



ASSESSORATO AMBIENTE E SVILUPPO SOSTENIBILE

ASSESSORATO POLITICHE DEL TERRITORIO E DELL'URBANISTICA

DIREZIONE REGIONALE AMBIENTE

DIREZIONE REGIONALE TERRITORIO E
URBANISTICA

AREA DIFESA DEL SUOLO

AREA URBANISTICA E BENI PAESAGGISTICI

D.G.R. Lazio n. 2649 del 18 maggio 1999

D.G.R. Lazio n. 387 del 22 maggio 2009

D.G.R. Lazio n. 835 del 3 novembre 2009

LINEE GUIDA

per l'utilizzo degli Indirizzi e Criteri generali negli Studi di Microzonazione Sismica nella
Regione Lazio in applicazione alla DGR Lazio n. 387 del 22 maggio 2009.
Estensione dell'applicabilità dell'art. 89 del DPR 380/2001 e della DGR Lazio n. 2649/99.

Con la collaborazione scientifica, tecnica e professionale di:
Dipartimento di Protezione Civile – Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento Scienze della Terra Università Sapienza di Roma
E.N.E.A.
Ordine Regionale dei Geologi del Lazio

ALLEGATO A

Il presente allegato si compone di n. 45 (quarantacinque) pagine esclusa la presente

RESPONSABILI REGIONALI:

Ing. Giuseppe Tanzi (Direttore Direzione Regionale Ambiente)
Arch. Demetrio Carini (Direttore Direzione Regionale Territorio e Urbanistica)

PER LA PARTE GEOLOGICA TESTO REDATTO A CURA DI:

Geol. Giacomo Catalano (Area Difesa del Suolo – Direzione Regionale Ambiente)
Geol. Fulvio Colasanto (Area Difesa del Suolo – Direzione Regionale Ambiente)
Geol. Antonio Colombi (Area Difesa del Suolo – Direzione Regionale Ambiente)
Geol. Eugenio Di Loreto (Area Difesa del Suolo – Direzione Regionale Ambiente)
Geol. Antonio Gerardi (Area Difesa del Suolo – Direzione Regionale Ambiente)
Geol. Salomon Hailemikael (Università Sapienza Roma - Dip. di Scienze della Terra)
Geol. Salvatore Martino (Università Sapienza Roma - Dip. di Scienze della Terra - CERI)
Geol. Alberto Orazi (Area Difesa del Suolo – Direzione Regionale Ambiente)
Prof.ssa Floriana Pergalani (Dipartimento Ingegneria delle Strutture – Politecnico di Milano)
Prof. Gabriele Scarascia Mugnozza (Università Sapienza Roma - Dip. di Scienze della Terra - CERI)

PER LA PARTE DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE TESTO REDATTO A CURA DI:

Arch. Fabrizio Bramerini (Dipartimento di Protezione Civile – Presidenza del Consiglio dei Ministri)
Arch. Valter Campanella (Area Urbanistica e Beni paesaggistici - Direzione Regionale Territorio e Urbanistica)
Ing. Leandro Cigarini (Area Urbanistica e Beni paesaggistici - Direzione Regionale Territorio e Urbanistica)

PER LA PARTE DEGLI ACCELEROGRAMMI TESTO REDATTO A CURA DI:

Geol. Guido Martini (ENEA ACS – PROTPREV, Frascati)
Ing. Antonio Pugliese (ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)
Ing. Dario Rinaldis (ENEA ACS – PROTPREV, Casaccia)

TESTO DI RIFERIMENTO TECNICO:

- **Indirizzi e criteri generali per la Microzonazione sismica** – GdL DPC/Regioni. Testo approvato dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni nella seduta del 13 novembre 2008.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO:

- **Legge Regione Lazio 2 Luglio 1987 n. 36**, Norme in materia di attività urbanistico - edilizia e snellimento delle procedure
- **Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112**, Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59.
- **Delibera di Giunta Regione Lazio n. 2649 del 18.05.1999**, LG e documentazione per l'indagine geologica e vegetazionale. Estensione dell'applicabilità della Legge n. 64/1974.
- **Legge Regione Lazio 22 dicembre 1999 n. 38**, Norme sul governo del territorio.
- **Circolare Dipartimento Territorio Regione Lazio 772/2ZDiT del 21.03.2003**, Parere ai fini della verifica di compatibilità delle previsioni degli strumenti urbanistici con le condizioni geologiche e con le condizioni vegetazionali del territorio: acquisizione preventiva rispetto all'adozione da parte dell'Amministrazione Comunale dello strumento urbanistico.
- **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 2 febbraio 2009 Ministero Infrastrutture** – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni".
- **Delibera di Giunta Regione Lazio n. 387 del 22.05.2009**, Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28 Aprile 2006 e della DGR Lazio 766/03.
- **Circolare 5 agosto 2009 Ministero Infrastrutture** – Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- **Delibera di Giunta Regione Lazio n. 835 del 03.11.2009**, Rettifica all'Allegato 1 della DGR Lazio 387 del 22 Maggio 2009.
- **Circolare 11 dicembre 2009 Ministero Infrastrutture** - Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Circolare 5 agosto 2009 - Ulteriori considerazioni esplicative.

INDICE

1. INTRODUZIONE
2. DEFINIZIONI
3. SOGGETTI COINVOLTI NELLA PREDISPOSIZIONE ED ESECUZIONE DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA
4. I TRE LIVELLI DI MICROZONAZIONE SISMICA
5. GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA PER LE STRUTTURE STRATEGICHE O RILEVANTI
6. RAPPORTO FRA MICROZONAZIONE SISMICA E PROGETTAZIONE (*NTC2008*)
7. AREE ESENTATE DAGLI STUDI DI MS
8. INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE E GEOFISICHE
9. UTILIZZO DEGLI ABACHI PER IL LIVELLO 2 DI MICROZONAZIONE SISMICA
10. UTILIZZO DEGLI ACCELEROGRAMMI DI RIFERIMENTO PER IL LIVELLO 3 DI MICROZONAZIONE SISMICA
11. SIMULAZIONI NUMERICHE E CODICI DI CALCOLO PER IL LIVELLO 3 DI MICROZONAZIONE SISMICA
12. REDAZIONE IN AMBIENTE GIS DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI DEI LIVELLI DI MICROZONAZIONE SISMICA
13. CONTRIBUTI ECONOMICI

APPENDICE 1 - ELENCO DELLE UAS E RELATIVI FILE DEGLI ACCELEROGRAMMI REGIONALI DI RIFERIMENTO GIÀ SCALATI

APPENDICE 2 - SPECIFICHE TECNICHE PER LA REDAZIONE IN AMBIENTE GIS DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI DEI LIVELLI DI MS

1. INTRODUZIONE

Tra i principali compiti che la Regione Lazio (*di seguito Regione*) svolge in materia ambientale e governo del territorio vi è quello di pianificare e programmare strumenti diretti alla mitigazione dei rischi naturali e antropici con l'obiettivo di favorire trasformazioni positive della vita delle persone e una migliore sostenibilità ambientale.

I rischi naturali possono essere mitigati attraverso azioni preventive da parte delle Amministrazioni competenti alla gestione del territorio. Attendere un evento sismico per intervenire in fase di emergenza aumenta esponenzialmente il costo di gestione degli interventi e delle successive ricostruzioni. Al contrario, agire in modo preventivo riduce i costi di gestione in fase di emergenza, poiché molte delle azioni di mitigazione del rischio riducono alla fonte il loro "peso" economico e sociale sull'ambiente e sulla popolazione.

Procedere in modo preventivo, quindi, significa sviluppare una serie di norme, LG e/o comportamenti operativi e/o educativi finalizzati alla gestione dei rischi naturali, alla riduzione generale dei costi sociali e della loro ricaduta sulla popolazione.

La Regione, da almeno un decennio, ha attivato una serie di iniziative di tipo normativo e tecnico-operativo per conseguire efficaci progressi nella conoscenza dei fenomeni naturali del proprio territorio legati alla geologia, con l'obiettivo di attivare azioni efficaci in materia di riduzione dei rischi naturali, con particolare riguardo al rischio sismico.

Gli studi preventivi in campo sismico permettono di identificare aree in cui la pericolosità sismica raggiunge livelli che possono pregiudicare la sostenibilità del territorio sia in termini di vite umane sia economici e sia di degrado ambientale.

La Microzonazione Sismica (*di seguito MS*) costituisce un valido e ormai riconosciuto strumento per analizzare la pericolosità sismica locale applicabile alla pianificazione urbanistica, territoriale e per l'emergenza.

La Delibera di Giunta Regionale n. 387 del 22 maggio 2009¹ prevede che la Regione Lazio predisponga il recepimento degli Indirizzi e Criteri Generali per la MS (*di seguito ICMS*) approvati dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni in data 13 novembre 2008.

A seguito di numerose riunioni tecniche, un Gruppo di Lavoro, comprendente funzionari regionali della Direzione Ambiente e della Direzione Territorio e Urbanistica, coadiuvati da esperti in campo sismico dell'Università Sapienza di Roma, dell'ENEA e dell'ISPRA, funzionari del Dipartimento di Protezione Civile presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri e con il contributo consultivo dell'Ordine dei Geologi del Lazio, ha presentato alle Direzioni succitate il documento tecnico sull'utilizzo degli studi di MS nella Regione.

Sulla base di questo documento tecnico, la Direzione Regionale Ambiente e la Direzione Regionale Territorio e Urbanistica hanno predisposto di concerto le Linee Guida (*di seguito LG*) per l'utilizzo degli Indirizzi e Criteri generali per la MS nella Regione. Le LG stabiliscono le

¹ L'Allegato 1 della DGR Lazio n. 387/09 è stato rettificato dalla DGR Lazio 835/09.

procedure regionali per la realizzazione degli studi di MS sulla base degli ICMS, che rappresentano, al momento, il testo unico di riferimento tecnico.

Queste LG hanno l'obiettivo di permettere ai Professionisti e alle Amministrazioni interessate di realizzare gli studi di MS in modo omogeneo ed efficace, al fine di garantire un idoneo controllo della compatibilità geomorfologica in prospettiva sismica, differenziato per livelli di approfondimento, nella pianificazione territoriale.

Ai fini pianificatori è fondamentale identificare qualitativamente e/o quantitativamente gli effetti di amplificazione del moto sismico e di instabilità attraverso una serie di azioni che, partendo dai risultati delle analisi di pericolosità sismica di base, analizzino i caratteri sismici (*terremoto di riferimento*), i caratteri geologici (*eterogeneità dei terreni, sia in senso orizzontale sia verticale*), geomorfologici (*variazioni morfologiche superficiali e sepolte*) e geologico-tecnici del sito (*instabilità, variazioni spaziali delle caratteristiche tecniche, comportamento non lineare e dissipativo dei terreni*).

Il recepimento e l'attuazione delle presenti LG, preliminarmente alla predisposizione degli strumenti urbanistici, permetteranno di ampliare le conoscenze locali e regionali e di gestire in modo più consapevole e moderno le crescenti richieste di sostenibilità ambientale.

Le LG tengono conto dei diritti urbanistici acquisiti e indica un adeguamento agli studi di MS delle scelte localizzative nell'ambito delle pianificazioni attuative non ancora approvate. Per tale motivo le LG e gli ICMS sono un'estensione dell'applicabilità della DGR Lazio 2649/99² e gli elaborati indicati in queste LG dovranno essere presentati in sede di parere di compatibilità geomorfologica in prospettiva sismica³ congiuntamente alla Carta di Idoneità Territoriale.

2. DEFINIZIONI

Per una migliore comprensione della terminologia tecnica utilizzata nelle LG si elencano alcune definizioni dei termini più utilizzati nella MS. I termini di seguito indicati sono di riferimento per i Professionisti nell'applicazione delle LG. Per definizioni ulteriori definizioni specialistiche si rimanda al Glossario ICMS.

Accelerogramma di riferimento (*Time history*) – Grafico dell'andamento dell'accelerazione del suolo nel tempo dovuta al passaggio delle onde sismiche per ciascuna Unità Amministrativa Sismica della Regione Lazio da utilizzare come dato di input nelle simulazioni numeriche.

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

Fagliazione attiva – Per fagliazione attiva si intende una dislocazione istantanea (*cosismica*) verticale e/o orizzontale dei terreni lungo uno o più piani di taglio. Tale dislocazione deve essere

² DGR Lazio n. 2649 del 18.05.1999 - LG per l'indagine geologiche e vegetazionali .

³ Art. 89 DPR 380/01 – Testo Unico per l'edilizia .

riconducibile ad un intervallo temporale relativo agli ultimi 40.000 anni, periodo per il quale una faglia può essere considerata probabilmente attiva in Italia.

Fagliazione superficiale capace – Con il termine “*fagliazione capace*” si intende una faglia attiva ritenuta in grado di produrre fagliazione in superficie, cioè di muoversi durante forti terremoti, in un prossimo futuro. La riattivazione di una faglia capace determina pertanto una dislocazione/deformazione dei terreni di fondazione e dei manufatti costruiti sopra di essa.

Fattore di Amplificazione (Fa) – E’ il rapporto tra il moto sismico in superficie del sito determinato con l’Accelerogramma di riferimento (*Output*) e quello che si osserverebbe per lo stesso evento sismico di partenza su un ipotetico affioramento di roccia rigida con morfologia orizzontale (*Input*). Questo rapporto (*Fa*) definisce il fattore di amplificazione legato agli effetti di sito. Se *Fa* è maggiore di uno si ha amplificazione di sito, se è minore di uno si ha deamplificazione.

Liquefazione - Fenomeno per cui, in conseguenza dell’applicazione di azioni dinamiche quali le azioni sismiche agenti in condizioni non drenate, un terreno perde la propria resistenza a taglio. Sono particolarmente suscettibili di liquefazione dinamica i depositi superficiali di terreni granulari sciolti in falda.

Microzonazione sismica (MS) – Valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l’individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo. In sostanza la MS individua e caratterizza le zone di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità a causa di deformazioni permanenti.

Modello geologico-tecnico (MGT) – Prodotto di sintesi, relativo ad una specifica area, derivante dalla ricostruzione del locale assetto geomorfologico, della composizione litologica e della geometria delle unità litologiche che costituiscono il sottosuolo nonché dei loro reciproci rapporti spaziali, delle condizioni idrogeologiche, nonché dalla definizione quantitativa delle caratteristiche geologico-tecniche di ciascuna unità litologica in relazione sia a differenti effetti di sito sia ad eventuali effetti deformativi permanenti in superficie. Rappresenta il risultato di un processo iterativo attraverso cui tutte le informazioni raccolte ed elaborate secondo opportuni metodi e codici di calcolo, scelti in relazione al livello di approfondimento richiesto, debbono convergere in un quadro sintetico e congruente del sottosuolo. Come tale, il Modello geologico-tecnico costituisce uno strumento conoscitivo propedeutico alla redazione delle carte di Microzonazione Sismica.

Modello sismico del sottosuolo (MGS) – Modello che stima quantitativamente la successione litotecnica dei terreni e rocce dalla superficie fino al “Bedrock sismico” (*vedi*) attraverso la parametrizzazione di ciascun orizzonte sismico mediante la definizione di: spessore, valore della velocità delle onde di taglio V_s , valori di decadimento e smorzamento.

Pericolosità sismica – Stima quantitativa dello scuotimento del terreno dovuto a un evento sismico, in un determinato luogo. La pericolosità sismica può essere analizzata con metodi deterministici, assumendo un determinato terremoto di riferimento, o con metodi probabilistici, nei quali le incertezze dovute alla grandezza, alla localizzazione e al tempo di occorrenza del terremoto sono esplicitamente considerati. Tale stima include le analisi di *pericolosità sismica di base* e di *pericolosità sismica locale*.

Pericolosità sismica di base - Componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). La *pericolosità sismica di base* calcola (*generalmente in maniera probabilistica*), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (*velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali*) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (*terremoto di riferimento*). Costituisce una base per la definizione del terremoto di riferimento per studi di *MS*.

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

Riduzione (*mitigazione*) del rischio sismico - Azioni intraprese al fine di ridurre le conseguenze negative associate al rischio sismico.

