per rappresentare le forme di superficie
- **MS1_nome** intersezione tra **zone** e **instab** per rappresentare la microzonazione sismica di I livello

2 *shapefiles* lineari con nome:

- **isosub_nome** per rappresentare le isobate del substrato sepolto
- **elineari_nome** per rappresentare tutti gli altri elementi lineari presenti in carta ad eccezione dei precedenti

1 *shapefile* puntuale con nome:

- **epuntuali_nome** per rappresentare tutti gli elementi puntuali presenti in carta

Descrizione dello *shapefile* poligonale: zone

Questo SHP contiene le seguenti tipologie di zone:

- zone stabili
- zone stabili suscettibili di amplificazioni
- le zone instabili unicamente per:
 - instabilità di versante
 - liquefazione

Ciascuna di queste zone è alternativa alle altre, pertanto **non possono esistere sovrapposizioni**.

La tabella degli attributi deve obbligatoriamente contenere *almeno* i campi descritti di seguito. Ulteriori campi descrittivi sono possibili a discrezione del rilevatore.

- Nome: **ID_z**
Tipo: numero intero
Descrizione: identificativo univoco della zona. Parte da 1.
- Nome: **Tipo_z**
Tipo: numero intero
Descrizione: contiene un codice numerico formato da 4 cifre che descrive la tipologia della zona su base litologica

Le codifiche da utilizzare sono elencate di seguito.

ZONE STABILI

Codificate sulla base del tipo di substrato:.

Schema del codice: **10xy**

	1 – STRATIFICATO	2 – NON STRATIFICATO
1 – LAPIDEO	1011	1012
2 – GRANULARE CEMENTATO	1021	1022
3 – COESIVO SOVRACONSOLIDATO	1031	1032

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

Codificate in modo progressivo su base litologica.

Schema del codice: **2nnn**

con **nnn** che va da 001 a 999

Note: due o più zone possono avere stesso **tipo_z**, ma avranno sempre diverso **ID_z**.

In allegato per ciascun codice 2nnn, dovrà essere rappresentata la colonna stratigrafica

ZONE INSTABILI

Instabilità di versante

	1-non definita	2-crollo o ribaltamento	3-scorrimento	4-colata	5-Complessa
1 – NON DEFINITO	3011	3012	3013	3014	3015
2 – ATTIVA	3021	3022	3023	3024	3025
3 – QUIESCENTE	3031	3032	3033	3034	3035
4 - INATTIVA	3041	3042	3043	3044	3045

Liquefazioni: **3050**

Descrizione dello *shapefile* poligonale: instab

Questo SHP contiene esclusivamente le seguenti zone suscettibili di instabilità:

- cedimenti differenziali
- aree interessate da deformazioni dovute a faglie attive e capaci

La tabella degli attributi deve contenere almeno i seguenti campi:

- Nome: **ID_i**
Tipo: numero intero
Descrizione: Identificativo univoco della zona. Parte da 1.
- Nome: **Tipo_i**
Tipo: numero intero

Descrizione: contiene un codice numerico formato da 4 cifre che descrive la tipologia della zona
Le codifiche da utilizzare sono elencate di seguito.

Schema del codice: **30xy**

Cedimenti differenziali	3060
Aree interessate da deformazioni dovute a faglie attive e capaci	3070
Sovrapposizione fra cedimenti differenziali e aree interessate da deformazioni dovute a faglie attive e capaci	3080

Descrizione dello *shapefile* poligonale: MS1

E' l'intersezione degli shape file **zone** e **instab**.

La tabella degli attributi è composta, di conseguenza, dai seguenti campi:

- Nome: **ID_z**
Tipo: numero intero
Descrizione: ereditato dallo SHP **zone**
- Nome: **Tipo_z**
Tipo: numero intero
Descrizione: ereditato dallo SHP **zone**
- Nome: **ID_i**
Tipo: numero intero
Descrizione: ereditato dallo SHP **instab**
- Nome: **Tipo_i**
Tipo: numero intero
Descrizione: ereditato dallo SHP **instab**
- Nome: **ID_ms1**
Tipo: numero intero
Descrizione: identificativo della microzona omogenea in prospettiva

Descrizione dello *shapefile* poligonale: forme

Questo SHP descrive le forme di superficie o sepolte, che presentano un'estensione areale cartografabile alla scala 1:5000.

