



ATTUAZIONE DELL'ART. 11 DEL D.L. 28 APRILE 2009 N. 39, CONVERTITO,
CON MODIFICAZIONI, DALLA LEGGE 24 GIUGNO 2009 N. 77.

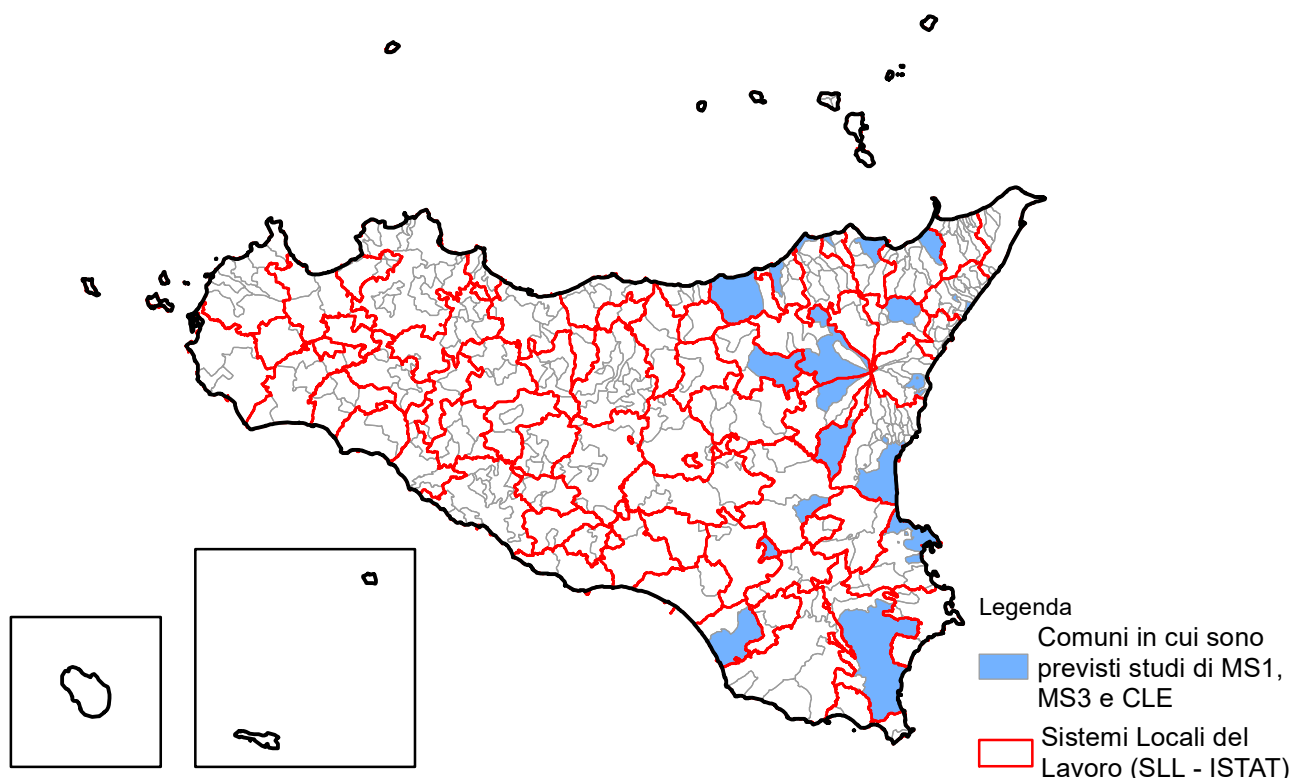
PIANO NAZIONALE PER LA PREVENZIONE SISMICA

PIANO REGIONALE DI MICROZONAZIONE SISMICA

(OPCM 4007/2012, OCDPC 52/2013, OCDPC 171/2014, OCDPC 293/2015 e OCDPC 344/2016)

MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO 1 (MS1)
MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO 3 (MS3)
E ANALISI DELLA CONDIZIONE LIMITE
PER L'EMERGENZA (CLE)

CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE



Il Progettista
(geol. Antonio Torrisi)

Il RUP
(ing. Alfio Cannizzo)



Sommario

1. OGGETTO DELL'APPALTO	2
2. RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI	2
3. DEFINIZIONE DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO	3
4. MS1 E CLE	4
4.1 DESCRIZIONE DELLE PRESTAZIONI: ELABORATI CARTOGRAFICI E RELAZIONI ILLUSTRATIVE	4
4.2 TEMPI DI ESECUZIONE E VALIDAZIONE DEI RISULTATI	6
5. MS3	6
5.1 DESCRIZIONE DELLE PRESTAZIONI: ELABORATI CARTOGRAFICI E RELAZIONI ILLUSTRATIVE	6
5.1.1 Finalità	7
5.1.2 Attività di lavoro	7
5.1.3 Piano delle Indagini	8
5.1.4 Elaborati finali per la MS3	9
5.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI STUDI DI MS3	10
5.3 TEMPI DI ESECUZIONE E VALIDAZIONE DEI RISULTATI	11
6. PROROGHE E PENALI	12
7. DETERMINAZIONE DEI COMPENSI	13
8. ALTRE CONDIZIONI	13
9. VARIAZIONI, INTERRUZIONI, ORDINI INFORMALI	14
10. CONFERIMENTI VERBALI	14
11. DOMICILIO	15
12. ALLEGATO 1	16
13. ALLEGATO 2	17
14. ALLEGATO 3	21
15. ALLEGATO 4	23