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

Risposta sismica locale (*RSL*) - Modificazione in ampiezza, frequenza e durata dello scuotimento sismico dovuta alle specifiche condizioni lito-stratigrafiche e morfologiche di un sito. Si può quantificare mediante il rapporto tra il moto sismico alla superficie del sito e quello che si osserverebbe per lo stesso evento sismico su un ipotetico affioramento di roccia rigida con morfologia orizzontale.

Sottozona sismica – Differenziazione del grado di Pericolosità Sismica in una medesima Zona Sismica, come indicato dall'All. 1 della DGR n. 387/09. Le Sottozone sismiche servono per differenziare i Livelli di studio della *MS*.

Substrato Rigido (*Bedrock sismico*) – Unità o sequenza litostratigrafica caratterizzata da una velocità delle onde di taglio $V_s \geq 800$ m/s.

Unità Amministrativa Sismica (*UAS*) – Amministrazione Comunale o porzione di essa con un determinato grado di pericolosità sismica, come definita dalla DGR Lazio n. 387/09 (*nuova classificazione sismica della Regione Lazio*). In base alla suddetta DGR, le Unità Amministrative Sismiche nel Lazio sono 402.

Vulnerabilità sismica - Propensione al danno o alla perdita di un sistema a seguito di un dato evento sismico. La vulnerabilità è primaria se relativa al danno fisico subito dal sistema per effetto delle azioni dinamiche dell'evento, e secondaria se relativa alla perdita subita dal sistema a seguito del danno fisico. Per ogni sistema, la vulnerabilità può essere espressa in maniera diretta attraverso la definizione della distribuzione del livello di danno o di perdita a seguito di un dato scuotimento o in maniera indiretta attraverso indici di vulnerabilità ai quali correlare danno e scuotimento.

Zona sismica – Grado di Pericolosità Sismica come indicato dall'All. 1 della DGR n. 387/09 di ciascuna UAS o di una sua Isola Amministrativa.

3. SOGGETTI COINVOLTI NELLA PREDISPOSIZIONE ED ESECUZIONE DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA

Al fine di rendere comprensibile in modo chiaro ed univoco la suddivisione delle funzioni e compiti nel processo di realizzazione degli studi di MS vengono di seguito indicati i soggetti coinvolti negli studi medesimi.

REGIONE LAZIO: predispone le LG per la realizzazione degli studi di MS e le loro modalità di utilizzo.

PROPONENTE (*Struttura regionale competente in materia geologica, Amministrazioni Provinciali, UAS, Privati*): programma, finanzia, esegue o incarica il Soggetto Realizzatore degli studi di MS.

REALIZZATORE (*Struttura regionale competente in materia geologica, Amministrazioni Provinciali, UAS, Istituti di Ricerca, Professionisti, Società di Geologia, Società di Ingegneria con almeno un Geologo*): realizza gli studi di MS ed è coordinato dal Proponente. All'interno del Realizzatore dovrà essere individuato un Responsabile delle attività di MS e la partecipazione di un Geologo abilitato che dovrà redigere le Carte di Microzonazione Sismica dei tre livelli.

VALIDATORE (*Struttura regionale competente in materia geologica*): verifica, controlla che il Realizzatore abbia rispettato le specifiche definite dal Proponente per gli studi di MS. Esprime parere di conformità allo Studio di MS. Nel caso in cui gli studi siano svolti esclusivamente dalla Regione, la validazione è delegata ad un Istituto, Ente di Ricerca specializzato o al Dipartimento di Protezione Civile Nazionale (*di seguito DPC*). Nel caso in cui gli studi siano svolti dalla Regione in collaborazione scientifica con un Istituto o Ente di Ricerca specializzato o con il Dipartimento di Protezione Civile Nazionale, la validazione si ritiene acquisita automaticamente.

4. I TRE LIVELLI DI MICROZONAZIONE SISMICA

Negli studi di MS è indispensabile considerare la Pericolosità sismica di base (*di seguito Pericolosità*), intesa come la probabilità che determinate caratteristiche di scuotimento del suolo si verificano in un'area entro un determinato periodo di tempo e con un proprio periodo di ritorno. Attraverso la Pericolosità è possibile predisporre una zonazione sismica del territorio, finalizzata alla pianificazione territoriale, urbanistica e/o dell'emergenza e di conseguenza alla programmazione delle attività di prevenzione.

Quello che viene studiato su area vasta o regionale può essere trasferito per studi a scala di dettaglio o locale, definendo la Risposta Sismica Locale (*di seguito RSL*), che è legata a specifiche condizioni geomorfologiche, litotecniche e geostrutturali dei siti capaci di influenzare significativamente lo scuotimento del suolo.

A differenza della MS, che è utilizzabile per la pianificazione territoriale e urbanistica, la RSL è applicata alle progettazioni esecutive.

Gli studi di MS hanno lo scopo di individuare ad una scala comunale o sub comunale le zone le cui condizioni locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni, le infrastrutture e l'ambiente.

Lo studio di MS dovrà definire le seguenti zone omogenee:

1. **Zone Stabili** (*di seguito ZS*), nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura ed in cui il moto sismico non è modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante⁴;
2. **Zone Stabili suscettibili di amplificazione sismica** (*di seguito ZAS*), in cui il moto sismico è modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di suolo, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
3. **Zone suscettibili di Instabilità** (*di seguito ZI*), in cui i terreni sono suscettibili di attivazione di fenomeni di deformazione permanente del territorio a seguito di un evento sismico (*instabilità di versante, cedimenti, liquefazioni, faglie attive e/o capaci*).

I dati, le metodologie e le elaborazioni che conducono ai risultati riportati negli elaborati di MS dovranno essere illustrati in una Relazione di Microzonazione, che sarà parte integrante degli elaborati da presentare, ai sensi della DGR Lazio 2649/99, preventivamente all'adozione da parte dell'Unità Amministrativa Sismica (*di seguito UAS*)⁵ dello Strumento urbanistico⁶. Si ricorda che tutti gli elaborati cartografici da presentare per ciascun livello dovranno essere redatti da un Geologo abilitato. Il Realizzatore dovrà prevedere, quindi, al suo interno la figura del Geologo abilitato.

Nella pianificazione territoriale, urbanistica e di emergenza, in funzione delle varie scale e dei vari livelli di intervento, gli studi di MS saranno condotti su quelle aree per le quali le condizioni normative consentano o prevedano l'uso a scopo edificatorio o per infrastrutture, una loro potenziale trasformazione a tali fini, o l'utilizzo per la Protezione Civile.

Gli studi di MS ai fini della pianificazione sono importanti per:

- a) *indirizzare la scelta di aree per nuovi insediamenti;*
- b) *programmare ulteriori indagini ed analisi;*
- c) *definire i relativi livelli di approfondimento;*
- d) *definire gli interventi ammissibili in una data area;*
- e) *stabilire le eventuali modalità di intervento nelle aree urbanizzate.*

I livelli di studio della MS sono tre. Per gli aspetti peculiari di tipo esecutivo, tecnico e cartografico si rimanda al **Capitolo 1.6.3** degli ICMS pubblicati sul portale della Regione nell'Argomento Correlato "*Microzonazione Sismica*" dell'Area Tematica "*Difesa del Suolo*".

I tre Livelli rappresentano diversi gradi di approfondimento di MS da correlare ai differenti obiettivi e situazioni nell'ambito della pianificazione territoriale, urbanistica e di emergenza nella

⁴ Categoria "suolo A". DM Infrastrutture 14.01.2008.

⁵ Come definite e indicate nella DGR Lazio 387/09.

⁶ DGR Lazio 2649/99 e Circolare Dipartimento Territorio Regione Lazio 772/22DiT del 21.03.2003.

Regione. I Livelli, seppur costruiti nella loro filosofia secondo un processo propedeutico, sono modulari.

- il **Livello 1** è un livello di base che consiste nella rilettura e successiva rielaborazione dei dati geologici, geofisici e geotecnici preesistenti e/o eseguiti appositamente, al fine di suddividere qualitativamente il territorio in **Microzone omogenee in prospettiva sismica** (*di seguito Carta MOPS*) rispetto alle tre zone indicate in precedenza;
- il **Livello 2** introduce, rispetto al Livello 1, un elemento quantitativo numerico, attraverso l'utilizzo di metodi semplificati di analisi numerica, per le **ZAS** e **ZI** definite dal precedente Livello 1 di MS o direttamente attraverso studi di MS in assenza del precedente Livello 1. Il Livello 2 di MS con Abachi ICMS dovrà indicare graduatorie di idoneità territoriali ai soli fini pianificatori. Una volta entrati in vigore gli Abachi regionalizzati, il Livello 2 di MS servirà, oltre alle graduatorie di idoneità, ad offrire indicazioni se è necessario effettuare studi di Livello 3.
- il **Livello 3** introduce ulteriori dettagli quantitativi sulle aree ad amplificazione sismica o instabili, su aree particolari o per tematiche precise, basandosi su analisi numeriche ottenute da dati di indagini geologico-tecniche e geofisiche eseguite in situ e di prove di laboratorio, e deve differenziare il dettaglio da utilizzare in fase progettuale, nel senso che permette di poter definire ed indicare sulla base di confronti sugli Spettri, in quali aree dovrà essere utilizzata la procedura semplificata NTC08⁷ e in quali aree, invece, è indispensabile effettuare studi di RSL.

LIVELLO 1 di MICROZONAZIONE SISMICA

Il **Livello 1 di MS** è obbligatorio e propedeutico per tutte le UAS della Regione che predispongono i nuovi strumenti urbanistici generali (*di seguito SUG*) e/o loro Varianti Generali (*di seguito VG*). Per nuovi SUG o VG si intendono quelli adottati, ai sensi della L. 1150/42 ovvero ai sensi della L.R. 38/99, in data successiva a quella di entrata in vigore delle presenti LG.

Dopo l'entrata in vigore delle presenti LG per tutti i nuovi SUG o loro VG, la Carta MOPS prodotta con il Livello 1 di MS rappresenta **Documento Obbligatorio**; questo elaborato indicherà le aree suscettibili di eventuali problematiche a seguito di evento sismico e sulle quali sarà comunque necessario, in fase attuativa, eseguire Livelli di MS superiori al Livello 1. Questo Livello **condiziona** l'UAS nella pianificazione attuativa a scelte mirate, idonee e tendenti alla riduzione del rischio sismico, fino all'esclusione delle aree, che tra quelle individuabili come nuove zonazioni per la trasformazione edilizia, dovessero risultare sin dai primi accertamenti non idonee.

Per le UAS che, alla data di entrata in vigore delle presenti LG, hanno già approvato o in corso di approvazione il SUG da parte dell'Autorità Competente o per quelle UAS che, in assenza di SUG, ancora pianificano attraverso Programmi di Fabbricazione o similari, è obbligatorio far predisporre la Carta MOPS che rappresenta un **Documento Fondamentale** ai fini dell'immediato adeguamento delle pianificazioni urbanistico territoriali attuative, fatte salve le pianificazioni già

⁷ DM Infrastrutture 14.01.2008 e Circolare applicativa.

approvate e vigenti. Lo studio di Livello 1 di MS dovrà essere inoltrato al Validatore, per il visto di conformità, entro un anno dall'entrata in vigore delle presenti LG

Tutte le UAS in fase di predisposizione del loro PUCG o VG dovranno far predisporre obbligatoriamente la **Carta delle Indagini** (*pregresse o eventualmente eseguite*) e la **Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)**⁸ (*almeno 1:5000 o 1:10000*), propedeutiche alla Carta di Idoneità Territoriale, già prevista dalla DGR Lazio 2649/99. Per maggiore chiarezza è consigliabile la presentazione anche della **Carta delle frequenze fondamentali dei depositi**, che sarà utile per i livelli successivi.

La Carta delle MOPS sarà esecutiva dopo il visto del Validatore. Fino a quando il Livello 1 di MS non sarà ritenuto conforme dal Validatore, sarà obbligatorio predisporre i Livelli 2 o 3 di MS (*cf. Tab. 4*) per gli Strumenti Urbanistici Attuativi che non risultino adottati alla data di entrata in vigore delle presenti LG. Si consiglia alle UAS di predisporre il prima possibile il Livello 1 di MS al fine di identificare le zone **ZS** su cui non dovranno essere eseguiti gli studi di approfondimento.

INDAGINI MINIME	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Raccolta di tutti i dati pregressi</u>: rilievi geologici, geomorfologici e geologico-tecnici, sondaggi, indagini geofisiche. • <u>Rilevamenti geologici di controllo sul terreno</u> • <u>Misure della frequenza naturale del sito con tecniche passive o attive a stazione singola</u> • <u>Altre indagini geofisiche economiche (tipo MASW)</u>
METODO DI PROCESSO	<ul style="list-style-type: none"> • Nuovi Rilievi, Rilettura e Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili.
PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI	<ul style="list-style-type: none"> • Carta delle Indagini; • Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica; • Relazione Geologico-tecnica illustrativa
PRODOTTI FINALI CONSIGLIATI	<ul style="list-style-type: none"> • Carta delle Frequenze fondamentali dei depositi

Tabella 1 – Livello 1 di MS. Sintesi delle indagini, elaborazioni e risultati per il Livello 1.

LIVELLO 2 di MICROZONAZIONE SISMICA

Il **Livello 2 di MS** è obbligatorio, preventivamente all'adozione degli Strumenti Urbanistici Attuativi o comunque denominati, Varianti puntuali, Progetti approvati in variante e ai Piani di Emergenza Comunali (*PEC*) presentati posteriormente all'entrata in vigore delle presenti LG, per le seguenti Microzone Omogenee delle UAS:

- *identificate nel Livello 1 di MS validato come zona **ZSA** nelle Sottozone Sismiche 2A e 2B⁹;*
- *identificate nel Livello 1 di MS validato, come zone **ZSA e ZI** in Sottozona sismica 3A¹⁰.*

In assenza del Livello 1 di MS validato, lo studio di Livello 2 di MS dovrà essere prodotto **obbligatoriamente** per qualunque piano attuativo solo nelle Sottozone Sismiche 2A, 2B e 3A.

⁸ Paragrafo 1.6.3.1, 2.2 e 2.3 degli ICMS.

⁹ DGR Lazio n. 387 del 22.05.2009 e n. 835 del 03.11.2009.

¹⁰ DGR Lazio n. 387 del 22.05.2009 e n. 835 del 03.11.2009.

Se le condizioni geologico-stratigrafiche dell'area di piano attuativo rientrano fra quelle indicate nel successivo Cap 9 (pag. 22), non potendo essere utilizzabile il metodo degli Abachi, tipico di questo Livello, si dovrà procedere obbligatoriamente con il Livello 3 di MS.

Fino all'entrata in vigore degli Abachi regionali, il Livello 2 di MS con Abachi ICMS dovrà indicare graduatorie di idoneità territoriali ai soli fini pianificatori. Una volta entrati in vigore gli Abachi regionalizzati, il Livello 2 di MS servirà, oltre alle graduatorie di idoneità, ad offrire indicazioni su quali aree è necessario effettuare studi di Livello 3 (cfr Cap. 6).

Gli elaborati cartografici da presentare obbligatoriamente a corredo dello studio di MS sono: la **Carta delle Indagini** (*pregresse e eseguite*) e la **Carta di Microzonazione Sismica di Livello 2**¹¹ secondo le modalità prescritte nei **Cap. 1.6.3.2, 2.2 e 2.3** degli ICMS.