La tabella degli attributi deve contenere almeno i seguenti campi:

- Nome: **Tipo_f**
Tipo: numero intero
Descrizione: contiene un codice numerico formato da 4 cifre che descrive la tipologia della zona
Le codifiche da utilizzare sono elencate di seguito.

Descrizione della forma	Tipo_f
Conoide alluvionale	4010
Falda detritica	4020
Area con cavità sepolta	4030

Descrizione dello *shapefile* lineare: isosub

Questo SHP rappresenta le isobate del substrato sepolto.

La tabella degli attributi deve contenere almeno i seguenti campi:

- Nome: **Quota**
Tipo: numero intero
Descrizione: quota dell'isobata

Descrizione dello *shapefile* lineare: elineari

Questo SHP rappresenta tutti gli elementi lineari presenti in carta diversi dalle isobate del substrato e indipendentemente dalla loro natura (geologica, geomorfologica etc.).

La tabella degli attributi deve contenere almeno i seguenti campi:

- Nome: **Tipo_el**
Tipo: numero intero
Descrizione: tipo dell'elemento lineare rappresentato secondo le codifiche indicate qui di seguito

Schema del codice: **50xy**

Foglie:

	1 - tratto accertato	1 - tratto inferito
1 – DIRETTA	5011	5012
2 – INVERSA	5021	5022
3 - TRASCORRENTE	5031	5032

Orlo di scarpata morfologica (10-20m) **5041**

Orlo di scarpata morfologica (>20m) **5042**

Orlo di terrazzo fluviale (10-20m) **5051**

Orlo di terrazzo fluviale (>20m) **5052**

Cresta **5060**

Scarpata sepolta **5070**

Valle sepolta stretta ($C > 0.25$)³ **5081**

Valle sepolta larga ($C < 0.25$) **5082**

Descrizione dello *shapefile* puntuale: epuntuali

Questo SHP rappresenta tutti gli elementi puntuali presenti in carta indipendentemente dalla loro natura (geologica, geomorfologica etc.).

La tabella degli attributi deve contenere almeno i seguenti campi:

- Nome: **Tipo_ep**
Tipo: numero intero
Descrizione: tipo dell'elemento puntuale rappresentato secondo le codifiche indicate qui di seguito

³ C=H/L/2

schema del codice: **60xy**

Picco isolato	6010
Cavità sepolta	6020

LIVELLO 2 e 3 DI MS – CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA

La struttura degli elaborati è identica a quella indicata per il livello 1 con le seguenti integrazioni:
Nella tabella **zone** sono aggiunti i seguenti attributi:

- Nome: **Fa**
Tipo: numerico (precisione singola)
Descrizione: valore del fattore di amplificazione Fa
- Nome: **Fv**
Tipo: numerico (precisione singola)
Descrizione: valore del fattore di amplificazione Fv
- Nome: **Fh**
Tipo: numerico (precisione singola)
Descrizione: valore del fattore di amplificazione Fh

APPENDICE 3

RIPARTIZIONE DEI CONTRIBUTI ECONOMICI A FAVORE DEI COMUNI PER LA REALIZZAZIONE DI STUDI DI MS ALMENO DI LIVELLO 1

Di seguito si riporta in tabella l'elenco dei Comuni ammissibili di contributo per la redazione degli studi di MS almeno di livello 1.

Sono stati inseriti in tabella, tutti i Comuni che presentano una accelerazione massima al suolo "ag" maggiore o uguale a 0,125g. Per la definizione di "ag" si veda quanto definito nell'allegato 2 e si rimanda ai valori riportati nell'All. 7 della ordinanza 3907/2010.

Tra tutti questi Comuni dovranno essere selezionati, in relazione alle risorse disponibili, quelli per i quali saranno previsti i contributi economici quantificati sulla base dei criteri indicati al par.7 e più ampiamente specificati nei successivi bandi regionali.