1. OGGETTO DELL'APPALTO

Il Dipartimento Regionale della Protezione Civile (d'ora in avanti DRPC Sicilia), con sede in Palermo in Via Abela n. 5, Codice Fiscale 80012000826, Partita IVA 02711070827, nell'ambito del *Piano nazionale per la prevenzione sismica ex Legge 77/2009* e nel rispetto delle previsioni del P.O. FESR Sicilia 2014/2020, Obiettivo Tematico 5 - Azione 5.3.2 (*Interventi di microzonazione e di messa in sicurezza sismica degli edifici strategici e rilevanti pubblici ubicati nelle aree maggiormente a rischio*), tra l'altro, deve avviare studi di **Microzonazione sismica di livello 1** (d'ora in avanti **MS1**) accompagnati dall'**Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza** (d'ora in avanti **CLE**) e, successivamente, seguiti da studi di **Microzonazione sismica di livello 3** (d'ora in avanti **MS3**) nel territorio di propria competenza.

Oggetto dell'appalto è la realizzazione degli studi di Microzonazione sismica di livello 1 e di livello 3 e dell'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza, relativamente al territorio dei Comuni elencati nell'**Allegato 1** al presente *Capitolato*. I servizi oggetto dell'appalto consistono, pertanto, nell'espletamento delle attività professionali volte alla realizzazione di tutte le elaborazioni previste da tali studi come più avanti descritte, nel rispetto degli standard tecnici nazionali e regionali di riferimento di cui al punto 2, nella loro versione più aggiornata disponibile.

2. RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI

I servizi dovranno essere svolti in conformità alle disposizioni tecniche vigenti e ai seguenti riferimenti tecnici:

- Gruppo di lavoro MS, 2008. *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*. Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 vol. e Dvd. Disponibili nel sito web del Dipartimento della Protezione Civile, area “Rischio Sismico”;
- *Contributi per l'aggiornamento degli Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*. Ingegneria Sismica, Anno XXVIII, n. 2, 2011. Link: http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/aggiornamento_indirizzi_microzonazione_sismica.pdf;
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2015. *Standard di rappresentazione e archiviazione informatica degli studi di MS*. Versione 4.0b o ultima disponibile. Roma, ottobre 2015. 122 pp. Link: http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/StandardMS_4_0b.pdf;
- *Standard di rappresentazione e archiviazione informatica. Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE)*. Versione 3.0.1 o successiva, redatti dal DPC. Link: [http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/standard_analisi_cle.wp.jsessionid=4374B1C206A969D9E29874C8C5EEF125.worker1](http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/standard_analisi_cle.wp.jsessionid=4374B1C206A969D9E29874C8C5EEF125.worker1;);
- *Manuale per l'Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) dell'insediamento urbano*. Versione 1.1 o successiva, redatto dal DPC. Link: http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_pub.wp?contentId=PUB48226;
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2015. *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC)*. Versione 1.0.

Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Roma. Link:
http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/Linee_Guida_Faglie_Ative_Capaci_2016.pdf;

- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2017. *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da fenomeni di Liquefazione (LQ)*. Versione 1.0. Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Roma. Link:
http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/LG_Liq_v1_0.pdf;
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2017. *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR)*. Versione 1.0. Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Roma. Link:
http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/LG_Frane_v1_0.pdf;
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2014. *Linee guida per l'elaborazione della carta e delle sezioni geologico tecniche per la microzonazione sismica (CGT_MS)*. Dipartimento della Protezione Civile, Roma;
- *Significato e contenuto degli studi di MS di livello 2 e 3*. Link:
http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/Significato_e_contenuto_degli_studi_di_MS_di_livello_2_e_3.pdf;
- *Software per l'archiviazione delle indagini per la MS* (SoftMS versione 4.0);
- *Software per la compilazione delle schede CLE* (SoftCLE versione 3.0.2);
- Documentazione tratta dall'attività della Commissione Tecnica Nazionale. Link:
<http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/verbali.wp>;
- Documentazione e riferimenti sul dissesto idrogeologico in Sicilia: PAI e suoi aggiornamenti, Progetti di Difesa del suolo.

3. DEFINIZIONE DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO

L'area di studio ricade nei territori dei Comuni elencati nell'**Allegato 1** al presente *Capitolato*.

Nell'ambito di ciascun territorio comunale la delimitazione dell'area di studio per gli studi di MS1 e di MS3 è individuata dal DRPC Sicilia in accordo con il Soggetto Realizzatore, secondo le indicazioni e le specifiche nazionali a tal riguardo contenute nelle ordinanze di attuazione dell'articolo 11 della legge 77/2009.