INDAGINI MINIME	<ul style="list-style-type: none"> • Sondaggi geognostici, prove geotecniche in situ e di laboratorio, • Indagini geofisiche in foro del tipo DH o CH
ALTRE INDAGINI	<ul style="list-style-type: none"> • Indagini geofisiche, Cono sismico, sismica a rifrazione, • Indagini attive e passive della dispersione delle onde superficiali per la stima di V_s, • Misure di microtremiti ed eventi sismici
METODO DI PROCESSO	<ul style="list-style-type: none"> • Correlazioni e confronto con i risultati del Livello 1 se esistente, • Abachi per i fattori di amplificazione, Abachi e formule empiriche per l'instabilità di versante e liquefazione.
PRODOTTI FINALI	<ul style="list-style-type: none"> • Carta delle Indagini; • Carta di Microzonazione Sismica di Livello 2; • Relazione Geologica illustrativa

Tabella 2 – Livello 2 di MS. Sintesi delle indagini, elaborazioni e risultati per il Livello 2

LIVELLO 3 di MICROZONAZIONE SISMICA

Il **Livello 3 di MS** è obbligatorio, preventivamente all'adozione degli Strumenti Urbanistici Attuativi o comunque denominati, Varianti puntuali, Progetti approvati in variante e ai Piani di Emergenza Comunali (PEC) presentati posteriormente all'entrata in vigore delle presenti LG, per le **Microzone Omogenee** delle UAS:

- *identificate nel Livello 1 di MS validato, come Zone **ZSA** e **ZSI** in Zona Sismica 1¹².*
- *identificate nel Livello 1 di MS validato, come Zone **ZSI** in Sottozona Sismiche 2A e 2B¹³.*
- *dove sussistano i requisiti di non applicabilità del Livello 2 (Cap. 9 - pag. 22)*
- *dove il Livello 2 indica la obbligatorietà di eseguire il Livello 3 (Cap. 6 – pagg. 16-17).*

In assenza del Livello 1 di MS validato, lo studio di Livello 3 di MS dovrà essere prodotto **obbligatoriamente** per qualunque piano attuativo delle UAS in Zona Sismica 1.

Ai fini pianificatori il Livello 3 di MS deve essere utilizzato per fornire una graduatoria di pericolosità utilizzabile ai fini prettamente urbanistici. Ai fini di un corretto approccio progettuale delle opere da costruire nell'area, attraverso il confronto degli Spettri il Livello 3 di

¹¹ Paragrafo 1.6.3.2 degli ICMS.

¹² DGR Lazio n. 387 del 22.05.2009 e n. 835 del 03.11.2009.

¹³ DGR Lazio n. 387 del 22.05.2009 e n. 835 del 03.11.2009.

MS dovrà discriminare le zone in cui si potranno applicare le procedure semplificate NTC08¹⁴ e le zone in cui si dovranno eseguire analisi più approfondite di RSL¹⁵.

Gli elaborati cartografici da presentare obbligatoriamente a corredo dello studio di MS svolto sono: la **Carta delle Indagini (pregresse e eseguite)** e la **Carta di Microzonazione Sismica di Livello 3**¹⁶ secondo le modalità prescritte nei **Cap. 1.6.3.2, 2.2 e 2.3** degli ICMS.

INDAGINI MINIME	<ul style="list-style-type: none"> Sondaggi geognostici, prove geotecniche in situ e di laboratorio, Indagini geofisiche in foro del tipo DH o CH (<i>anche già eseguite</i>) e in superficie per la determinazione delle Vs, Acquisizione dati sismometrici (<i>velocimetrici e accelerometrici</i>)
ALTRE INDAGINI	<ul style="list-style-type: none"> Sismica a rifrazione, microtremori
METODO DI PROCESSO	<ul style="list-style-type: none"> Simulazione numerica ad elementi finiti 1D e 2D per amplificazioni sismiche e/o deformazioni permanenti
PRODOTTI FINALI	<ul style="list-style-type: none"> Carta delle Indagini; Carta di Microzonazione Sismica di Livello 3; Relazione Geologica illustrativa

Tabella 3 - Livello 3 di MS. Sintesi delle indagini, elaborazioni e risultati per il Livello 3

In Tabella 4 è evidenziato lo schema riepilogativo dei livelli di MS e le obbligarietà relative alle Sottozone Sismiche al fine di facilitarne l'utilizzo.

<i>Livelli di MS</i>	LIVELLO 1	LIVELLO 2	LIVELLO 3
Sottozone Sismiche			
1	SI ¹	NO	SI ⁵
2A	SI ¹	SI ²	SI ⁶
2B	SI ¹	SI ³	SI ⁷
3A	SI ¹	SI ⁴	NO
3B	SI ¹	NO	NO
Edifici Strategici o Rilevanti	NO	NO	Eseguire RSL o Livello 3

- ¹ Il livello è sempre obbligatorio.
- ² Il livello è sempre obbligatorio per le Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica identificate dal L1 validato.
- ³ Il livello è sempre obbligatorio per le Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica identificate dal L1 validato o per tutti i Piani attuativi quando non è validato il L1 di MS.
- ⁴ Il livello è obbligatorio solo per le Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica e per le Zone suscettibili di instabilità identificate dal L1 validato o per tutti i Piani attuativi quando non è validato il L1 di MS.
- ⁵ Il livello è obbligatorio per le Zone suscettibili di instabilità e per le Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica identificate dal L1 validato o per tutti i Piani attuativi quando non è validato il L1 di MS.
- ⁶ Il livello è obbligatorio solo per le Zone suscettibili di instabilità identificate dal L1 validato o per tutti i Piani attuativi quando non è validato il L1 di MS o per tutte le zone laddove non sia possibile applicare il L2 (metodo degli Abachi - Cap. 9) o dove il L2 indica la obbligarietà di eseguire il L3 (Cap. 6).
- ⁷ Il livello è obbligatorio solo per le Zone suscettibili di instabilità identificate dal L1 validato o per tutte le zone laddove non sia possibile applicare il L2 (metodo degli Abachi - Cap. 9) o dove il L2 indica la obbligarietà di eseguire il L3 (Cap. 6).

Tabella 4 – Schema riassuntivo dei tre Livelli di MS

¹⁴ DM Infrastrutture 14.01.2008. CAP 3.2.2.

¹⁵ DM Infrastrutture 14.01.2008. CAP 7.11.3

¹⁶ Paragrafo 1.6.3.3 degli ICMS.

La predisposizione dei Livelli di MS non è prevista per le sole Aree indicate nel successivo Capitolo 7. In Tabella 5 sono evidenziate le indicazioni sulle possibilità e/o modalità di trasformazione per la pianificazione locale e di approfondimento degli studi e le relative prescrizioni.

ZONE	INDICAZIONE SULLE POSSIBILITÀ/MODALITÀ DI TRASFORMAZIONE PER LA PIANIFICAZIONE LOCALE E DI APPROFONDIMENTO DEGLI STUDI
Aree escluse da studi di MS	Aree sulle quali non si eseguono studi di MS (cfr. Cap. 6)
Zone Stabili	Non sono previsti ulteriori approfondimenti conoscitivi dopo il Livello 1 di MS.
Zone Stabili suscettibili di amplificazione	Approfondimenti conoscitivi attraverso il Livello 2 o 3 di MS in funzione delle diverse sottozone sismiche (cfr Tab. 4).
Zone suscettibili di Instabilità per: a) Instabilità di versante b) Faglie attive e/o capaci c) Liquefazione d) Cedimenti differenziali del terreno	E' obbligatorio sempre il Livello 3 di MS nelle zone sismiche 1 e 2 (cfr Tab. 4) senza il quale: Per a) esclusione di nuove previsioni di insediamento fino alla conclusione dell'intervento di bonifica. L'esclusione sarà eliminata dopo la conclusione dell'intervento di bonifica e la validazione del Livello 3 di MS di controllo. A scopo precauzionale, per b) esclusione di nuove previsioni di insediamento o infrastrutture per una fascia simmetrica di 30 m alla faglia attiva e/o capace individuata. Per c) e d) esclusione di nuovi insediamenti nelle zone individuate. Gli interventi saranno permessi dopo la conclusione delle opere di bonifica e la validazione della verifica di L3 di MS Per a), b), c) e d) qualora l'area sia posta all'interno di previsioni già approvate, si dovranno introdurre nelle Norme del Piano Urbanistico modalità di intervento e regole applicative per tutti gli elementi esposti, prevedendo eventuali norme di salvaguardia.

Tabella 5 - Indicazione sulle possibilità di trasformazione per la pianificazione locale

Tali indicazioni devono essere recepite nella Pianificazione al fine di definire elaborati rispondenti alla filosofia di prevenzione propria degli studi di MS.

Per Piani Urbanistici Attuativi Comunali si intendono le seguenti tipologie urbanistiche:

- *Piani di Lottizzazione Pubblica o Privata; Piani di Recupero; Piano Particolareggiato; Piano per l'Edilizia Economica e Popolare ora Piani 167; Piano Integrato di riqualificazione urbanistica edilizia; Piani di Insediamento Produttivo; Piano Regionale Urbanistico per lo Sviluppo Sostenibile Territoriale.*

Per gli aspetti tecnici degli studi di MS per i Piani di Emergenza si rimanda al **Capitolo 1.8** degli ICMS.

Per gli aspetti tecnici riguardanti il pericolo di **liquefazione** del terreno si rimanda ai **Capitoli 2.7 e 3.1.3** degli ICMS e al paragrafo **7.11.3.4.2** del DM Infrastrutture 14.01.2008.

E' necessario considerare che la liquefazione non può avvenire generalmente se viene soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:

1. Evento sismico atteso di magnitudo $M < 5$ o secondo le formule più accreditate per la relazione Magnitudo/Distanza (*P. Galli, 2000 - New empirical relationships between magnitude and distance for liquefaction, Tectonophysics n. 324-2000*);
2. Accelerazione massima attesa al p.c. in assenza di manufatti (*free-field*) minori di 0,1g;
3. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c., per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (*Standard Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e dove q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (*Cone Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 1a nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 1b nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

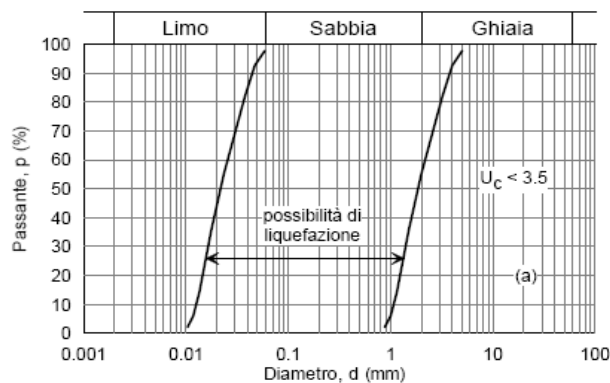


Fig. 1a – Distribuzione granulometrica con terreni con $U_c < 3.5$

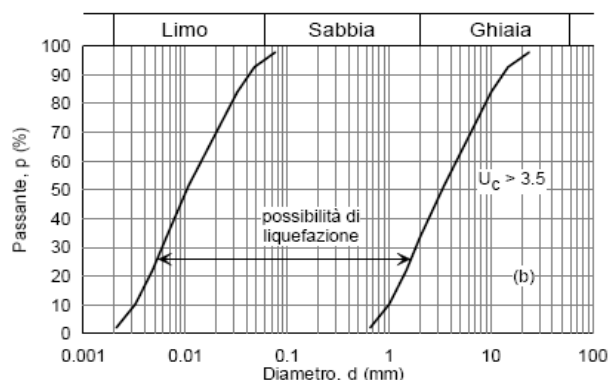


Fig. 1b – Distribuzione granulometrica con terreni con $U_c > 3.5$

Per l'ubicazione delle **faglie attive e/o capaci**, in attesa che la Regione commissioni uno Studio scientifico al fine di censire quelle presenti sul proprio territorio, si potrà fare riferimento ai prodotti cartografico-scientifici dei Progetti ITHACA-ISPRA e GNDT "*Sintesi delle conoscenze sulle faglie attive in Italia Centrale*". Per gli aspetti tecnici, invece, si rimanda al **Capitolo 3.1.4** degli ICMS.

Gli studi di MS e le relative elaborazioni cartografiche tematiche sono propedeutiche alla redazione della Carta di Idoneità Territoriale, prevista dalla DGR Lazio 2649/99. Le presenti LG,

quindi, diventano parte integrante della DGR Lazio 2649/99 sostituendo completamente il relativo Cap. 3.8¹⁷

5. GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA PER LE STRUTTURE STRATEGICHE O RILEVANTI

Nella progettazione di nuove opere o di interventi di adeguamento sismico su opere esistenti, gli studi di MS possono evidenziare l'eventuale sussistenza di fenomenologie riguardanti amplificazioni sismiche legate alle caratteristiche litostratigrafiche e morfologiche dell'area e dei fenomeni di instabilità e/o deformazioni permanenti sismoindotte, che possono incidere sul sistema terreno-fondazioni.

In tutto il territorio della Regione, i progetti esecutivi per le nuove realizzazioni e per gli interventi di adeguamento sismico di strutture e opere inserite in Classe d'Uso III e IV ai sensi dell'all. 2 della DGR Lazio 387/09, presentati dopo l'entrata in vigore delle presenti LG, dovranno prevedere approfondimenti conoscitivi tipici di uno Studio di Risposta Sismica Locale o di un Livello 3 di MS equivalente.

Per tutti gli aspetti tecnici-operativi si rimanda al **Capitolo 1.9** degli ICMS e alle Norme di cui al DM Infrastrutture 14.01.2008.

6. RAPPORTO FRA MICROZONAZIONE SISMICA E PROGETTAZIONE (NTC2008)

Il rapporto fra Microzonazione Sismica e Norme Tecniche è un punto cruciale che gli ICMS hanno in parte risolto lasciando alle Regioni il compito di decidere la loro compatibilità. La Regione intende chiarire questo rapporto per tutti e tre i Livelli di MS.

Il rapporto fra Livello 1 di MS e NTC08 è determinato dalla possibilità di fornire prime indicazioni su situazioni geologiche e morfologiche complesse per le quali l'approccio semplificato previsto dalle NTC08 non sia da ritenersi idoneo per una stima corretta della RSL.

Nel Livello 1 di MS è consigliabile eseguire indagini per conoscere la frequenza fondamentale del terreno (*cf. Par. 4 Livello 1 di MS*) al fine di produrre la Carta delle frequenze fondamentali dei depositi. Il valore del periodo proprio del terreno F_0 sarà utile anche per indicare la profondità alla quale far giungere le indagini nei livelli successivi o in fase esecutiva.

Infatti per integrare le necessità progettuali di conoscenza del sottosuolo con una efficace descrizione dell'amplificazione sismica attesa si propone che le metodologie semplificate debbano fare uso di due parametri: *il periodo proprio del terreno (F_0) e la velocità media delle onde di taglio (V_{s_h})* da determinarsi sino ad una profondità h scelto come intervallo idoneo a cui spingere le indagini. Per ottimizzare i costi ed evitare eventuali sondaggi e/o prove geofisiche spinti a profondità eccessive o inutili o, al contrario, insufficientemente profondi, la profondità h per la stima di V_s può essere ricavata da F_0 secondo la Tabella 6.

¹⁷ Cap. 3.8 "Microzonazione Sismica" DGR Lazio 2649/99.

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

Tabella 6 - Rapporto fra periodo proprio del terreno e profondità delle indagini da eseguire (da Albarello et al 2010¹⁸)

In questo modo la Carta delle frequenze fondamentali dei depositi ha il duplice scopo di fornire un adeguato strumento per la predisposizione della Carta delle Microzone Omogenee per il Livello 1, ma anche offrire una indicazione delle profondità di investigazione per i successivi livelli superiori di MS.

Il Livello 2 di MS è valido solo per la pianificazione territoriale e urbanistica; quindi il problema che ci si pone è se “un’analisi di Livello 2 di MS può fornire indicazioni per discriminare tra l’utilizzo dell’approccio semplificato NTC08 o delle specifiche analisi di NTC08-RSL”. Attualmente, infatti, gli Abachi degli ICMS possono essere utilizzati soltanto per fornire una graduatoria di idoneità ai fini prettamente urbanistici in quanto non sufficientemente rappresentativi di situazioni locali-regionali, e caratterizzati da parametri non sufficientemente stabili nei valori assoluti. Inoltre i metodi semplificati previsti nelle NTC08, appaiono spesso purtroppo carenti perché non prevedono tutte le situazioni geologico-tecniche, mentre quelle previste sono caratterizzate con criteri insufficienti (solo con la V_{S30}).