Tab.1 – Elenco dei comuni con "ag" \geq 0,125g e ripartizione dei relativi contributi

N.	Prov.	Comune	a _g (1)	Popolazione (2)	Contributo Livello 1 (3)	Cofinanziamento Ente Locale (4)
1	AR	Sansepolcro	0,227171	16365		
2	AR	Pieve Santo Stefano	0,22323	3224	16.000,00	
3	AR	Anghiari	0,21828	5858	20.000,00	
4	AR	Badia Tedalda	0,218205	1145	12.000,00	
5	AR	Monterchi	0,212165	1864	12.000,00	
6	FI	Marradi	0,210226	3295	16.000,00	
7	AR	Chiusi della Verna	0,209833	2099	12.000,00	
8	FI	San Godenzo	0,209667	1268	12.000,00	
9	FI	Palazuolo sul Senio	0,209487	1199	12.000,00	
10	AR	Caprese Michelangelo	0,209243	1602	12.000,00	
11	FI	Borgo S.Lorenzo	0,209104	18049	24.000,00	
12	AR	Sestino	0,20855	1463	12.000,00	
13	FI	Vicchio	0,208247	8234		
14	AR	Poppi	0,207847	6379	20.000,00	
15	FI	Dicomano	0,206217	5676	20.000,00	
16	FI	Firenzuola	0,205999	4908	16.000,00	
17	AR	Pratovecchio	0,205572	3163		
18	AR	Bibbiena	0,205542	12725	24.000,00	
19	FI	Scarperia	0,205346	7794	20.000,00	
20	LU	Sillano	0,204609	733	12.000,00	
21	MS	Fivizzano	0,204408	8591		
22	LU	Villa Collemantina	0,204345	1398		
23	LU	Giuncugnano	0,20406	493	12.000,00	
24	MS	Comano	0,203974	771	12.000,00	
25	LU	San Romano in G.na	0,203948	1488	12.000,00	
26	LU	Castiglione G.na	0,203901	1896	12.000,00	
27	LU	Piazza al Serchio	0,203604	2494	12.000,00	
28	MS	Pontremoli	0,203443	7823	20.000,00	
29	LU	Pieve Fosciana	0,203401	2436	12.000,00	
30	FI	Barberino di Mugello	0,203382	10853		

(1) "ag" rappresenta l'accelerazione massima al suolo, così come definita nell'allegato 2 e con i valori riportati nell'All.7 della ordinanza 3907/2010.

(2) si fa riferimento al censimento della popolazione ISTAT2010 (banca dati anagrafe)

(3) si specifica che i Comuni per i quali non sono stati previsti contributi economici, sono quelli per i quali la Regione Toscana eseguirà direttamente nel periodo 2011-2012 gli studi di MS sia di livello 1 che di livello 3.

(4) per gli Enti Locali con popolazione residente superiore a 50.000 abitanti è previsto un cofinanziamento obbligatorio in misura pari al 25% del contributo Stato-Regione.