Per la MS1, nella definizione dell'area oggetto di studio, particolare attenzione verrà posta alle cosiddette zone di influenza dei processi geologici di cui agli ICMS, Parte III - Istruzioni tecniche - *Rilevamenti geologici, geomorfologici e litologico - tecnici*.

Riguardo agli studi di MS3 e con riferimento alle disposizioni contenute nell'art. 7 dell'OCDPC 293/2015, l'area minima da coprire con tali studi dovrà avere una copertura per almeno il 40% della superficie complessiva di centri e nuclei abitati o di almeno il 40% della popolazione dei centri e nuclei abitati.

4. MS1 E CLE

4.1 DESCRIZIONE DELLE PRESTAZIONI: ELABORATI CARTOGRAFICI E RELAZIONI ILLUSTRATIVE

La MS1 è uno studio propedeutico ed obbligatorio per poter affrontare i successivi livelli, poiché si basa sulla precisazione del quadro conoscitivo di un territorio, derivante dalla raccolta ed analisi dei dati preesistenti nonché dall'esecuzione di indagini in situ. Questo Livello è finalizzato alla realizzazione della *Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica*, cioè all'individuazione di aree a comportamento sismico omogeneo. Al termine della MS1 nei Comuni oggetto del presente *Capitolato* dovranno avviarsi gli studi di MS3, finalizzati a quantificare la pericolosità sismica locale delle microzone e alla redazione della carta di MS di livello 3 alla scala 1:5.000.

Gli studi di MS1 prevedono la realizzazione di indagini e rilievi redatti ai sensi delle specifiche ed indirizzi contenute nel punto 2 (*Riferimenti tecnici e normativi*), finalizzati all'individuazione ed alla delimitazione delle aree omogenee in prospettiva sismica nei territori di cui all'Allegato 1. Tali studi devono essere corredati dall'analisi della CLE. L'**Allegato 2** al presente *Capitolato*, redatto conformemente agli ICMS, costituisce il documento tecnico di riferimento per l'elaborazione degli studi di MS1. L'**Allegato 3** al presente *Capitolato*, redatto conformemente agli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica della CLE, sintetizza le specifiche tecniche di riferimento per l'elaborazione dell'analisi della CLE.

Il Soggetto Realizzatore, riguardo agli studi di MS1, è tenuto a dare piena esecuzione alle attività distinte nelle seguenti fasi:

- **FASE 1 - ATTIVITÀ PRELIMINARE:** a seguito di sopralluoghi sul territorio comunale e all'acquisizione dei dati utili (dati pregressi esistenti nell'area: indagini dirette e/o indirette, prove di laboratorio, rilievi geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, ecc.), redige una Relazione preliminare. L'elaborato riporterà le procedure, le modalità operative che si intendono adottare per la realizzazione dello studio di MS1, la bibliografia dei documenti disponibili nonché il cronoprogramma delle attività. Sarà allegata alla Relazione preliminare una Carta Tecnica Regionale (scala 1:5.000/10.000) con la perimetrazione delle aree da sottoporre agli studi di MS1. Se l'area di indagine è composta da più frazioni o località, alla Relazione preliminare andrà allegata una cartografia d'insieme in scala adeguata.
- **FASE 2 - ATTIVITÀ INTERMEDIA:** redazione dei seguenti elaborati da restituire anche in formato cartaceo (una copia) per il rilascio del nulla osta regionale:
 - a) Carta delle Indagini;
 - b) Carta Geologico – Tecnica e sezioni geologiche;
 - c) Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica;
 - d) Carta delle frequenze naturali dei terreni (f);
 - e) Relazione tecnica illustrativa.

Ai fini della valutazione dell'offerta tecnica sarà ritenuta premiante la consegna della carta geologica e geomorfologica (almeno a scala 1:5.000 – 1:10.000), redatta per ciascun ambito comunale, utilizzata come documento di base per la redazione dell'elaborato di cui al sopracitato punto b). Dovrà, inoltre, essere compilato l'archivio

informatico dei dati della carta delle indagini per la MS (SoftMS), oltre alla lista di controllo degli studi di MS secondo un format reso disponibile dal DRPC Sicilia.

I suddetti elaborati dovranno essere consegnati al DRPC Sicilia in formato digitale, redatti secondo le procedure di archiviazione informatica e rappresentazione grafica dei dati, nel rispetto degli standard di cui al punto 2.

- **FASE 3 - ATTIVITÀ CONCLUSIVA:** a seguito del rilascio del “nulla osta” regionale il Soggetto Realizzatore trasmette al DRPC Sicilia le risultanze tecniche degli studi di MS1 (elaborati costituenti la FASE 2) in formato digitale (2 CD/DVD per l’archiviazione del DRPC Sicilia), unitamente a n. 2 copie cartacee debitamente datate, firmate e timbrate.