Pertanto il Livello 2 di MS previsto da queste LG si deve limitare esclusivamente a:

- stabilire una graduatoria di idoneità territoriale delle aree investigate utilizzabile ai fini urbanistici e territoriali, ma non progettuali;
- fornire, in presenza di Abachi regionalizzati, ulteriori indicazioni sulle aree nelle quali è necessario e obbligatorio effettuare il Livello 3 di MS. Si sottolinea che il potere di discriminare tra approccio semplificato e specifiche analisi di RSL resta associato agli studi di Livello 3 di MS.

Per definire la graduatoria di idoneità si potranno utilizzare parametri di amplificazione litostratigrafica e topografica. Negli ICMS si è scelto di utilizzare FA e FV, ma possono essere utilizzati altri parametri, come per esempio FH. Nel caso di una pianificazione di un’area, sarà logicamente buona norma assicurarsi che i risultati delle modellazioni operate nel Livello 2 di MS siano rappresentativi di tutte le situazioni sismiche omogenee presenti in quell’area, al fine di poterla suddividere efficacemente in microzone e caratterizzare sismicamente nel miglior modo possibile, anche tenendo conto degli strumenti, studi ed indagini pregresse e/o nuovi (indagini ad hoc). In questo senso, anche l’acquisizione dei dati del Livello 2 di MS (indagini geofisiche) e la

¹⁸ Albarello D., Cesi C., Eulilli V., Guerrini F., Lunedei E., Paolucci E., Pileggi D., Puzilli L.M., 2010. The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the 26th April 2009 L’Aquila (Italy) earthquake, Boll. Geofis. Teor. Appl., in press”.

scelta degli input sismici per la costruzione degli abachi dovranno essere fortemente condizionati dall'assetto geologico-tecnico e sismotettonico locale (*abachi regionalizzati*).

Solo se si è in presenza di Abachi Regionalizzati, il Livello 2 di MS offrirà indicazioni su quali aree sarà necessario effettuare studi di Livello 3 di MS; la verifica sarà effettuata paragonando il valore del Fattore di Amplificazione ricavato dal Livello 2 di MS (*abachi regionalizzati*) con il parametro S_s previsto dalle NTC08. Il confronto dovrà avvenire tra parametri di analogo significato fisico (*ad esempio FH calcolato su spettri di risposta elastici in accelerazione al 5% dello smorzamento critico nell'intervallo di periodo compreso tra 0.1 e 2.5 s e parametro S_s così come definito nella tab. 3.2.V del cap. 3.2.3.2.1 delle NTC08*) e riferiti allo stesso livello di pericolosità sismica (*ovvero allo stesso tempo di ritorno, che per studi di MS è riferito a 475 anni*).

Se il valore di amplificazione rappresentativo di una specifica area, così come calcolato al Livello 2 di MS, supera per più del 10% il corrispondente valore di S_s , l'area in oggetto dovrà essere analizzata con studi di Livello 3.

Il Livello 3 di MS è valido sia in fase di pianificazione, ma può essere utile anche in fase di progettazione. I risultati ottenuti nel Livello 3 di MS avranno sicuramente un miglior dettaglio e affidabilità. In questo caso il potere discriminante tra l'applicabilità dell'approccio semplificato NTC08 o delle specifiche analisi di NTC08-RSL è assicurato dal confronto fra l'andamento degli spettri di risposta elastici. In particolare si confronteranno gli spettri di risposta elastici in accelerazione al 5% dello smorzamento critico calcolati in "*free field*" e riferiti ad un determinato livello di pericolosità sismica (*ovvero ad un determinato tempo di ritorno, che per studi di MS è riferito a 475 anni*) con il corrispondente spettro di risposta elastico assegnato dall'approccio semplificato di NTC08.

Lo spettro di risposta elastico calcolato dovrà essere standardizzato riportandolo nella forma usata da NTC08, ovvero delimitando i tratti ad accelerazione, velocità e spostamento costante. Il confronto sarà eseguito in termini di valori spettrali e si riterrà accettabile lo spettro proposto da NTC08 qualora lo spettro calcolato presenti differenze inferiori al 10% in corrispondenza del periodo proprio della struttura di progetto.

Un elenco delle situazioni geologiche e geomorfologiche complesse, per le quali i risultati del Livello 2 daranno indicazioni in base ai dati raccolti e i risultati del Livello 3 saranno esaustivi per discriminare l'utilizzo o meno dell'approccio semplificato, a seguito del confronto tra gli spettri calcolati e quelli proposti dalla Norma, viene sinteticamente proposto di seguito:

- *substrato rigido sepolto a geometria articolata (presenza di paleovalle, substrato rigido disarticolato da faglie, 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 (la valle stretta è definita dal coefficiente di forma, $C=h/l$, dove h è lo spessore della coltre alluvionale, l la sua semiampiezza, se il valore di $C > 0.25$, la valle può essere definita "stretta" o anche se è verificata la formula $h/l \geq 0.65/\sqrt{C_v} - 1$, dove C_v è il rapporto tra la velocità V_s del substrato rigido e quella media dei sedimenti soffici);*
- *successione litostratigrafica che preveda terreni rigidi su terreni soffici (profilo di V_s con inversioni di velocità);*

- *substrato rigido profondo che non è stato raggiunto (e quindi non caratterizzato in termini di rigidità) dalle indagini dirette o indirette o sulla cui profondità ci sono molte incertezze;*
- *eventuale presenza di aree soggette a instabilità (frane, liquefazioni, cavità sepolte, ecc. nelle quali sono possibili aggravamenti delle amplificazioni).*

Nel caso di una pianificazione di un'area (*non di un edificio isolato*), sarà logicamente buona norma che il Professionista si assicuri che le modellazioni siano rappresentative di tutte le situazioni sismiche omogenee presenti in quell'area al fine di poterla caratterizzare e discretizzare sismicamente nel miglior modo possibile, anche tenendo conto degli strumenti, studi ed indagini pregresse e/o nuovi (*Indagini ad hoc*).

La RSL è obbligatoria in tutti i casi nei quali il sito non è classificabile nelle 5 categorie di sottosuolo (*inversioni di velocità, notevoli influenze di geometrie sepolte, Categoria suolo S1 e S2, ecc.*). Nelle aree identificate con il MS Livello 3 come "aree a procedura semplificata di NTC08", questa procedura non potrà essere ritenuta valida per gli Edifici Strategici e/o Rilevanti ai fini di Protezione Civile dopo un evento sismico (*Municipi, Ospedali, Scuole, Caserme etc.*) per i quali sarà sempre obbligatoria la RSL. La figura 2 permette di avere un chiaro esempio di applicazione dei tre Livelli di MS per quanto concerne la pianificazione e la progettazione.

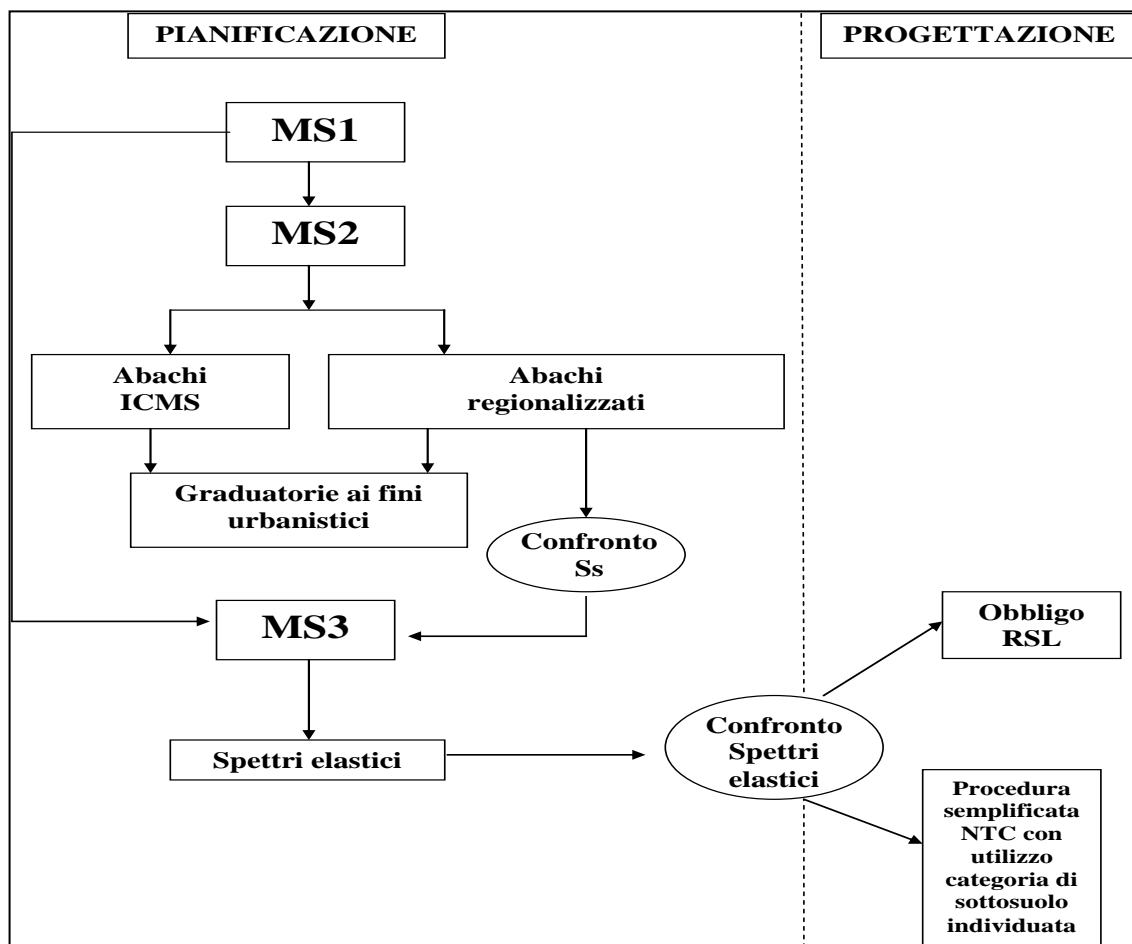


Fig. 2 – Flow-chart dei rapporti fra Pianificazione e Progettazione nell'utilizzo della Microzonazione Sismica.

7. AREE ESENTATE DAGLI STUDI DI MS

Con l'obiettivo di ottimizzare gli Studi di MS e tenuto conto dei tre livelli di approfondimento di MS, 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. Tale scelta si configura con l'azione di ridurre i costi per la comunità ed indirizzare le risorse economiche e tecniche verso zone realmente interessate da interventi o trasformazioni insediative o infrastrutturali.

In tal senso sono esentate dall'esecuzione dei Livelli di MS le parti di Aree Naturali Protette, SIC, ZPS e Aree a Verde Pubblico di grandi dimensioni come indicate nello strumento urbanistico generale (P.R.G.) che:

- *non presentino insediamenti abitativi esistenti;*
- *non comportino nuove edificazioni di manufatti permanenti o interventi su quelli già esistenti, con esclusione di interventi temporanei e/o precari di modeste dimensioni strettamente connessi alla fruibilità delle aree stesse;*
- *non rientrino in aree già vincolate dal PAI (Aree R3 e R4);*

Sono esentate dall'esecuzione dei Livelli 2 e 3 di MS i seguenti Strumenti Urbanistici Attuativi, purché il P.R.G. sia stato approvato ai sensi della D.G.R. 2649/99:

- *Strumenti urbanistici attuativi alle previsioni di P.R.G., previsti dalla vigente legislazione nazionale o regionale, rientranti in zone **ZS** definite dalla Carta di Livello 1 di MS. Qualora questa carta non sia stata prodotta dalla UAS competente dovranno essere predisposti i Livelli 2 o 3 a seconda della Zona Sismica di appartenenza (cfr Cap. 4);*
- *Varianti al P.R.G. relative a parcheggi a raso, a nuove realizzazioni e/o adeguamenti o trasformazioni dei tracciati stradali (es. rotatorie) in cui non sia prevista la realizzazione di opere d'arte rilevanti (ponti, viadotti, gallerie, sottopassi) o varianti;*
- *Varianti puntuali al P.R.G., ovvero progetti approvati in variante secondo la vigente legislazione, che non comportino aumento delle volumetrie realizzabili rispetto alle previsioni vigenti;*

L'esenzione per la realizzazione dei Livelli di MS per le aree o tipologie urbanistiche sopra riportate non si attua se le stesse ricadono nelle seguenti condizioni:

- Rientrano in aree già vincolate dal PAI (Aree R3 e R4);
- Zone **ZSA** e **ZI** in presenza del Livello 1 di MS validato.

8. INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE E GEOFISICHE

Al fine di raggiungere l'obiettivo minimo dei **Livelli 2 e 3** di MS, è necessario ricostruire il modello geologico-tecnico di riferimento nell'area oggetto della MS.

Il modello geologico-tecnico dovrà evidenziare e sintetizzare i caratteri *geomorfologici, litostratigrafici, geostrutturali, idrogeologici, litotecnici e geofisici* dell'area oggetto della MS in un quadro di ricostruzione tridimensionale delle geometrie delle unità geologico-tecniche, con

particolare riferimento ai contatti verticali e laterali, nonché alla caratterizzazione del bedrock sismico, ad integrazione delle informazioni già contenute nei prodotti di sintesi del Livello 1.

In particolare, le indagini finalizzate alla ricostruzione del suddetto modello geologico-tecnico per la MS, e le conseguenti basi di dati, dovranno essere adeguatamente diversificate in relazione al diverso livello di approfondimento (*Livello 2 o 3*) ed in funzione delle due categorie di zone **ZSA** e **ZI** già individuate dalla MS di Livello 1, in accordo con quanto riportato nel **Cap. 1.6.3** degli ICMS.

Con specifico riferimento alle tipologie di dati da acquisire per l'adeguata costruzione del modello geologico-tecnico, finalizzato alla MS, ad integrazione dei dati in possesso con il Livello 1 di MS, si ritengono opportuni, per il raggiungimento dei Livelli 2 e 3 i seguenti approfondimenti conoscitivi relativi a:

1. caratteri geomorfologici: analisi morfometrica delle geometrie del rilievo e delle geometrie sepolte come riportato nel Cap. 2.3 di ICMS (*es. rapporti e coefficienti di forma, dislivelli di scarpate, pendenze del rilievo*);
2. caratteri litostratigrafici: acquisizione di nuovi dati litostratigrafici specificatamente rilevati per lo studio di MS (*dati di superficie, in sondaggio - questi ultimi sia di tipo diretto sia indiretto*);
3. caratteri geostrutturali: acquisizione di nuovi dati macro-mesostrutturali rilevati mediante analisi di foto interpretazione e rilevamento diretto del terreno;
4. caratteri idrogeologici: determinazione del livello piezometrico della falda e sua escursione, ove possibile. Specificamente per il Livello 3, deve essere acquisito il grado di saturazione, sia nelle aree suscettibili di liquefazione e frana sia, più in generale, nei depositi di piana alluvionale;
5. caratteri litotecnici: integrazione dei dati disponibili al Livello 1, tramite indagini in sito e/o di laboratorio, per: **a)** la determinazione degli indici geomeccanici utili alla classificazione ed alla conseguente zonazione degli ammassi rocciosi, al fine specifico di evidenziare significativi contrasti nello stato di fratturazione di ammassi rocciosi adiacenti (*secondo le indicazioni dell'ISRM – International Society Rock Mechanics*); **b)** la definizione delle proprietà indice e dei parametri di stato dei terreni investigati (*distribuzione granulometrica, limiti di consistenza, peso unità di volume per la valutazione del modulo di taglio, D_r per la valutazione del potenziale di liquefazione, angolo di resistenza al taglio e coesione per analisi di stabilità di versante*);
6. caratteri geofisici: integrazione dei dati disponibili al Livello 1 di MS mediante l'esecuzione di indagini volte, da un lato alla valutazione delle proprietà dinamiche del bedrock e delle unità geologico-tecniche distinte (*andamento verticale della velocità delle onde di taglio e dei relativi valori dei moduli di taglio G*) mediante indagini sismiche di superficie, basate sull'analisi della dispersione delle onde superficiali, ed in foro (*es. prove MASW, prove REMI, prove DH, prove CH*) dall'altro alla misura dei periodi propri del sito e/o di effetti di RSL mediante indagini sismometriche (*es. misure velocimetriche e accelerometriche*). Per le specifiche tecniche relative alle succitate indagini si rimanda al **Cap. 3.4.3** ed alle **Schede di Approfondimento 3.1** degli ICMS e a successive procedure emanate dalla Regione.