31	MS	Casola in Lunigiana	0,203254	1055	12.000,00	
32	MS	Bagnone	0,203159	1957	12.000,00	
33	MS	Filattiera	0,202968	2391	12.000,00	
34	MS	Licciana Nardi	0,202747	4991	16.000,00	
35	LU	Camporgiano	0,202057	2317	12.000,00	
36	LU	Coreglia	0,201869	5296	20.000,00	
37	LU	Barga	0,201862	10307	24.000,00	
38	LU	Fosciandora	0,201732	633	12.000,00	
39	PT	Cutigliano	0,201436	1587	12.000,00	
40	FI	Londa	0,201419	1877	12.000,00	
41	LU	Castelnuovo G.na	0,201326	6109	20.000,00	
42	PT	Abetone	0,201104	692	12.000,00	
43	AR	Stia	0,200786	2952		
44	PT	San Marcello Pistoiese	0,20057	6871	20.000,00	
45	MS	Villafranca in Lunigiana	0,200555	4850	16.000,00	
46	PO	Vernio	0,200129	6111	20.000,00	
47	LU	Minucciano	0,200037	2307	12.000,00	
48	LU	Galliciano	0,199612	3949	16.000,00	
49	PT	Sambuca Pistoiese	0,19911	1766	12.000,00	
50	LU	Molazzana	0,198976	1154	12.000,00	
51	PT	Pistoia	0,198849	90147	32.000,00	8.000,00
52	PO	Cantagallo	0,198751	3073	16.000,00	
53	MS	Zeri	0,198221	1226	12.000,00	
54	PT	Piteglio	0,19792	1837	12.000,00	
55	LU	Vagli sotto	0,197606	1015	12.000,00	
56	LU	Bagni di Lucca	0,19725	6558	20.000,00	
57	MS	Mulazzo	0,196961	2647	16.000,00	
58	LU	Careggine	0,195536	605	12.000,00	
59	FI	San Piero a Sieve	0,194521	4239	16.000,00	
60	MS	Aulla	0,194176	11129	24.000,00	
61	AR	Chitignano	0,193397	974	12.000,00	
62	FI	Rufina	0,191562	7471	20.000,00	
63	AR	Arezzo	0,189577	99503	32.000,00	8.000,00
64	AR	Cortona	0,189448	23083	24.000,00	
65	LU	Vergemoli	0,188778	336	12.000,00	
66	MS	Tresana	0,185764	2097	12.000,00	
67	AR	Subbiano	0,185251	6383	20.000,00	
68	AR	Castel San Niccolò	0,184604	2806	16.000,00	
69	LU	Borgo a Mozzano	0,183974	7381	20.000,00	
70	PT	Pescia	0,183163	19762	24.000,00	
71	AR	Castel Focognano	0,180485	3323	16.000,00	
72	FI	Pontassieve	0,180472	20811	24.000,00	
73	LU	Fabbriche di Vallico	0,180179	505	12.000,00	
74	PO	Vaiano	0,178471	9945	20.000,00	
75	FI	Calenzano	0,175846	16304	24.000,00	
76	MS	Fosdinovo	0,175819	4971	16.000,00	
77	PT	Marliana	0,175724	3239	16.000,00	
78	PT	Montale	0,17408	10709	24.000,00	
79	AR	Montemignao	0,173845	614	12.000,00	
80	FI	Pelago	0,173678	7634	20.000,00	
81	MS	Massa	0,173572	70818	32.000,00	8.000,00
82	MS	Stazzema	0,171327	3376	16.000,00	
83	FI	Vaglia	0,171284	5134	20.000,00	
84	LU	Pescaglia	0,170084	3763	16.000,00	
85	MS	Podenzana	0,170047	2184	12.000,00	
86	AR	Capolona	0,170044	5410	20.000,00	
87	AR	Ortignano Raggiolo	0,169408	876	12.000,00	
88	LU	Villa Basilica	0,166627	1759	12.000,00	
89	AR	Castiglion Fiorentino	0,165434	13477	24.000,00	

90	PO	Montemurlo	0,16354	18467	24.000,00	
91	MS	Carrara	0,160208	65588	32.000,00	8.000,00
92	PO	Prato	0,159523	186798	36.000,00	9.000,00
93	AR	Talla	0,15747	1166	12.000,00	
94	FI	Fiesole	0,157376	14264	24.000,00	
95	LU	Lucca	0,156078	84640	32.000,00	8.000,00
96	FI	Reggello	0,153796	16089	24.000,00	
97	PT	Serravalle Pistoiese	0,152884	11464	24.000,00	
98	LU	Seravezza	0,152803	13440	24.000,00	
99	PT	Agliana	0,151678	16814	24.000,00	
100	AR	Marciano della Chiana	0,150905	3367	16.000,00	
101	AR	Foiano della Chiana	0,150796	9534	20.000,00	
102	AR	Monte San Savino	0,150641	8709	20.000,00	
103	AR	Civitella in Val di Chiana	0,150169	9133	20.000,00	
104	SI	Montepulciano	0,149702	14506	24.000,00	
105	PT	Massa e Cozzile	0,149443	7881	20.000,00	
106	PT	Buggiano	0,149356	8892	20.000,00	
107	SI	Sinalunga	0,148771	12922	24.000,00	
108	AR	Lucignano	0,148443	3579	16.000,00	
109	SI	Torrita di Siena	0,148423	7501	20.000,00	
110	SI	Chiusi	0,147713	8866	20.000,00	
111	LU	Camaiore	0,147642	32289	28.000,00	
112	LU	Capannori	0,147127	45855	28.000,00	
113	FI	Sesto fiorentino	0,147008	47587	28.000,00	
114	AR	Castiglion Fibocchi	0,14609	2244	12.000,00	
115	PT	Montecatini Terme	0,145611	21288	24.000,00	
116	PT	Quarrata	0,145567	25286	28.000,00	
117	SI	Cetona	0,145527	2935	16.000,00	
118	SI	Sarteano	0,145238	4861	16.000,00	
119	MS	Montignoso	0,14523	10553	24.000,00	
120	SI	Chianciano Terme	0,145071	7483	20.000,00	
121	SI	San Casciano Bagni	0,144657	1698	12.000,00	
122	SI	Pienza	0,144189	2190	12.000,00	
123	SI	Trequanda	0,143911	1383	12.000,00	
124	SI	San Giovanni d'Asso	0,143328	901	12.000,00	
125	SI	San Quirico d'Orcia	0,143264	2769	16.000,00	
126	SI	Radicofani	0,143062	1169	12.000,00	
127	SI	Castiglione d'Orcia	0,142971	2483	12.000,00	
128	SI	Asciano	0,142441	7249	20.000,00	
129	SI	Montalcino	0,142383	5278	20.000,00	
130	PT	Pieve a Nievole	0,142318	9726	20.000,00	
131	FI	Rignano sull'Arno	0,14216	8669	20.000,00	
132	SI	Buonconvento	0,142002	3237	16.000,00	
133	SI	Monteroni d'Arbia	0,141797	8572	20.000,00	
134	FI	Bagno a Ripoli	0,141708	25913	28.000,00	
135	SI	Siena	0,141463	54414	32.000,00	8.000,00
136	FI	Montaione	0,141447	3779	16.000,00	
137	SI	Piancastagnaio	0,141404	4176	16.000,00	
138	SI	Sovicille	0,141359	9712	20.000,00	
139	SI	San Gimignano	0,141344	7770	20.000,00	
140	PI	Peccioli	0,141338	4991	16.000,00	
141	PI	Terricciola	0,141272	4476	16.000,00	
142	SI	Murlo	0,141148	2408	12.000,00	
143	FI	Gambassi Terme	0,141133	4912	16.000,00	
144	PI	Lari	0,141119	8718	20.000,00	
145	SI	Casole d'Elsa	0,141114	3841	16.000,00	
146	SI	Colle Val d'Elsa	0,141082	21556	24.000,00	
147	FI	Firenze	0,141082	368901	36.000,00	9.000,00
148	GR	Seggiano	0,141046	992	12.000,00	
149	SI	Monteriggioni	0,140984	9035	20.000,00	