Il Soggetto Realizzatore, riguardo alla CLE, è tenuto a dare piena esecuzione alle attività distinte nelle seguenti fasi:

- **FASE 1** - Attività preparatoria e rilievo diretto o di rilevamento sul campo;
- **FASE 2** - Completamento delle schede rilevate, informatizzazione e realizzazione della *Carta degli elementi per l’analisi della CLE e relativi stralci*. Compilazione dell’archivio dati informatico per la CLE (SoftCLE) e della lista di controllo dell’analisi della CLE secondo un format reso disponibile dal DRPC Sicilia;
- **FASE 3** - trasmissione, a seguito del rilascio del “nulla osta” regionale, da parte del Soggetto Realizzatore, al DRPC Sicilia, degli elaborati dell’analisi della CLE (elaborati costituenti la FASE 2) in formato digitale (2 CD/DVD per l’archiviazione del DRPC Sicilia), unitamente a n. 2 copie cartacee debitamente datate, firmate e timbrate.

Il DRPC Sicilia, tenuto conto della complessità degli studi prodotti e considerato l’elevato numero dei Comuni interessati, al fine, tra l’altro, di evitare l’insorgere di oggettive criticità nella fase istruttoria, si avvarrà del supporto specialistico di un gruppo di lavoro altamente qualificato (d’ora in avanti “Validatore”), a cui verranno assegnati specifici compiti riguardanti l’attività di istruttoria, garantendo altresì supporto tecnico - scientifico ai Soggetti Realizzatori nella fase di redazione degli studi medesimi. Il Validatore, inoltre, curerà la validazione delle risultanze tecniche degli studi di MS1 e della CLE, preliminarmente alla successiva trasmissione alla Commissione Tecnica Nazionale, istituita presso il Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri, per il parere previsto dall’art. 6 dell’OPCM 3907/2010.

Il Soggetto Realizzatore che nel corso degli studi rileva problematiche tali da ritenere necessario il supporto tecnico - scientifico del Validatore, ha la facoltà di chiedere informazioni e/o chiarimenti, inviando apposita nota all’indirizzo mail del DRPC Sicilia. Tutti gli elaborati (cartografie, relazioni, cd, ecc.) dovranno riportare i loghi e le diciture fornite dal DRPC Sicilia e disponibili sul sito web istituzionale.

Gli elaborati cartografici conclusivi relativi alla MS1 e CLE, opportunamente validati ed approvati dal Validatore, dovranno essere restituiti in formato vettoriale mediante tecnologia GIS ed organizzati secondo le strutture di archiviazione di cui al punto 2 (*Riferimenti tecnici e normativi*), su supporto digitale (CD/DVD).

4.2 TEMPI DI ESECUZIONE E VALIDAZIONE DEI RISULTATI

I tempi di esecuzione dell'incarico, relativamente agli studi di MS1, FASI 1 e 2 di cui al punto 4.1, sono pari a **165 (centosessantacinque)** giorni naturali e consecutivi decorrenti dalla data di stipula del contratto, al netto dei tempi richiesti per la validazione da parte del DRPC Sicilia e della Commissione Tecnica Nazionale, secondo la seguente tempistica:

1. dalla data di stipula il Soggetto Realizzatore, entro **30 (trenta)** giorni, trasmette al DRPC Sicilia i documenti costituenti la FASE 1 – Attività preliminare per la MS1 per tutto il lotto di lavoro.
2. Il DRPC Sicilia, dopo aver esaminato la documentazione acquisita al termine della FASE 1, avvalendosi del Validatore, rilascia il proprio “nulla osta” al proseguimento delle attività entro 30 giorni dalla data di consegna da parte del Soggetto Realizzatore.
3. Entro i successivi **120 (centoventi)** giorni naturali e consecutivi, decorrenti dalla data di acquisizione del suddetto “nulla osta”, il Soggetto Realizzatore si impegna a consegnare al DRPC Sicilia gli elaborati previsti dalla FASE 2 per la MS1 e per la CLE.
4. Il DRPC Sicilia, dopo aver esaminato la documentazione acquisita al termine della FASE 2, avvalendosi del Validatore, valida gli elaborati entro 30 giorni naturali e consecutivi dalla data di consegna da parte del Soggetto Realizzatore. Il DRPC Sicilia e per suo conto il Validatore, può richiedere al Soggetto Realizzatore modifiche e/o integrazioni, avendo riscontrato difformità agli ICMS o ritenendo necessarie altre modifiche. In tal caso il Soggetto Realizzatore è tenuto ad effettuare quanto richiesto entro 30 giorni decorrenti dalla data di richiesta.
5. Entro **15 (quindici)** giorni naturali e consecutivi, decorrenti dalla data di comunicazione della “validazione” regionale, il Soggetto Realizzatore si impegna a consegnare al DRPC Sicilia gli elaborati di cui alla FASE 3.
6. Il DRPC Sicilia provvede, quindi, all'invio alla Commissione Tecnica Nazionale al fine di acquisire la verifica di conformità secondo gli standard. Le eventuali ulteriori richieste di integrazioni da parte della Commissione Tecnica Nazionale dovranno essere predisposte dal Soggetto Realizzatore entro ulteriori 30 giorni.
7. A seguito della verifica di conformità il DRPC Sicilia dà il benestare al pagamento finale.