In relazione alla rapida diffusione di tecniche speditive finalizzate alla caratterizzazione dinamica dei terreni attraverso l'analisi di misure sismometriche, si ritiene opportuno fornire le seguenti raccomandazioni in merito alle modalità esecutive di tali rilevazioni:

- a) adeguata selezione della strumentazione di indagine in funzione di: sensibilità strumentale (*risposta in frequenza*) commisurata ai parametri di risposta attesi (es. *frequenza di risonanza dei depositi, livello di sismicità rilevabile o di rumore sismico ambientale presente*); modalità di accoppiamento sensore/suolo (es. *presenza di suolo rigido, asfalto o terra; uso di specifiche piazzole per le installazioni strumentali*);
- b) adeguata distribuzione spaziale e temporale delle singole misure in funzione di: estensione areale del settore di indagine; tipologia dei rapporti geometrici tra le unità litostratigrafiche riconosciute (*situazioni riferibili a modelli concettuali mono/bi o tridimensionali*). Inoltre, l'ubicazione delle indagini richiederà particolare cura progettuale in modo da poter ottimizzare il livello di conoscenza in relazione alle risorse economiche disponibili ed alle peculiari caratteristiche geologiche dell'area da investigare ai fini della MS.

Con specifico riferimento alle problematiche relative alle zone suscettibili di instabilità ed in riferimento ai Livelli 2 e 3 di MS si rimanda ai citati **Cap. 1.6.3, 2.6, 2.7 e 2.8** degli ICMS.

9. UTILIZZO DEGLI ABACHI PER IL LIVELLO 2 DI MICROZONAZIONE SISMICA

Ai fini della redazione degli studi di Livello 2 di MS, in attesa che la Regione emani propri Abachi per gli effetti stratigrafici e topografici riferiti ai contesti geologico, geomorfologico e sismico regionale, devono essere utilizzati gli Abachi indicati ai **Cap. 3.2 e 3.3** della parte III degli ICMS, secondo le condizioni e le procedure riportate nel **Cap. 2.5** degli stessi ICMS.

Facendo riferimento alla figura 2, fino all'entrata in vigore degli Abachi Regionalizzati, gli Abachi ICMS potranno indicare a livello pianificatorio delle idoneità territoriali delle differenti zone.

Nel momento in cui gli Abachi regionalizzati saranno disponibili e sostituiranno completamente gli Abachi ICMS, caratterizzando la zona con parametri più stabili (*tipo F_h , anche a diversi intervalli di periodo*) si potranno utilizzare i risultati di Livello 2 per identificare, oltre alle graduatorie di idoneità sismica ai fini pianificatori, anche le aree in cui dovranno essere eseguiti successivi studi di Livello 3 di MS. In tal caso il valore S_s potrebbe essere discriminante come descritto nel Cap. 6 a pag. 17.

L'emanazione di Abachi regionali, quindi, consentirà di ottenere valori dei Fattori di Amplificazione e di Velocità consoni ai contesti sismici del territorio e quindi di permettere ai Soggetti Realizzatori di raggiungere una valutazione più appropriata ed idonea degli effetti sismici locali.

L'utilizzo degli Abachi permette, sulla base di alcuni dati di ingresso quantitativi di semplice ed economica acquisizione, di ottenere parametri caratterizzanti la risposta sismica locale in superficie per i casi di seguito specificati:

- *Amplificazioni per effetti litostratigrafici*

L'utilizzo degli Abachi per amplificazioni dovute ad effetti litostratigrafici è raccomandato per un assetto geologico-tecnico assimilabile a un modello fisico monodimensionale, cioè a n strati

piani, orizzontali, paralleli, continui, di estensione infinita, omogenei a comportamento viscoelastico. Ogni strato è caratterizzato dallo spessore h , dalla densità σ , dal modulo di taglio iniziale G_0 e dal rapporto di smorzamento D . Questi strati devono giacere sul bedrock sismico.

- *Amplificazioni per effetti topografici*

L'utilizzo degli Abachi per amplificazioni dovute ad effetti topografici, in presenza di rilievi particolarmente acclivi, è subordinato alla conoscenza dell'angolo formato dal pendio (i) e l'altezza del rilievo (H), che rappresentano gli elementi discriminanti per definire un eventuale fattore di amplificazione topografico.

E' possibile non tener conto degli effetti dell'amplificazione topografica quando $i < 15^\circ$ e $H < 30$ m. In questo caso si analizzeranno solo gli eventuali effetti litostratigrafici.

Nel caso in cui, per situazioni di natura litostratigrafiche o topografiche si è nell'impossibilità di poter utilizzare gli Abachi per il Livello 2, sarà necessario ed obbligatorio eseguire il Livello 3 di MS, per il quale, si ricorda, non è previsto l'utilizzo degli Abachi. Tali particolari situazioni sono:

- *forme molto acclivi di superficie (possibili effetti di amplificazione dovuti alla topografia);*
- *aree soggette a instabilità (possibili aggravamenti delle amplificazioni);*
- *bacini sepolti, ovvero forme concave del basamento sismico con riempimenti di sedimenti soffici, i cui effetti bidimensionali rendono non realistico il calcolo con Abachi, nel caso in cui non sia verificata la seguente condizione:*

$$\frac{h}{l} \leq 0.65 / \sqrt{C_v - 1}$$

dove h è la profondità della valle, l la sua semiampiezza, C_v il rapporto fra la velocità V_s nel basamento sismico e quella media nei terreni di riempimento della valle;

- *situazioni litostratigrafiche con inversione di velocità nel profilo delle V_s , quando un terreno rigido sovrasta un terreno soffice con un rapporto $V_{s \text{ rig}} / V_{s \text{ sof}} > 2$, con la V_s dello strato più rigido > 500 m/s;*
- *Aree con deformazioni permanenti.*

10. UTILIZZO DEGLI ACCELEROGRAMMI DI RIFERIMENTO PER IL LIVELLO 3 DI MICROZONAZIONE SISMICA

Nell'ottica di fornire ai Soggetti Realizzatori informazioni che consentano di ottenere risultati confrontabili per tutto il territorio regionale, vengono resi disponibili Accelerogrammi di Riferimento (*di seguito Accelerogrammi*) da utilizzare nelle analisi di Livello 3 di MS.

La Regione Lazio ha commissionato¹⁹ l'analisi della pericolosità sismica regionale con l'obiettivo di raggruppare le UAS in Gruppi (*di seguito Clusters*) con caratteristiche sismologiche omogenee. A partire dagli spettri di risposta ad hazard uniforme calcolati dall'Istituto Nazionale

¹⁹ Convenzione ENEA-REGIONE LAZIO finalizzata allo svolgimento di attività per la mitigazione del rischio sismico del territorio regionale del Lazio – "Analisi della sismicità regionale ai fini dell'individuazione di classi di comuni con situazioni omogenee di scuotibilità in occasione di eventi simili".

di Geofisica e Vulcanologia (INGV)²⁰ (probabilità di eccedenza inferiore al 10% in 50 anni) per l'intero territorio nazionale, sono stati individuati in base alle relative forme spettrali 6 Clusters di UAS e quindi 6 forme spettrali rappresentative. Tali raggruppamenti (fig. 3) corrispondono rispettivamente a:

- Gruppo 1 - area Tirrenica;
- Gruppo 2 - area del Viterbese;
- Gruppo 3 - area dei Colli Albani;
- Gruppo 4 - area pedemontana appenninica regionale;
- Gruppo 5 - area pedemontana appenninica del Frusinate;
- Gruppo 6 - area appenninica del Reatino e del Frusinate.

Per ogni UAS è stato calcolato il valore di $A_{g_{0rif}}$ corrispondente alla massima accelerazione attesa del suolo, vale a dire per $T=0$, calcolato come 90^{esimo} percentile dei valori elaborati da INGV (probabilità di eccedenza inferiore al 10% in 50 anni) compresi all'interno dei relativi confini amministrativi (vedi Appendice 1).

Le NTC08 e la relativa circolare²¹ consentono l'utilizzo, nelle analisi dinamiche, di registrazioni di eventi naturali a condizione che la loro scelta sia rappresentativa della sismicità del sito e sia adeguatamente giustificata in base:

- alle caratteristiche sismogenetiche della sorgente;
- alle condizioni del sito di registrazione;
- alla magnitudo;
- alla distanza dalla sorgente;
- alla massima accelerazione orizzontale attesa al sito.

Gli Accelerogrammi naturali devono essere selezionati e scalati in modo da approssimare gli spettri di risposta nel campo di periodi di interesse per il problema in esame. Per le analisi dinamiche dei "sistemi geotecnici" (terreno-fondazione), per le analisi di risposta sismica locale e per l'instabilità del versante, dovranno essere utilizzati non meno di 5 Accelerogrammi.

Conformemente alle disposizioni contenute nelle NTC08, la selezione delle registrazioni naturali di riferimento è stata eseguita interrogando la banca dati accelerometrica *European Strong Motion database*²² sulla base dei parametri sismologici (magnitudo e distanza epicentrale) risultanti dall'analisi della pericolosità sismica regionale. La ricerca è stata focalizzata su eventi con meccanismo focale distensivo e registrazioni ottenute su roccia o suolo molto compatto ed in condizioni di free-field. Gli spettri di risposta delle registrazioni selezionate per ogni Gruppo di UAS sono stati confrontati con i corrispondenti spettri medi ad hazard uniforme mediante parametri statistici che valutano la similarità tra le forme spettrali.

²⁰ Convenzione INGV-DPC 2004 – 2006, Progetto S1 "Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi".

²¹ Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008. Gazzetta Ufficiale, n. 47 del 26 febbraio 2009, Supplemento Ordinario n. 27, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.

²² Ambraseys N., P. Smit, R. Berardi, D. Rinaldis, F. Cotton and C. Berge-Thierry (2000): Dissemination of European Strong -Motion Data. CD-ROM collection. European Council, Environment and Climate Research Programme. <http://www.isesd.cv.ic.ac.uk/ESD/>

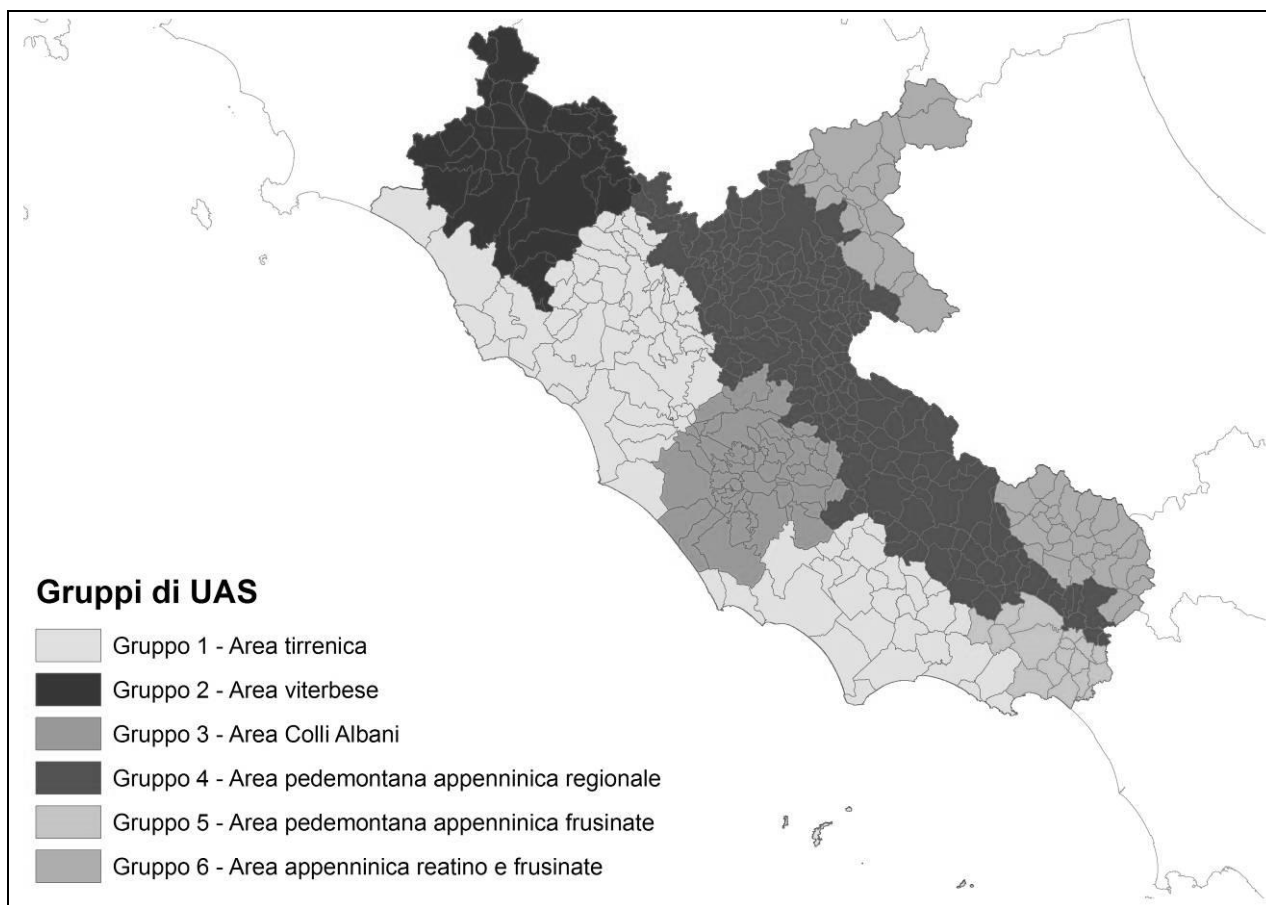


Fig. 3 – Distribuzione delle UAS classificate in gruppi omogenei di pericolosità sismica

Sono state così individuate, per ciascun Gruppo di UAS, le 5 registrazioni accelerometriche naturali aventi le forme spettrali più simili allo spettro ad hazard uniforme rappresentativo del Gruppo. Tali registrazioni sono state ulteriormente adattate allo spettro di riferimento seguendo una metodologia che consente di mantenere le caratteristiche naturali degli Accelerogrammi. La procedura utilizzata modifica le ampiezze delle accelerazioni in modo che il relativo spettro si avvicini a quello di riferimento, conservando le modalità di distribuzione dell'energia nel tempo e lasciando inalterato il contenuto globale in frequenza. Il risultato consiste in registrazioni accelerometriche spettro-compatibili con i livelli di pericolosità sismica dei singoli Gruppi di UAS.

Tutti gli Accelerogrammi (*quelli naturali e quelli spettro-compatibili*) sono stati infine normalizzati al relativo picco di accelerazione, in modo da poter essere scalati al valore di A_{g0rif} calcolato per la UAS di interesse.

Il Realizzatore, per l'esecuzione delle analisi di Livello 3 di MS, è così in grado di selezionare gli Accelerogrammi compatibili con il livello di pericolosità sismica locale e rappresentativi del moto atteso del suolo in condizioni pianeggianti e su roccia (*Suolo di Categoria A – NTC08*). Gli Accelerogrammi (*naturali e spettro-compatibili*) dovranno essere utilizzati nelle analisi dinamiche con modelli numerici del suolo, come **input sismico da riportare al substrato rigido** con opportune tecniche di deconvoluzione, da descrivere nella relazione illustrativa.

Le simulazioni numeriche dinamiche, condotte seguendo le procedure descritte nel paragrafo 10 delle presenti LG, dovranno essere ripetute **adottando come input sismico almeno**

tutte le 5 tracce accelerometriche naturali relative alla UAS di interesse. Il risultato finale andrà calcolato come media dei valori di amplificazione locale ottenuti da tutte le simulazioni numeriche eseguite.