150	GR	Castel del Piano	0,140949	4691	16.000,00	
151	PI	Casciana Terme	0,140922	3702	16.000,00	
152	GR	Sorano	0,140869	3671	16.000,00	
153	PI	Volterra	0,140861	11136	24.000,00	
154	PT	Uzzano	0,140817	5633	20.000,00	
155	PI	Palaia	0,140815	4609	16.000,00	
156	PI	Lajatico	0,140777	1385	12.000,00	
157	PI	Capannoli	0,140736	6030	20.000,00	
158	GR	Castell'Azzara	0,140653	1640	12.000,00	
159	PI	Lorenzana	0,140628	1209	12.000,00	
160	PI	Chianni	0,140625	1531	12.000,00	
161	SI	Abbadia San Salvatore	0,140578	6777	20.000,00	
162	LU	Pietrasanta	0,140542	24833	24.000,00	
163	SI	Monticiano	0,140525	1580	12.000,00	
164	GR	Arcidosso	0,140518	4384	16.000,00	
165	SI	Chiusdino	0,140448	1991	12.000,00	
166	GR	Civitella Paganico	0,140381	3205	16.000,00	
167	PI	Fauglia	0,140346	3516	16.000,00	
168	PI	Radicondoli	0,140313	974	12.000,00	
169	PI	Pomarance	0,140229	6112	20.000,00	
170	GR	Pitigliano	0,140206	3971	16.000,00	
171	SI	Poggibonsi	0,140198	29478	28.000,00	
172	GR	Cinigiano	0,140147	2767	16.000,00	
173	PT	Monsummano Terme	0,140112	21140	24.000,00	
174	AR	Laterina	0,140111	3593	16.000,00	
175	PI	Castelnuovo di Val di Cecina	0,140077	2348	12.000,00	
176	PI	Montecatini Val di Cecina	0,139966	1859	12.000,00	
177	GR	Santa Fiora	0,1399	2809	16.000,00	
178	PI	San Miniato	0,139692	28124	28.000,00	
179	PI	Crespina	0,139658	4160	16.000,00	
180	AR	Loro Ciuffenna	0,139442	5879	20.000,00	
181	GR	Montieri	0,139357	1250	12.000,00	
182	GR	Roccastrada	0,139348	9638	20.000,00	
183	PI	Orciano Pisano	0,139329	617	12.000,00	
184	GR	Semproniano	0,139172	1193	12.000,00	
185	FI	Certaldo	0,139035	16328	24.000,00	
186	PI	Santa Luce	0,138992	1686	12.000,00	
187	GR	Roccalbegna	0,138846	1152	12.000,00	
188	FI	Castelfiorentino	0,138682	17937	24.000,00	
189	LI	Collesalvetti	0,138675	16744	24.000,00	
190	PI	Ponsacco	0,138514	15455	24.000,00	
191	SI	Rapolano Terme	0,138293	5248	20.000,00	
192	AR	Pergine Valdarno	0,138078	3255	16.000,00	
193	FI	Barberino Val D'Elsa	0,137453	4278	16.000,00	
194	GR	Manciano	0,137154	7626	20.000,00	
195	PI	Castellina Marittima	0,136455	2046	12.000,00	
196	FI	Campi Bisenzio	0,136377	43224	28.000,00	
197	PI	Pontedera	0,136331	28198	28.000,00	
198	AR	Terranuova Bracciolini	0,136011	12206	24.000,00	
199	LI	Rosignano Marittimo	0,135904	32389	28.000,00	
200	FI	Castellina in Chianti	0,13572	2966	16.000,00	
201	PI	Larciano	0,135661	6328	20.000,00	
202	SI	Castelnuovo Berardenga	0,135525	8992	20.000,00	
203	PI	Guardistallo	0,1346	1293	12.000,00	
204	LU	Montecarlo	0,134423	4573	16.000,00	
205	PT	Ponte Buggianese	0,134119	8818	20.000,00	
206	PI	Montopoli in Val d'Arno	0,133966	11163	24.000,00	
207	PI	Riparbella	0,133627	1649	12.000,00	
208	PT	Chiesina Uzzanese	0,133495	4517	16.000,00	
209	AR	Bucine	0,133464	10150	24.000,00	