5. MS3

5.1 DESCRIZIONE DELLE PRESTAZIONI: ELABORATI CARTOGRAFICI E RELAZIONI ILLUSTRATIVE

Le indagini e gli elaborati di seguito descritti costituiscono il quantitativo minimo richiesto perché lo studio sia ritenuto adeguato. Tipologie aggiuntive di indagini e di analisi dei dati possono essere espletate dal Soggetto Realizzatore, purché non in contrasto con i riferimenti tecnici e normativi di cui al punto 2. Gli studi di MS3 vengono effettuati successivamente alla realizzazione degli studi di MS1.

5.1.1 FINALITÀ

Le attività di seguito descritte sono finalizzate a quantificare la pericolosità sismica locale di alcune microzone, con particolare riferimento alle aree stabili suscettibili di amplificazione e alle aree instabili, per la redazione della carta di MS3 alla scala 1:5.000.

Lo studio di MS3 sarà realizzato mediante analisi di risposta sismica locale monodimensionale (1D) e/o bidimensionale (2D) effettuate su verticali rappresentative, in numero adeguato per poter caratterizzare tutte le tipologie di microzona individuate nella *Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)*. Non è obbligatoria l'esecuzione di analisi numeriche bidimensionali (2D). I risultati delle analisi numeriche saranno elaborati in termini di fattori di amplificazione dell'accelerazione orizzontale massima (FA) e dell'intensità di Housner (FH) calcolata per prefissati intervalli di periodi nonché di spettri di risposta elastici in accelerazione (smorzamento strutturale 5%).

Gli effetti di amplificazione topografica, in assenza di analisi 2D, potranno essere stimati con la procedura semplificata riportata nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC08). Per le aree soggette a rischio liquefazione, i risultati delle analisi di liquefazione dovranno essere espressi in base al valore dell'Indice del Potenziale di Liquefazione IL. Per quanto concerne le aree instabili per faglie attive e capaci, bisognerà comunque definire la traccia in superficie della faglia mediante adeguato rilevamento geologico e geomorfologico, e investigarne le geometrie sepolte mediante indagini geofisiche e geognostiche. Per ciò che concerne le aree instabili per frana e per liquefazione, bisognerà restituire le mappe della Zone di Suscettibilità e di Rispetto secondo le Linee guida citate al paragrafo 2.

Le aree in cui realizzare gli approfondimenti di MS di livello 3 sono definite dal DRPC Sicilia in accordo con il Soggetto Realizzatore, subordinatamente al parere tecnico del Soggetto Validatore. All'interno di queste aree verrà sviluppato il piano delle indagini distribuite sulla base dei seguenti parametri: dati pregressi; livello di pericolosità relativa evidenziato nella carta di MS di livello 1; tracce delle sezioni rappresentative che correderanno la nuova carta geologico - tecnica. Il piano delle indagini, inoltre, terrà conto dell'ubicazione degli edifici, delle aree e delle infrastrutture riportate nell'analisi della CLE.

5.1.2 ATTIVITÀ DI LAVORO

Il servizio riguardo agli studi di MS3 prevede la realizzazione delle seguenti attività:

1. raccolta ed elaborazione dei dati pregressi (col supporto del Comune, è richiesto il reperimento di nuovi dati presso Enti pubblici e privati quali almeno il Comune stesso, la Provincia, la Regione, l'ANAS, ecc.);
2. individuazione delle tracce delle nuove sezioni geologico - tecniche a corredo della nuova cartografia;
3. definizione del piano di indagini integrative;
4. rilievi geologico - tecnici di dettaglio;
5. esecuzione delle indagini integrative;
6. archiviazione dei dati e dei metadati;

7. revisione della Carta geologico - tecnica (CGT) corredata dalle sezioni geologico - tecniche;
8. definizione del modello di sottosuolo finalizzato allo studio di MS;
9. revisione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS);
10. analisi della pericolosità di base e definizione del moto sismico di input;
11. realizzazione delle analisi numeriche di risposta sismica locale 1D e delle analisi del pericolo di liquefazione;
12. realizzazione della Carta di MS3, con indicazione dei fattori di amplificazione e degli spettri di risposta in accelerazione;
13. redazione della Relazione illustrativa.

5.1.3 PIANO DELLE INDAGINI

La *Tabella 1* riporta l'elenco delle tipologie di indagini funzionali alla realizzazione di uno studio di MS3.

Le indagini saranno ubicate in funzione dei seguenti criteri:

- 1) distribuzione dei dati pregressi;
- 2) livello presunto di pericolosità relativa, eventualmente evidenziato nella carta delle MOPS;
- 3) tracce delle sezioni rappresentative che correderanno la nuova carta geologico - tecnica.

Per le specifiche tecniche sulle indagini, si rimanda alle schede tecniche riportate nel volume 2 di *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica* (ICMS, 2008) e successivi aggiornamenti.