I file numerici (*in formato testo*) degli accelerogrammi di riferimento per tutte le UAS, sono a disposizione per il download dal sito web della Regione secondo il seguente percorso: *Website Regione Lazio -> Ambiente e Sviluppo Sostenibile -> Difesa del Suolo -> Microzonazione Sismica -> Accelerogrammi*.

Per ogni UAS può essere scaricato un archivio compresso (*formato *.zip*) contenente le 5 registrazioni di riferimento (*naturali e spettro-compatibili*), opportunamente scalate al corrispondente valore di $A_{g_{\text{Orif}}}$. I nomi dei singoli archivi sono stati assegnati adottando la seguente codifica:

- Per le UAS dei capoluoghi è stato utilizzato il codice ISTAT del relativo Comune seguito dal codice “_000” (*ad esempio, per Colfelice: 1260027_000*);
- Per le UAS delle isole amministrative, è stato aggiunto al codice ISTAT del Comune, il codice “_001” (*ad esempio, per Colfelice - Isola amministrativa: 1260027_001*);
- Per i Municipi del Comune di Roma sono stati aggiunti al codice ISTAT i codici “_010”, “_020”, e così via (*es. Roma I: 1258091_010; Roma XX: 1258091_200*). L’unica eccezione è data dall’Isola Amministrativa del XX Municipio, alla quale è stato assegnato il nome 1258091_201.

I nomi delle singole tracce contenute in ogni archivio sono contrassegnati da lettere (*A, B, C, D, E*), aggiunte al nome del relativo archivio. Ad esempio l’archivio relativo al Comune di Accumoli (*1257001_000*), contiene i files di testo (*vale a dire le tracce accelerometriche scalate ad $A_{g_{\text{Orif}}}$*): 1257001_000_A.txt; 1257001_000_B.txt; 1257001_000_C.txt; 1257001_000_D.txt; 1257001_000_E.txt.

In ogni file di testo, la prima riga riporta il nome della UAS, il numero dei punti ed il passo dell’incremento in tempo delle singole accelerazioni; la seconda riga le intestazioni delle colonne; dalla terza riga in poi i valori organizzati in 5 colonne:

Colonna 1: tempo in secondi;

Colonna 2: registrazione NATurale [NAT(g)] espressa in frazioni dell’accelerazione di gravità g (corrispondente a 981 cm/sec²);

Colonna 3: registrazione SPetetro-Compatibile [SPC(g)] espressa in g;

*Colonna 4: registrazione NATurale [NAT(cm/s*s)] espressa in cm/sec²;*

*Colonna 5: registrazione SPetetro-Compatibile [SPC(cm/s*s)] espressa in cm/sec².*

Le informazioni nella prima riga sono leggibili nel formato Fortran (*A35,1X,I4,1X,F5.3*); le intestazioni delle colonne nella seconda riga sono separate da spazi e quindi leggibili in formato libero o nel formato Fortran (*A7,3X,A6,8X,A6,8X,A11,3X,A11*); i dati dalla terza riga in poi sono separati da spazi e quindi leggibili in formato libero o nel formato Fortran (*F7.3,4(2X,E12.5)*).

L'incolonnamento e la separazione dei dati accelerometrici mediante spazi consente la lettura/apertura automatica dei file con programmi di tabulazione elettronica.

Come esempio, sono di seguito riportate le prime righe di un file di testo relativo al Comune di Accumoli:

File: 1257001_000_A.txt

```
Accumoli                2310 0.010
TIME (s)  NAT (g)      SPC (g)      NAT (cm/s*s)  SPC (cm/s*s)
0.000    -0.68476E-05    0.00000E+00   -0.67175E-02   0.00000E+00
0.010    -0.74598E-04    0.19917E-06   -0.73181E-01   0.19539E-03
0.020     0.24646E-04    0.74095E-06    0.24178E-01   0.72687E-03
0.030    -0.56496E-04    0.13562E-05   -0.55423E-01   0.13304E-02
```

Il Realizzatore, in alternativa agli accelerogrammi regionali di riferimento, può utilizzare ulteriori accelerogrammi purché siano selezionati conformemente alle caratteristiche sismogenetiche della sorgente, alla distanza della sorgente, alla massima accelerazione orizzontale attesa al sito ed ottenute in condizioni di free-field su suolo di Categoria A.

L'uso di accelerogrammi diversi rispetto a quelli regionali di riferimento, dovrà essere adeguatamente giustificato e descritto nella relazione illustrativa. E' implicito che il loro utilizzo nelle analisi dinamiche dovrà seguire i vincoli riportati nelle presenti LG.

11. SIMULAZIONI NUMERICHE E CODICI DI CALCOLO PER IL LIVELLO 3 DI MICROZONAZIONE SISMICA

Negli studi di MS i modelli di calcolo simulano il processo di propagazione delle onde sismiche a partire da un substrato rigido. In linea teorica non vi sono limitazioni alla simulazione di tali propagazioni, anche in sistemi caratterizzati da geometrie e condizioni geologico-tecniche rese particolarmente complesse sia da irregolarità dei contatti sia da eterogeneità degli elementi simulati. Tuttavia, la codifica di modelli fisico-matematici intesi a rappresentare l'effettiva complessità del suddetto fenomeno di propagazione ed una loro adeguata risoluzione presentano ancora ad oggi alcune limitazioni qualora si abbia a che fare con condizioni marcatamente irregolari ed eterogenee.

A tale riguardo, infatti, ad eccezione di un numero molto limitato di situazioni semplici, l'approccio fisico-matematico non conduce a soluzioni deterministiche, ovvero analiticamente definite, per cui in generale è necessario adottare procedimenti numerici ben più complessi, quali gli approcci basati su soluzioni di calcolo riferite ad una discretizzazione del mezzo continuo quali elementi o differenze finite.

Un aspetto di fondamentale importanza sia per la costruzione di un modello numerico, sia per la scelta dei metodi di analisi più adeguati a trattarlo, consiste nella trasposizione del modello geologico-tecnico, ricostruito sulla base degli specifici elementi conoscitivi relativi al sito in studio e commisurati al Livello 3 di MS, in un modello concettuale che a sua volta è logicamente riconducibile ad un modello mono/bi o tridimensionale del sistema naturale (*rilievo+sottosuolo*). Dalla suddetta concettualizzazione deriva la possibilità di scelta del metodo risolutivo per l'analisi numerica e dunque la selezione dello strumento (*ovvero del codice di calcolo*) più adeguato per condurla.

Come più estesamente riportato nel **Cap. 3.1.7** degli ICMS, sono disponibili molti codici di calcolo per eseguire modellazioni numeriche ai fini della valutazione della RSL. In generale, tali codici di calcolo differiscono sia per le soluzioni analitiche adottate sia per le condizioni e le ipotesi semplificative assunte.

Più in particolare, si riportano nel seguito alcune raccomandazioni volte ad una corretta concettualizzazione del modello geologico-tecnico di riferimento per la valutazione della RSL ai fini della realizzazione di MS di Livello 3 dell'area di indagine che, a sua volta, è guidata da due principali criteri:

a) congruenza con il modello geologico-tecnico; b) preservazione delle peculiarità geologico-tecniche, specificatamente deducibili dal modello geologico-tecnico di riferimento, nelle operazioni di schematizzazione e regolarizzazione di rapporti geometrici e proprietà delle unità litotecniche considerate.

- 1) **modelli mono-dimensionali**: sono riferibili a sistemi naturali geomeccanicamente caratterizzati, fino al substrato rigido, da disomogeneità e/o anisotropie prevalentemente associate solo ad elementi orizzontali, le cui geometrie siano riconducibili a giaciture piano-parallele;
- 2) **modelli bidimensionali**: sono riferibili a sistemi naturali geomeccanicamente caratterizzati, fino al substrato rigido, da disomogeneità e/o anisotropie associate ad elementi sia orizzontali sia verticali, le cui geometrie non siano necessariamente riconducibili a giaciture piano-parallele, ma la cui persistenza laterale (*nella direzione della profondità del modello*) possa ritenersi sufficientemente elevata per rappresentare un volume di terreno significativo ai fini della valutazione della RSL per una MS di Livello 3 (*sarebbe buona norma, infatti, associare ad un modello bidimensionale l'estensione della sua rappresentatività spaziale*);
- 3) **modelli tridimensionali**: sono riferibili a sistemi naturali geomeccanicamente caratterizzati, fino al substrato rigido, da disomogeneità e/o anisotropie associate ad elementi sia orizzontali che verticali, le cui geometrie non siano necessariamente riconducibili a giaciture piano-parallele e la cui persistenza laterale (*nella direzione della profondità del modello*) non possa ritenersi sufficientemente elevata tanto da rappresentare sufficientemente un volume di terreno significativo ai fini della valutazione della RSL finalizzata alla MS di Livello 3.

Al di là delle verifiche di affidabilità dei risultati numerici ottenuti (*sia di carattere generale sia specificamente riferite ai diversi codici di calcolo*), si ritiene in ogni caso opportuno che le simulazioni numeriche riferite ad un Livello 3 di MS trovino una sostanziale validazione sulla base dei risultati delle indagini geofisiche e sismometriche condotte nell'ambito delle fasi di studio conoscitive, volte alla costruzione del modello geologico-tecnico per la RSL dell'area di studio. Tali validazioni basassero devono basarsi su:

- 1) verifica e grado di congruenza della risposta numerica simulata con le misure sismometriche disponibili o effettuate;
- 2) verifica, nel caso di modelli bi/tridimensionali, della convergenza di distribuzione spaziale tra le funzioni di risposta ottenute ai ricevitori numerici e le stazioni sismometriche installate nell'area di studio;

- 3) nel caso dell'analisi di effetti sismoindotti (*quali liquefazione, cedimenti e frane*) verifica della congruenza tra l'intensità degli effetti ottenuti su base numerica ed effettivi riscontri fenomenologici basati, se si opera in chiave previsionale, su dati storici o paleosismologici disponibili (*es. confronto con campi di spostamento o con distribuzione di effetti di deformazione permanente*).

Le potenzialità informative derivanti da simulazioni numeriche di RSL per il Livello 3 di MS correttamente impostate e calibrate, sono essenzialmente riconducibili a:

- 1) valutazione di fattori di amplificazione sismica o, più in generale, di effetti risposta al suolo (*moto atteso, spettri di risposta, etc.*) riferiti a scenari di scuotimento forte (*strong motion*);
- 2) analisi della distribuzione di effetti di RSL e/o di sismoinduzione attesi nell'area di indagine;
- 3) valutazione dei criteri di estrapolazione dei suddetti effetti a zone che si ritengono sufficientemente rappresentate dal modello numerico costruito;
- 4) valutazione del possibile o eventuale errore sui risultati numerici per l'indeterminazione di alcuni parametri immessi;
- 5) analisi del peso delle condizioni al contorno (*morfologia del rilievo, livello di falda, sollecitazioni statiche agenti*) sugli effetti di sismoinduzione risultanti dalle modellazioni numeriche al fine di valutare il grado di instabilità del sistema naturale.

A titolo di esempio, i più comuni e consigliati codici di calcolo sono:

- per analisi monodimensionali: SHAKE e suoi derivati (*SHAKE91, PROSHAKE, SHAKE 2000, EERA, PSHAKE, NERA*)
- per analisi bidimensionali: BESOIL, QUAD4M, SPEM2D, FLAC2D e ELCO
- per analisi tridimensionali: FPSM3D

In Tabella 7 è schematizzato sinteticamente l'utilizzo dei codici di calcolo per la MS in funzione delle caratteristiche lito-morfo-strutturali dell'area oggetto degli studi di MS e del tipo di analisi.

Nome Software	Produttore	Caratteristiche	Analisi	Situazione Lito-Morfo-Strutturale	Free Download
SHAKE 91	Berkeley University	Lineare equivalente - Strati Continui - Frontiera assorbente - Deconvoluzione	Monodimensionale	Valle Strati paralleli	SI
PROSHAKE	EduPro Civil System	Lineare equivalente - Strati Continui - Frontiera assorbente - Deconvoluzione	Monodimensionale	Valle Strati paralleli	NO
SHAKE 2000	Regsoft	Lineare equivalente - Strati Continui - Frontiera assorbente - Deconvoluzione	Monodimensionale	Valle Strati paralleli	NO
EERA	UCLA	Lineare equivalente - Strati Continui - Frontiera assorbente - Deconvoluzione	Monodimensionale	Valle Strati paralleli	SI
NERA	UCLA	Non Lineare equivalente - Strati Continui - Frontiera assorbente - Deconvoluzione	Monodimensionale	Valle Strati paralleli	SI
PSHAKE	Sanò-Pugliese	Lineare equivalente - Strati Continui - Frontiera assorbente - Deconvoluzione	Monodimensionale	Valle Strati paralleli	NO
BESOIL	Sanò	Elementi di contorno - Dominio delle Frequenze - Elastico	Bidimensionale	Creste, Scarpate, Dorsali	NO
QUAD4M	Berkeley University	Lineare equivalente - Masse Concentrate - Frontiera assorbente - Elementi finiti - Dominio del Tempo	Bidimensionale	Valli strette e definite	NO
SPEM2D	Priolo	Lineare equivalente - Masse Concentrate - Frontiera assorbente - Elementi finiti - Dominio del Tempo	Bidimensionale		NO
FLAC2D	Itasca	Lineare e non lineare - Masse Concentrate - Frontiera assorbente - Differenze Finite	Bidimensionale	Dorsali in roccia, Valli strette e definite	NO
ELCO	IRRS Milano	Elementi di contorno - Dominio delle Frequenze - Elastico	Bidimensionale	Creste	NO
FPSM3D	Klin	Anelastico lineare - Frontiera assorbente - Dominio del Tempo -	Tridimensionale		NO

Tabella 7 – Schema sintetico di utilizzo dei più comuni codici di calcolo per la MS in funzione delle caratteristiche lito-morfostrutturali dell'area oggetto degli studi di MS

12. REDAZIONE IN AMBIENTE GIS DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI DEI LIVELLI DI MICROZONAZIONE SISMICA

Le specifiche tecniche per la produzione e restituzione degli elaborati cartografici per i Livelli di MS in ambiente GIS sono uno strumento operativo utile al fine di poter elaborare in modo univoco ed omogeneo i dati.

La base cartografica dovrà essere la CTR 1:10.000 o dove disponibile la CTR 1:5.000, comunque entrambe georiferite secondo il *datum* WGS 84 con proiezione UTM fuso 33N.

Il Realizzatore degli studi di MS potranno richiedere direttamente al Validatore le seguenti basi cartografiche:

- *Carta Geolitologica vettoriale della Regione;*
- *I file vettoriali delle aree classificate dalle Autorità di Bacino (aree a rischio di esondazione e aree a rischio geomorfologico);*
- *Il Digital Earth Model (DEM) in formato GRD (utile per l'elaborazione delle acclività e dell'esposizione dei versanti).*

Le nuove cartografie prodotte nel corso degli studi di MS dovranno essere restituite, a seconda dei casi, in formato vettoriale (*SHP*) o in formato GRD, con gli stessi parametri cartografici della CTR (*WGS 84 - UTM fuso 33N*). In questo modo i livelli informativi forniti dalla Regione potranno essere costantemente revisionati e, se necessario, aggiornati.

In Appendice 2 sono indicate le specifiche tecniche. Sul sito web regionale dell'Area Difesa del Suolo è possibile eseguire il download dei file vettoriali già predisposti con i campi codificati secondo le specifiche tecniche.

13. CONTRIBUTI ECONOMICI

Al fine di poter attivare una procedura che renda effettivamente esecutivi e applicabili gli studi di MS, anche in riferimento alle possibili e oggettive difficoltà economiche delle UAS, la Regione prevede l'erogazione di aiuti economici sotto forma di **Contributi "una tantum"** per la predisposizione dei Livelli di MS 1 e 3.

Al momento, vista le disponibilità economiche regionali e tenuto conto della più semplice eseguibilità degli studi di Livello 2 attraverso l'utilizzo di Abachi, non è previsto alcun contributo economico per la predisposizione del Livello 2 di MS.