210	LU	Porcari	0,133288	8582	20.000,00	
211	AR	Pian di Sco	0,133176	6324	20.000,00	
212	PT	Lamporecchio	0,133164	7711	20.000,00	
213	LI	Livorno	0,133095	160742	36.000,00	9.000,00
214	PO	Carmignano	0,133089	13984	24.000,00	
215	LU	Massarosa	0,133017	22933	24.000,00	
216	AR	Castelfranco di Sopra	0,132854	3075	16.000,00	
217	PO	Poggio a Caiano	0,132172	9796	20.000,00	
218	LU	Forte dei Marmi	0,132054	7760	20.000,00	
219	FI	Empoli	0,13182	47549	28.000,00	
220	LU	Altopascio	0,131591	14777	24.000,00	
221	FI	Incisa Valdarno	0,131097	6259	20.000,00	
222	FI	Signa	0,130997	18213	24.000,00	
223	GR	Campagnatico	0,130481	2516	16.000,00	
224	GR	Massa Marittima	0,12996	8820	20.000,00	
225	AR	Montevarchi	0,129296	24022	24.000,00	
226	PI	Montescudaio	0,129129	1901	12.000,00	
227	FI	Scandicci	0,129103	50071	32.000,00	8.000,00
228	FI	Vinci	0,128736	14523	24.000,00	
229	FI	Montespertoli	0,128623	13412	24.000,00	
230	GR	Scansano	0,128247	4610	16.000,00	
231	PI	Cascina	0,128121	43714	28.000,00	
232	FI	Cerreto Guidi	0,127524	10501	24.000,00	
233	PI	Fucecchio	0,127479	23340	24.000,00	
234	FI	Lastra a Signa	0,127447	19634	24.000,00	
235	PI	Pisa	0,127408	87440	32.000,00	8.000,00
236	GR	Monterotondo Marittimo	0,12733	1394	12.000,00	
237	FI	Figline Valdarno	0,127037	16987	24.000,00	
238	FI	Impruneta	0,126964	14880	24.000,00	
239	PI	Calcinaia	0,126926	11396	24.000,00	
240	PI	Santa Maria a Monte	0,126718	12682	24.000,00	
241	FI	Greve in Chianti	0,126309	14304	24.000,00	
242	PI	Castelfranco di Sotto	0,126275	12900	24.000,00	
243	FI	Capraia e Limite	0,126181	7162	20.000,00	
244	FI	Montelupo Fiorentino	0,125877	13537	24.000,00	
245	AR	San Giovanni Valdarno	0,125796	17171	24.000,00	
246	PI	San Giuliano Terme	0,125376	31621	28.000,00	
247	PI	Casale Marittimo	0,125176	1072	12.000,00	