Nel caso in cui si verifichi l'impossibilità di esecuzione di alcune indagini, oppure non fosse possibile realizzare le quantità indicate, l'affidatario comunicherà, motivandolo, numero e tipologia delle indagini non espletabili e proposta di indagini sostitutive, concordando con il DRPC Sicilia, in collaborazione col Soggetto Validatore, numero e tipologia di indagini da realizzare in sostituzione.

Con l'obiettivo di caratterizzare il numero massimo di litotipi, lungo ogni sezione geologico - tecnica è preferibile realizzare almeno n. 1 sondaggio a carotaggio continuo (per una lunghezza complessiva di almeno 30 metri), con prelievo di campioni indisturbati, esecuzione di prove in sito (almeno prove SPT, quando possibile), con prova Down-Hole (DH).

Indagini geofisiche tipo MASW, in alternativa oppure in aggiunta ai sondaggi, dovranno essere realizzate lungo le suddette sezioni per una miglior comprensione e lettura delle caratteristiche geologiche del sito, con particolare riferimento all'assetto geologico del sottosuolo e alla caratterizzazione dei litotipi che lo costituiscono.

Per ciò che concerne le eventuali indagini migliorative, la tipologia e il numero saranno proposte dall'affidatario e concordate con il DRPC Sicilia, sentito il parere del Soggetto Validatore.

Tabella 1: Elenco e tipologia delle indagini funzionali alla realizzazione della MS3.

	Tipologia di indagine
A.	GEOTECNICA DI LABORATORIO Analisi su campione (granulometria, peso dell'unità di volume, indice dei vuoti, densità relativa, contenuto d'acqua, indice di plasticità); Prova edometrica; Prova di taglio diretto; Prova triassiale (CD, CU, UU); Prova di espansione laterale libera; Colonna risonante; Prova di taglio semplice ciclico; Prova di taglio torsionale ciclico; Prova triassiale ciclica.
B.	GEOTECNICA IN SITO Prove penetrometriche statiche (CPT, CPTE, CPTU); Prove penetrometriche dinamiche (SPT, super pesante, pesante e media); Prove dilatometriche (Marchetti); Prove scissometriche o <i>vane test</i> ; Prove pressiometriche;
C.	INDAGINI GEOLOGICHE Sondaggi a carotaggio continuo (prelievo di campioni, installazione di piezometri, ecc.); Trincee esplorative.
D.	INDAGINI GEOFISICHE ERT; Dilatometria sismica ; Prova penetrometrica con cono sismico; <i>Down-hole</i> ; <i>Cross-hole</i> ; HVSr; ESAC/SPAC; Stazione gravimetrica; Sismica a riflessione; Sismica a rifrazione; Georadar; MASW; SASW; REMI; FTAN.

5.1.4 ELABORATI FINALI PER LA MS3

Il Soggetto Realizzatore dovrà produrre gli elaborati di seguito descritti, tenendo conto delle analisi numeriche realizzate nel corso degli studi, facendo riferimento alle specifiche e indicazioni riportate negli standard nazionali:

- Banca dati delle indagini;
- Carta delle indagini in scala 1:5.000;
- Carta delle frequenze naturali dei terreni in scala 1:5.000;

- Carta geologico - tecnica per la microzonazione sismica (CGT) in scala 1:5.000;
- Sezioni geologico - tecniche in scala 1:5.000;
- Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) in scala 1:5.000;
- Carta di microzonazione sismica di livello 3 (MS3) in scala 1:5.000;
- Relazione illustrativa.

Dovrà, inoltre, essere compilato l'archivio informatico dei dati della carta delle indagini per la MS (SoftMS).

Riguardo alle indagini di nuova acquisizione il Soggetto Realizzatore è tenuto a consegnare in forma esaustiva la relativa documentazione, inclusi i dati originali.

La CGT e la Carta delle MOPS si estenderanno per almeno tutto il territorio comunale mappato nello studio di MS1, al fine di:

- tenere conto delle ulteriori acquisizioni di indagini pregresse e delle indagini di nuova esecuzione;
- rendere coerente e omogenea la cartografia tematica sia all'interno, sia all'esterno delle aree scelte per lo studio di MS3.

La Carta di MS3 sarà restituita nelle aree definite per lo studio di MS di livello 3. In tale elaborato a ciascuna MOPS sarà associato un fattore di amplificazione e uno spettro di risposta elastico al 5% di smorzamento. La Relazione illustrativa dovrà essere predisposta secondo l'indice riportato nell'Allegato 4.

Tutti gli elaborati, redatti secondo i criteri indicati in precedenza, nonché secondo le linee guida e gli standard nazionali e regionali, dovranno essere consegnati al DRPC Sicilia in n. 3 copie, di cui n. 1 copia in formato cartaceo e n. 2 copie su supporto digitale (DVD/CD).

Gli elaborati oggetto degli studi di **MS1** e **MS3** costituiscono, unitamente a quelli relativi all'Analisi della **CLE** (ved. Allegato 3 del presente *Capitolato*), i prodotti finali da consegnare al DRPC Sicilia al termine dei servizi richiesti dal progetto.