I Contributi per il Livello 1 di MS sono erogabili a tutte le UAS della Regione, per qualunque Zona Sismica.

I Contributi per il Livello 3 di MS sono erogabili solo per interventi di **iniziativa pubblica**.

Per la ripartizione di tali contributi, le loro determinazioni e le procedure per accedervi **si rimanda all'Allegato B**.



APPENDICE 1

ELENCO DELLE UAS E RELATIVI FILE DEGLI ACCELEROGRAMMI REGIONALI DI RIFERIMENTO GIÀ SCALATI

* I file dati si riferiscono agli accelerogrammi regionali di riferimento già scalati

° Il valore di Ag_{0rif} andrà utilizzato per scalare gli accelerogrammi naturali non forniti dalla Regione.

Prov	U.A.S.	File dati *	Sismicità	Gruppo	Ag_{0rif} °
Rieti	Accumoli	1257001_000	1	6	0.2593
Frosinone	Acquafondata	1260001_000	1	6	0.2657
Viterbo	Acquapendente	1256001_000	2B	2	0.1439
Frosinone	Acuto	1260002_000	2B	4	0.1575
Roma	Affile	1258001_000	2B	4	0.1581
Roma	Agosta	1258002_000	2B	4	0.1597
Frosinone	Alatri	1260003_000	2B	4	0.1875
Roma	Albano Laziale	1258003_000	2B	3	0.1657
Roma	Allumiere	1258004_000	3B	1	0.0910
Frosinone	Alvito	1260004_000	1	6	0.2588
Frosinone	Amaseno	1260005_000	3A	1	0.1255
Rieti	Amatrice	1257002_000	1	6	0.2600
Frosinone	Anagni	1260006_000	2B	4	0.1542
Roma	Anguillara Sabazia	1258005_000	3B	1	0.0704
Roma	Anticoli Corrado	1258006_000	2B	4	0.1583
Rieti	Antrodoco	1257003_000	1	6	0.2550
Roma	Anzio	1258007_000	3A	1	0.1238
Latina	Aprilia	1259001_000	2B	3	0.1592
Frosinone	Aquino	1260007_000	2A	4	0.1938
Frosinone	Arce	1260008_000	2A	4	0.2056
Roma	Arcinazzo Romano	1258008_000	2B	4	0.1601
Roma	Ardea	1258117_000	2B	3	0.1616
Roma	Ariccia	1258009_000	2B	3	0.1660
Viterbo	Arlena di Castro	1256002_000	2B	2	0.1391
Frosinone	Arnara	1260009_000	2B	4	0.1602
Frosinone	Arpino	1260010_000	1	6	0.2437
Roma	Arsoli	1258010_000	2B	4	0.1617
Roma	Artena	1258011_000	2B	3	0.1678
Rieti	Ascrea	1257004_000	2B	4	0.1755
Frosinone	Atina	1260011_000	1	6	0.2579

Prov	U.A.S.	File dati *	Sismicità	Gruppo	Ag _{orif} °
Frosinone	Ausonia	1260012_000	2B	5	0.1116
Viterbo	Bagnoregio	1256003_000	2B	2	0.1443
Viterbo	Barbarano Romano	1256004_000	3A	1	0.1228
Viterbo	Bassano in Teverina	1256006_000	2B	2	0.1391
Viterbo	Bassano Romano	1256005_000	3B	1	0.0860
Latina	Bassiano	1259002_000	3A	1	0.0920
Roma	Bellegra	1258012_000	2B	4	0.1556
Frosinone	Belmonte Castello	1260013_000	1	6	0.2551
Rieti	Belmonte in Sabina	1257005_000	2B	4	0.1773
Viterbo	Blera	1256007_000	2B	2	0.1319
Viterbo	Bolsena	1256008_000	2B	2	0.1428
Viterbo	Bomarzo	1256009_000	2B	2	0.1429
Rieti	Borbona	1257006_000	1	6	0.2591
Rieti	Borgo Velino	1257008_000	1	6	0.2440
Rieti	Borgorose	1257007_000	1	6	0.2517
Frosinone	Boville Ernica	1260014_000	2B	4	0.1828
Roma	Bracciano	1258013_000	3B	1	0.0715
Frosinone	Broccostella	1260015_000	1	6	0.2499
Viterbo	Calcata	1256010_000	3A	1	0.1054
Roma	Camerata Nuova	1258014_000	2B	4	0.1711
Roma	Campagnano di Roma	1258015_000	3A	1	0.0822
Latina	Campodimele	1259003_000	3A	5	0.1064
Frosinone	Campoli Appennino	1260016_000	1	6	0.2578
Roma	Canale Monterano	1258016_000	3B	1	0.0813
Viterbo	Canepina	1256011_000	3A	1	0.1187
Viterbo	Canino	1256012_000	2B	2	0.1329
Rieti	Cantalice	1257009_000	2A	6	0.2406
Rieti	Cantalupo in Sabina	1257010_000	2B	4	0.1546
Roma	Canterano	1258017_000	2B	4	0.1579
Roma	Capena	1258018_000	2B	4	0.1309
Viterbo	Capodimonte	1256013_000	2B	2	0.1407
Viterbo	Capranica	1256014_000	3A	1	0.1070
Roma	Capranica Prenestina	1258019_000	2B	4	0.1552
Viterbo	Caprarola	1256015_000	3A	1	0.1189
Viterbo	Carbognano	1256016_000	3A	1	0.0991
Roma	Carpineto Romano	1258020_000	3A	1	0.1138
Frosinone	Casalattico	1260017_000	1	6	0.2520
Frosinone	Casalvieri	1260018_000	1	6	0.2543
Roma	Casape	1258021_000	2B	4	0.1554
Rieti	Casaprota	1257011_000	2B	4	0.1623
Rieti	Casperia	1257012_000	2B	4	0.1600
Frosinone	Cassino	1260019_000	2A	4	0.2376

Prov	U.A.S.	File dati *	Sismicità	Gruppo	Ag _{orif} °
Rieti	Castel di Tora	1257013_000	2B	4	0.1745
Roma	Castel Gandolfo	1258022_000	2B	3	0.1663
Roma	Castel Madama	1258023_000	2B	4	0.1540
Roma	Castel San Pietro Romano	1258025_000	2B	3	0.1645
Rieti	Castel Sant'Angelo	1257015_000	1	6	0.2408
Viterbo	Castel Sant'Elia	1256017_000	3A	1	0.1069
Latina	Castelforte	1259004_000	3A	5	0.1123
Frosinone	Castelliri	1260020_000	2A	4	0.2122
Rieti	Castelnuovo di Farfa	1257014_000	2B	4	0.1563
Roma	Castelnuovo di Porto	1258024_000	3A	1	0.1187
Frosinone	Castelnuovo Parano	1260021_000	2B	5	0.1197
Viterbo	Castiglione in Teverina	1256018_000	2B	2	0.1463
Frosinone	Castro dei Volsci	1260023_000	2B	4	0.1499
Frosinone	Castrocielo	1260022_000	2A	4	0.2173
Roma	Cave	1258026_000	2B	3	0.1682
Frosinone	Ceccano	1260024_000	2B	4	0.1540
Viterbo	Celleno	1256019_000	2B	2	0.1440
Viterbo	Cellere	1256020_000	2B	2	0.1395
Frosinone	Ceprano	1260025_000	2B	4	0.1745
Roma	Cerreto Laziale	1258027_000	2B	4	0.1560
Roma	Cervara di Roma	1258028_000	2B	4	0.1632
Frosinone	Cervaro	1260026_000	1	6	0.2415
Roma	Cerveteri	1258029_000	3B	1	0.0615
Roma	Ciampino	1258118_000	2B	3	0.1657
Roma	Ciciliano	1258030_000	2B	4	0.1548
Roma	Cineto Romano	1258031_000	2B	4	0.1594
Latina	Cisterna di Latina	1259005_000	3A	1	0.1438
Rieti	Cittaducale	1257016_000	2A	4	0.2321
Rieti	Cittareale	1257017_000	1	6	0.2601
Viterbo	Civita Castellana	1256021_000	2B	4	0.1376
Roma	Civitavecchia	1258032_000	3B	1	0.0655
Viterbo	Civitella d'Agliano	1256022_000	2B	2	0.1462
Roma	Civitella San Paolo	1258033_000	2B	4	0.1418
Frosinone	Colfelice	1260027_000	2A	4	0.2107
Frosinone	Colfelice - Isola amministrativa	1260027_001	2B	4	0.1636
Rieti	Collalto Sabino	1257018_000	2B	4	0.1819
Rieti	Colle di Tora	1257019_000	2B	4	0.1677
Frosinone	Colle San Magno	1260029_000	1	6	0.2422
Roma	Colleferro	1258034_000	2B	3	0.1617
Rieti	Collegiove	1257020_000	2B	4	0.1775
Frosinone	Collepardo	1260028_000	2B	4	0.1817
Rieti	Collevecchio	1257021_000	2B	4	0.1504

Prov	U.A.S.	File dati *	Sismicità	Gruppo	Ag_{orif} °
Rieti	Colli sul Velino	1257022_000	2B	4	0.1875
Roma	Colonna	1258035_000	2B	3	0.1696
Rieti	Concerviano	1257023_000	2B	4	0.1945
Rieti	Configni	1257024_000	2B	4	0.1599
Rieti	Contigliano	1257025_000	2B	4	0.1765
Viterbo	Corchiano	1256023_000	3A	1	0.1258
Frosinone	Coreno Ausonio	1260030_000	2B	5	0.1131
Latina	Cori	1259006_000	2B	3	0.1580
Rieti	Cottanello	1257026_000	2B	4	0.1649
Frosinone	Esperia	1260031_000	2B	5	0.1194
Viterbo	Fabrica di Roma	1256024_000	3A	1	0.1074
Viterbo	Faleria	1256025_000	3A	1	0.1215
Frosinone	Falvaterra	1260032_000	2B	4	0.1585
Rieti	Fara in Sabina	1257027_000	2B	4	0.1540
Viterbo	Farnese	1256026_000	2B	2	0.1396
Frosinone	Ferentino	1260033_000	2B	4	0.1579
Rieti	Fiamignano	1257028_000	1	6	0.2506
Roma	Fiano Romano	1258036_000	2B	4	0.1416
Roma	Filacciano	1258037_000	2B	4	0.1494
Frosinone	Filettino	1260034_000	2B	4	0.1861
Frosinone	Fiuggi	1260035_000	2B	4	0.1627
Roma	Fiumicino	1258120_000	3B	1	0.0771
Latina	Fondi	1259007_000	3B	1	0.0912
Frosinone	Fontana Liri	1260036_000	2A	4	0.2225
Roma	Fonte Nuova	1258122_000	2B	4	0.1360
Frosinone	Fontechiari	1260037_000	1	6	0.2491
Rieti	Forano	1257029_000	2B	4	0.1520
Roma	Formello	1258038_000	3A	1	0.0805
Latina	Formia	1259008_000	3A	5	0.0918
Roma	Frascati	1258039_000	2B	3	0.1674
Rieti	Frasso Sabino	1257030_000	2B	4	0.1597
Frosinone	Frosinone	1260038_000	2B	4	0.1620
Frosinone	Fumone	1260039_000	2B	4	0.1609
Latina	Gaeta	1259009_000	3A	1	0.0791
Viterbo	Gallese	1256027_000	2B	4	0.1416
Roma	Galliciano nel Lazio	1258040_000	2B	3	0.1702
Frosinone	Gallinaro	1260040_000	1	6	0.2596
Roma	Gavignano	1258041_000	2B	4	0.1396
Roma	Genazzano	1258042_000	2B	3	0.1620
Roma	Genzano di Roma	1258043_000	2B	3	0.1655
Roma	Gerano	1258044_000	2B	4	0.1559
Frosinone	Giuliano di Roma	1260041_000	2B	1	0.1368

Prov	U.A.S.	File dati *	Sismicità	Gruppo	Ag _{orif} °
Roma	Gorga	1258045_000	2B	1	0.1298
Viterbo	Gradoli	1256028_000	2B	2	0.1409
Viterbo	Graffignano	1256029_000	2B	2	0.1449
Rieti	Greccio	1257031_000	2B	4	0.1737
Roma	Grottaferrata	1258046_000	2B	3	0.1675
Viterbo	Grotte di Castro	1256030_000	2B	2	0.1411
Frosinone	Guarcino	1260042_000	2B	4	0.1729
Roma	Guidonia Montecelio	1258047_000	2B	3	0.1578
Viterbo	Ischia di Castro	1256031_000	2B	2	0.1390
Frosinone	Isola del Liri	1260043_000	1	6	0.2335
Latina	Itri	1259010_000	3A	1	0.0923
Roma	Jenne	1258048_000	2B	4	0.1645
Roma	Labico	1258049_000	2B	3	0.1703
Rieti	Labro	1257032_000	2B	4	0.1959
Roma	Ladispoli	1258116_000	3B	1	0.0580
Roma	Lanuvio	1258050_000	2B	3	0.1643
Roma	Lariano	1258115_000	2B	3	0.1675
Viterbo	Latera	1256032_000	2B	2	0.1405
Latina	Latina	1259011_000	3A	1	0.0942
Latina	Lenola	1259012_000	3A	5	0.1149
Rieti	Leonessa	1257033_000	1	6	0.2582
Roma	Licenza	1258051_000	2B	4	0.1573
Rieti	Longone Sabino	1257034_000	2B	4	0.1919
Viterbo	Lubriano	1256033_000	2B	2	0.1442
Latina	Maenza	1259013_000	3A	1	0.1175
Roma	Magliano Romano	1258052_000	3A	1	0.0988
Rieti	Magliano Sabina	1257035_000	2B	4	0.1491
Roma	Mandela	1258053_000	2B	4	0.1573
Roma	Manziana	1258054_000	3B	1	0.0722
Roma	Marano Equo	1258055_000	2B	4	0.1593
Roma	Marcellina	1258056_000	2B	4	0.1519
Rieti	Marcellino	1257036_000	2B	4	0.1911
Roma	Marino	1258057_000	2B	3	0.1662
Viterbo	Marta	1256034_000	2B	2	0.1408
Roma	Mazzano Romano	1258058_000	3A	1	0.0983
Roma	Mentana	1258059_000	2B	4	0.1403
Rieti	Micigliano	1257037_000	1	6	0.2526
Latina	Minturno	1259014_000	3A	5	0.0965
Rieti	Mompeo	1257038_000	2B	4	0.1598
Viterbo	Montalto di Castro	1256035_000	3B	1	0.0870
Rieti	Montasola	1257039_000	2B	4	0.1605
Roma	Monte Compatri	1258060_000	2B	3	0.1692