5.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI STUDI DI MS3

Il Soggetto Realizzatore svolgerà i servizi oggetto del *Capitolato* in stretto coordinamento con il Validatore e il DRPC Sicilia, dai quali accetta sin d'ora:

- la formazione preliminare all'espletamento del servizio, che sarà somministrata per una durata presunta di 3 giorni da svolgersi entro 20 giorni dall'avvio degli studi per la MS3, e comunque nelle date che saranno comunicate dal DRPC Sicilia;
- le indicazioni e il benessere a tutti i documenti e le elaborazioni prodotti nel corso dell'espletamento del servizio da parte del Validatore, al quale, prima della trasmissione alla Commissione Tecnica Nazionale, dovranno essere sempre sottoposti;
- le indicazioni, modifiche e/o quant'altro sarà ritenuto utile dal Validatore riguardo alle acquisizioni ed elaborazioni delle prove Down-Hole (DH) condotte dall'affidatario all'interno dei fori realizzati e condizionati dallo stesso affidatario;

- i dati e le eventuali elaborazioni specifiche che gli saranno forniti dal Validatore, in particolare riguardanti l'input sismico per le analisi di risposta sismica locale 1D e/o 2D e le elaborazioni in termini di fattori di amplificazione, nonché di spettri di risposta elastici.

Il Soggetto Realizzatore, inoltre, si impegna a cooperare con gli altri affidatari nell'ambito delle azioni del *Piano*, con il coordinamento tecnico – scientifico del Validatore, anche attraverso la partecipazione a riunioni che periodicamente saranno fissate dal DRPC Sicilia, al fine di garantire l'omogeneità e il livello qualitativo dei prodotti di MS e della CLE.

Il Soggetto Realizzatore ha l'obbligo di comunicare al DRPC Sicilia e al Validatore la data di inizio e fine delle attività sul campo.

Per le zone instabili dovrà seguire, in accordo con il Validatore, le procedure stabilite nelle linee guida per la gestione del territorio interessato da faglie attive e capaci (FAC), da liquefazioni (LQ) e da instabilità di versante sismoindotte (FR). Si impegna, inoltre, a consultare la perimetrazione, i dati e gli studi relativi agli aggiornamenti PAI e ai progetti di difesa del suolo, che saranno messi a disposizione dal DRPC Sicilia.

Il Soggetto Realizzatore ha altresì l'obbligo di partecipare ad almeno 4 riunioni con i rappresentanti del DRPC Sicilia, dei Comuni e del Validatore, per avviare le attività e relazionare in merito allo stato di avanzamento degli studi. La relazione avverrà in forma sintetica, ma esaustiva, tenendo anche conto dei tempi ristretti di espletamento del servizio e riguarderà almeno i seguenti punti:

- programma delle indagini;
- cronoprogramma delle indagini;
- strumentazione utilizzata;
- eventuali variazioni sul programma e cronoprogramma;
- modalità di elaborazione dei dati acquisiti;
- risultati e modalità di presentazione degli stessi (sviluppo del database e della cartografia).

Il Validatore, oltre a coordinare e sovrintendere alle attività, parteciperà con propri tecnici all'espletamento di alcune delle attività dello studio. Curerà, inoltre, la validazione delle risultanze tecniche degli studi di MS1, MS3 e della CLE, preliminarmente alla successiva trasmissione alla Commissione Tecnica Nazionale, istituita presso il Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri, per il parere previsto dall'art. 6 dell'OPCM 3907/2010.

5.3 TEMPI DI ESECUZIONE E VALIDAZIONE DEI RISULTATI

I tempi di esecuzione dell'incarico, relativamente agli studi di MS3, sono pari a **255 (duecentocinquantacinque)** giorni naturali e consecutivi decorrenti dalla data di certificazione degli studi di MS1 a cura del DRPC Sicilia, al netto dei tempi richiesti per la validazione da parte del DRPC Sicilia e della Commissione Tecnica Nazionale, secondo la seguente tempistica:

1. dalla data di comunicazione della verifica di conformità dello studio di MS1, entro **30 (trenta)** giorni, trasmette al DRPC Sicilia la proposta delle aree da sottoporre agli

studi di MS3.