Prov	U.A.S.	File dati *	Sismicità	Gruppo	Ag _{orif} °
Roma	Monte Porzio Catone	1258064_000	2B	3	0.1682
Viterbo	Monte Romano	1256037_000	2B	2	0.1389
Latina	Monte San Biagio	1259015_000	3B	1	0.0882
Frosinone	Monte San Giovanni Campano	1260044_000	2A	4	0.2021
Rieti	Monte San Giovanni in Sabina	1257043_000	2B	4	0.1648
Rieti	Montebuono	1257040_000	2B	4	0.1552
Viterbo	Montefiascone	1256036_000	2B	2	0.1423
Roma	Monteflavio	1258061_000	2B	4	0.1566
Roma	Montelanico	1258062_000	2B	1	0.1258
Rieti	Monteleone Sabino	1257041_000	2B	4	0.1648
Roma	Montelibretti	1258063_000	2B	4	0.1511
Rieti	Montenero Sabino	1257042_000	2B	4	0.1650
Viterbo	Monterosi	1256038_000	3B	1	0.0779
Roma	Monterotondo	1258065_000	2B	4	0.1339
Rieti	Montopoli di Sabina	1257044_000	2B	4	0.1548
Roma	Montorio Romano	1258066_000	2B	4	0.1562
Roma	Moricone	1258067_000	2B	4	0.1524
Roma	Morlupo	1258068_000	3A	1	0.1173
Frosinone	Morolo	1260045_000	2B	4	0.1434
Rieti	Morro Reatino	1257045_000	2A	6	0.2243
Roma	Nazzano	1258069_000	2B	4	0.1472
Roma	Nemi	1258070_000	2B	3	0.1663
Viterbo	Nepi	1256039_000	3A	1	0.0913
Viterbo	Nepi - Isola amministrativa	1256039_001	3B	1	0.0762
Roma	Nerola	1258071_000	2B	4	0.1554
Rieti	Nespolo	1257046_000	2B	4	0.1803
Roma	Nettuno	1258072_000	3A	1	0.1221
Latina	Norma	1259016_000	3A	1	0.1090
Roma	Olevano Romano	1258073_000	2B	4	0.1545
Viterbo	Onano	1256040_000	2B	2	0.1407
Viterbo	Oriolo Romano	1256041_000	3B	1	0.0836
Viterbo	Orte	1256042_000	2B	4	0.1472
Rieti	Orvinio	1257047_000	2B	4	0.1624
Rieti	Paganico Sabino	1257048_000	2B	4	0.1732
Roma	Palestrina	1258074_000	2B	3	0.1704
Frosinone	Paliano	1260046_000	2B	4	0.1548
Roma	Palombara Sabina	1258075_000	2B	4	0.1530
Frosinone	Pastena	1260047_000	2B	4	0.1425
Frosinone	Patrica	1260048_000	2B	4	0.1478
Roma	Percile	1258076_000	2B	4	0.1594
Rieti	Pescorocchiano	1257049_000	2A	4	0.2196
Rieti	Pescorocchiano - dx Salto	1257049_001	1	6	0.2471

Prov	U.A.S.	File dati *	Sismicità	Gruppo	Ag _{orif} °
Frosinone	Pescosolido	1260049_000	1	6	0.2546
Rieti	Petrella Salto	1257050_000	2A	6	0.2380
Viterbo	Piansano	1256043_000	2B	2	0.1401
Frosinone	Picinisco	1260050_000	1	6	0.2651
Frosinone	Pico	1260051_000	2B	5	0.1361
Frosinone	Piedimonte San Germano	1260052_000	2A	4	0.2162
Frosinone	Piglio	1260053_000	2B	4	0.1592
Frosinone	Pignataro Interamna	1260054_000	2B	4	0.1623
Roma	Pisoniano	1258077_000	2B	4	0.1545
Frosinone	Pofi	1260055_000	2B	4	0.1609
Rieti	Poggio Bustone	1257051_000	2A	6	0.2364
Rieti	Poggio Catino	1257052_000	2B	4	0.1568
Rieti	Poggio Mirteto	1257053_000	2B	4	0.1562
Rieti	Poggio Moiano	1257054_000	2B	4	0.1644
Rieti	Poggio Nativo	1257055_000	2B	4	0.1582
Rieti	Poggio San Lorenzo	1257056_000	2B	4	0.1643
Roma	Poli	1258078_000	2B	3	0.1623
Roma	Pomezia	1258079_000	2B	3	0.1606
Frosinone	Pontecorvo	1260056_000	2B	5	0.1624
Latina	Pontinia	1259017_000	3B	1	0.0779
Latina	Ponza	1259018_000	3B	1	0.0492
Roma	Ponzano Romano	1258080_000	2B	4	0.1465
Rieti	Posta	1257057_000	1	6	0.2591
Frosinone	Posta Fibreno	1260057_000	1	6	0.2542
Rieti	Pozzaglia Sabina	1257058_000	2B	4	0.1675
Latina	Priverno	1259019_000	3A	1	0.0969
Viterbo	Proceno	1256044_000	2B	2	0.1416
Latina	Prossedi	1259020_000	3A	1	0.1222
Roma	Riano	1258081_000	3A	1	0.1100
Rieti	Rieti	1257059_000	2B	4	0.1933
Rieti	Rieti - Orientale	1257059_001	2A	6	0.2379
Roma	Rignano Flaminio	1258082_000	3A	1	0.1242
Roma	Riofreddo	1258083_000	2B	4	0.1622
Frosinone	Ripi	1260058_000	2B	4	0.1714
Rieti	Rivodutri	1257060_000	2A	6	0.2374
Roma	Rocca Canterano	1258084_000	2B	4	0.1579
Frosinone	Rocca d'Arce	1260059_000	2A	4	0.2247
Roma	Rocca di Cave	1258085_000	2B	3	0.1597
Roma	Rocca di Papa	1258086_000	2B	3	0.1675
Latina	Rocca Massima	1259022_000	2B	3	0.1600
Roma	Rocca Priora	1258088_000	2B	3	0.1692
Roma	Rocca Santo Stefano	1258089_000	2B	4	0.1567

Prov	U.A.S.	File dati *	Sismicità	Gruppo	Ag _{orif} °
Rieti	Rocca Sinibalda	1257062_000	2B	4	0.1848
Roma	Roccagiovine	1258087_000	2B	4	0.1558
Latina	Roccagorga	1259021_000	3A	1	0.0981
Rieti	Roccantica	1257061_000	2B	4	0.1591
Frosinone	Roccasecca	1260060_000	2A	4	0.2245
Latina	Roccasecca dei Volsci	1259023_000	3A	1	0.1014
Roma	Roiate	1258090_000	2B	4	0.1561
Roma	Roma I	1258091_010	3A	1	0.1258
Roma	Roma II	1258091_020	3A	1	0.1138
Roma	Roma III	1258091_030	3A	1	0.1267
Roma	Roma IV	1258091_040	3A	1	0.1184
Roma	Roma V	1258091_050	2B	3	0.1500
Roma	Roma VI	1258091_060	2B	3	0.1461
Roma	Roma VII	1258091_070	2B	3	0.1557
Roma	Roma VIII	1258091_080	2B	3	0.1681
Roma	Roma IX	1258091_090	2B	3	0.1484
Roma	Roma X	1258091_100	2B	3	0.1651
Roma	Roma XI	1258091_110	2B	3	0.1632
Roma	Roma XII	1258091_120	2B	3	0.1630
Roma	Roma XIII	1258091_130	3A	1	0.1335
Roma	Roma XV	1258091_150	3A	1	0.1251
Roma	Roma XVI	1258091_160	3A	1	0.1094
Roma	Roma XVII	1258091_170	3A	1	0.1070
Roma	Roma XVIII	1258091_180	3A	1	0.0969
Roma	Roma XIX	1258091_190	3A	1	0.0880
Roma	Roma XX	1258091_200	3A	1	0.0943
Roma	Roma XX - Isola amministrativa	1258091_201	3B	1	0.0735
Viterbo	Ronciglione	1256045_000	3A	1	0.1084
Roma	Roviano	1258092_000	2B	4	0.1598
Latina	Sabaudia	1259024_000	3B	1	0.0685
Roma	Sacrofano	1258093_000	3A	1	0.0881
Rieti	Salisano	1257063_000	2B	4	0.1588
Roma	Sambuci	1258094_000	2B	4	0.1555
Frosinone	San Biagio Saracinisco	1260061_000	1	6	0.2667
Roma	San Cesareo	1258119_000	2B	3	0.1704
Frosinone	San Donato Val di Comino	1260062_000	1	6	0.2615
Latina	San Felice Circeo	1259025_000	3B	1	0.0619
Frosinone	San Giorgio a Liri	1260063_000	2B	5	0.1332
Frosinone	San Giovanni Incarico	1260064_000	2B	4	0.1692
Roma	San Gregorio da Sassola	1258095_000	2B	4	0.1630
Viterbo	San Lorenzo Nuovo	1256047_000	2B	2	0.1418
Roma	San Polo dei Cavalieri	1258096_000	2B	4	0.1548

Prov	U.A.S.	File dati *	Sismicità	Gruppo	Ag _{orif} °
Roma	San Vito Romano	1258100_000	2B	4	0.1546
Frosinone	San Vittore del Lazio	1260070_000	1	6	0.2387
Roma	Santa Marinella	1258097_000	3B	1	0.0597
Frosinone	Sant'Ambrogio sul Garigliano	1260065_000	2B	4	0.1420
Frosinone	Sant'Andrea del Garigliano	1260066_000	2B	5	0.1264
Roma	Sant'Angelo Romano	1258098_000	2B	4	0.1454
Frosinone	Sant'Apollinare	1260067_000	2B	4	0.1446
Frosinone	Sant'Elia Fiumerapido	1260068_000	1	6	0.2582
Latina	Santi Cosma e Damiano	1259026_000	3A	5	0.1036
Frosinone	Santopadre	1260069_000	1	6	0.2392
Roma	Sant'Oreste	1258099_000	2B	4	0.1407
Roma	Saracinesco	1258101_000	2B	4	0.1566
Rieti	Scandriglia	1257064_000	2B	4	0.1603
Roma	Segni	1258102_000	2B	4	0.1478
Rieti	Selci	1257065_000	2B	4	0.1540
Latina	Sermoneta	1259027_000	3A	1	0.0942
Frosinone	Serrone	1260071_000	2B	4	0.1563
Frosinone	Settefrati	1260072_000	1	6	0.2633
Latina	Sezze	1259028_000	3B	1	0.0868
Frosinone	Sgurgola	1260073_000	2B	4	0.1421
Latina	Sonnino	1259029_000	3B	1	0.0894
Frosinone	Sora	1260074_000	1	6	0.2429
Viterbo	Soriano nel Cimino	1256048_000	2B	2	0.1368
Latina	Sperlonga	1259030_000	3B	1	0.0765
Latina	Spigno Saturnia	1259031_000	3A	5	0.1012
Rieti	Stimigliano	1257066_000	2B	4	0.1497
Frosinone	Strangolagalli	1260075_000	2B	4	0.1811
Roma	Subiaco	1258103_000	2B	4	0.1647
Frosinone	Supino	1260076_000	2B	4	0.1459
Viterbo	Sutri	1256049_000	3B	1	0.0830
Rieti	Tarano	1257067_000	2B	4	0.1540
Viterbo	Tarquinia	1256050_000	3B	1	0.1047
Frosinone	Terelle	1260077_000	1	6	0.2488
Latina	Terracina	1259032_000	3B	1	0.0737
Viterbo	Tessennano	1256051_000	2B	2	0.1381
Roma	Tivoli	1258104_000	2B	3	0.1637
Rieti	Toffia	1257068_000	2B	4	0.1562
Roma	Tolfa	1258105_000	3B	1	0.1086
Frosinone	Torre Cajetani	1260078_000	2B	4	0.1636
Rieti	Torri in Sabina	1257070_000	2B	4	0.1567
Frosinone	Torrice	1260079_000	2B	4	0.1674
Rieti	Torricella in Sabina	1257069_000	2B	4	0.1681

Prov	U.A.S.	File dati *	Sismicità	Gruppo	Ag _{orif} °
Roma	Torrita Tiberina	1258106_000	2B	4	0.1497
Frosinone	Trevi nel Lazio	1260080_000	2B	4	0.1696
Roma	Trevignano Romano	1258107_000	3B	1	0.0736
Frosinone	Trivigliano	1260081_000	2B	4	0.1628
Rieti	Turania	1257071_000	2B	4	0.1675
Viterbo	Tuscania	1256052_000	2B	2	0.1398
Rieti	Vacone	1257072_000	2B	4	0.1582
Viterbo	Valentano	1256053_000	2B	2	0.1402
Frosinone	Vallecorsa	1260082_000	3A	1	0.1235
Frosinone	Vallemaio	1260083_000	2B	5	0.1256
Roma	Vallepiastra	1258108_000	2B	4	0.1765
Viterbo	Vallerano	1256054_000	3A	1	0.1100
Frosinone	Vallerotonda	1260084_000	1	6	0.2670
Roma	Vallinfreda	1258109_000	2B	4	0.1629
Roma	Valmontone	1258110_000	2B	3	0.1695
Rieti	Varco Sabino	1257073_000	2B	4	0.1967
Viterbo	Vasanello	1256055_000	2B	4	0.1350
Viterbo	Vejano	1256056_000	3A	1	0.1027
Viterbo	Vejano - Isola amministrativa	1256056_001	2B	2	0.1021
Roma	Velletri	1258111_000	2B	3	0.1659
Latina	Ventotene	1259033_000	3B	1	0.0581
Frosinone	Veroli	1260085_000	2B	4	0.1984
Viterbo	Vetralla	1256057_000	2B	2	0.1367
Frosinone	Vicalvi	1260086_000	1	6	0.2549
Frosinone	Vico nel Lazio	1260087_000	2B	4	0.1860
Roma	Vicovaro	1258112_000	2B	4	0.1550
Viterbo	Vignanello	1256058_000	3A	1	0.1174
Frosinone	Villa Latina	1260088_000	1	6	0.2598
Viterbo	Villa San Giovanni in Tuscia	1256046_000	2B	2	0.1319
Frosinone	Villa Santa Lucia	1260089_000	2A	4	0.2268
Frosinone	Villa Santo Stefano	1260090_000	2B	1	0.1366
Viterbo	Viterbo	1256059_000	2B	2	0.1430
Frosinone	Viticuso	1260091_000	1	6	0.2613
Viterbo	Vitorchiano	1256060_000	2B	2	0.1416
Roma	Vivaro Romano	1258113_000	2B	4	0.1655
Roma	Zagarolo	1258114_000	2B	3	0.1706



APPENDICE 2

SPECIFICHE TECNICHE PER LA REDAZIONE IN AMBIENTE GIS DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI DEI LIVELLI DI MS

Livello 1 di MS – Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica

Congiuntamente agli elaborati cartografici dovranno essere prodotti su supporto magnetico (CD o DVD) 4 shapefiles poligonali con nome:

- **Zone_nome UAS** per rappresentare le zone stabili.
- **instab_nome UAS** per rappresentare le zone instabili
- **forme_nome UAS** per rappresentare le forme di superficie
- **MS1_nome UAS** intersezione tra zone stabili e instabili per rappresentare la microzonazione sismica di livello 1

2 shapefiles lineari con nome:

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

1 shapefile puntuale con nome:

- **Epuntuali_nome UAS** per rappresentare tutti gli elementi puntuali presenti in carta

Descrizione dello shapefile poligonale: zone

Questo SHP dovrà contenere le seguenti tipologie di zone:

- zone stabili
- zone stabili suscettibili di amplificazioni

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	3 – FRATTURATO
1 – LAPIDEO	1011	1012	1013
2 – GRANULARE CEMENTATO	1021	1022	1023
3 – COESIVO SOVRACONSOLIDATO	1031	1032	1033

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. 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.

Descrizione dello shapefile poligonale: instab

Questo SHP contiene esclusivamente le seguenti zone suscettibili di instabilità:

- *instabilità di versante*
- *liquefazione*
- *cedimenti differenziali*
- *aree interessate da deformazioni dovute a faglie attive e/o 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**

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

<i>Liquefazioni:</i>	3050
<i>Cedimenti differenziali</i>	3060
<i>Aree interessate da deformazioni dovute a faglie attive e capaci</i>	3070
<i>Sovrapposizione fra cedimenti differenziali e aree interessate da deformazioni dovute a faglie attive e capaci</i>	3080
<i>Sovrapposizione fra liquefazioni e aree interessate da deformazioni dovute a faglie attive e capaci</i>	3090
<i>Sovrapposizione fra instabilità di versante e aree interessate da deformazioni dovute a faglie attive e capaci</i>	3100

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
Sinkhole accertato	4040

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

4 - TRANSTENSIVA	5091	5092
-------------------------	-------------	-------------

<i>Orlo di scarpata morfologica (10-20m)</i>	5041
<i>Orlo di scarpata morfologica (>20m)</i>	5042
<i>Orlo di terrazzo fluviale (10-20m)</i>	5051
<i>Orlo di terrazzo fluviale (>20m)</i>	5052
<i>Cresta</i>	5060
<i>Scarpata sepolta</i>	5070
<i>Valle sepolta stretta ($C > 0.25$)²³</i>	5081
<i>Valle sepolta larga ($C < 0.25$)</i>	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

schema del codice: **60xy**

<i>Picco isolato</i>	6010
<i>Cavità sepolta</i>	6020

Livello 2 o 3 di MS – Carta 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

²³ $C=H/L/2$