2. Il DRPC Sicilia, dopo aver esaminato la documentazione acquisita, avvalendosi del Validatore, rilascia il proprio “nulla osta” al proseguimento delle attività entro 30 giorni dalla data di consegna da parte del Soggetto Realizzatore.
3. Il Soggetto Realizzatore, entro i successivi **15 (quindici)** giorni, definisce il piano delle indagini, indicando la tipologia ed il numero delle indagini minime necessarie per la realizzazione dello studio, selezionandole dalla Tabella sopra riportata. Dovrà altresì essere definita l’ubicazione delle suddette indagini da effettuarsi nelle microzone selezionate per gli approfondimenti di MS3.
4. Tale piano verrà presentato al DRPC Sicilia che, entro i successivi **15 (quindici)** giorni, avvalendosi del Soggetto Validatore, definirà la tipologia e l’ubicazione definitiva delle indagini da effettuare, rilasciando il benestare.
5. Entro i successivi **90 (novanta)** giorni naturali e consecutivi, decorrenti dalla data di acquisizione del suddetto “nulla osta”, il Soggetto Realizzatore si impegna a consegnare al DRPC Sicilia degli elaborati provvisori costituiti almeno da:
 - Carta delle frequenze naturali dei terreni in scala 1:5.000;
 - Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica (CGT) in scala 1:5.000;
 - Sezioni geologico-tecniche in scala 1:5.000;
 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) in scala 1:5.000.
6. Il DRPC Sicilia, entro i successivi **30 (trenta)** giorni, dopo aver esaminato la documentazione acquisita, avvalendosi del Validatore, formula osservazioni e chiede eventuali integrazioni e dà il benestare alla prosecuzione;
7. Entro **120 (centoventi)** giorni naturali e consecutivi, decorrenti dalla data di comunicazione del benestare, il Soggetto Realizzatore si impegna a consegnare al DRPC Sicilia gli elaborati finali.
8. Il DRPC Sicilia, dopo aver esaminato la documentazione, avvalendosi del Validatore, valida gli elaborati entro 30 giorni naturali e consecutivi dalla data di consegna da parte del Soggetto Realizzatore. Il DRPC Sicilia e per suo conto il Validatore, può richiedere al Soggetto Realizzatore modifiche e/o integrazioni, avendo riscontrato difformità agli ICMS o ritenendo necessarie altre modifiche. In tal caso il Soggetto Realizzatore è tenuto ad effettuare quanto richiesto entro 30 giorni decorrenti dalla data di richiesta.
9. Il DRPC Sicilia provvede, quindi, all’invio alla Commissione Tecnica Nazionale al fine di acquisire la verifica di conformità secondo gli standard. Le eventuali ulteriori richieste di integrazioni da parte della Commissione Tecnica Nazionale dovranno essere predisposte dal Soggetto Realizzatore entro ulteriori 30 giorni.
10. A seguito della verifica di conformità il DRPC Sicilia dà il benestare al pagamento finale.

6. PROROGHE E PENALI

Nel corso delle attività previste dal presente *Capitolato* il Soggetto Realizzatore ha facoltà di proporre al DRPC Sicilia un’istanza di proroga dei tempi di esecuzione dell’incarico, debitamente motivata e documentata, per una sola volta e per un periodo massimo di **60**



(sessanta) giorni. Il DRPC Sicilia ha facoltà di concedere o meno la proroga richiesta, dandone contestuale comunicazione al Soggetto Realizzatore. Non potranno essere accolte richieste di proroga successive alla data della scadenza prevista dal presente *Capitolato*. In caso di eventuali richieste di proroga superiori ai 60 gg previsti dal *Capitolato*, il DRPC Sicilia si riserva di valutarne l'effettiva necessità.

Per eventuali ritardi rispetto alla scadenza finale di espletamento dell'incarico, salvo eventuali giustificate proroghe concesse dal DRPC Sicilia, sarà applicata una penale, per ogni giorno di ritardo, pari allo 0,5 per mille dell'importo a base d'asta, fino ad un massimo del 10% dell'importo del compenso netto contrattuale. Detta penale verrà applicata sulla liquidazione finale senza preavviso alcuno. Decorsi infruttuosamente ulteriori venti giorni solari consecutivi dalla predetta scadenza, l'Amministrazione potrà dichiarare decaduto il Soggetto Realizzatore e lo stesso non potrà avanzare pretese di sorta. Il termine di consegna potrà essere differito soltanto per motivi connessi a cause di forza maggiore, debitamente comprovati con valida documentazione e, comunque, riconosciute dall'Amministrazione.

L'Amministrazione si riserva la facoltà di risolvere in danno il contratto, in applicazione dell'art. 1456 del codice civile, per persistenti ritardi nella consegna o per accertata scadente qualità dei prodotti con risarcimento del danno a carico del Soggetto Realizzatore. Nei casi di esito negativo del collaudo e di inadempienze del Soggetto Realizzatore che si protraessero oltre il termine, non inferiore a 20 (venti) giorni, assegnato dall'Amministrazione per porre fine all'inadempimento, l'Amministrazione ha la facoltà di procedere all'esecuzione in danno.

7. DETERMINAZIONE DEI COMPENSI

L'importo a base d'asta complessivo dei servizi inerenti il presente *Capitolato*, oltre IVA nella misura di legge, comprensivo degli studi di MS1, MS3 e della CLE, è pari a € **1.369.672,13** (Euro unmilionetrecentosessantanovemilaseicentosettantadue/13).

L'importo sopra indicato, stimato secondo le indicazioni delle Ordinanze del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM), rispettivamente, 3907/2010 (annualità 2010) e 4007/2012 (annualità 2011), e delle Ordinanze del Capo Dipartimento della Protezione Civile (OCDPC), rispettivamente, 52/2013 (annualità 2012), 171/2014 (annualità 2013), 293/2015 (annualità 2014) e 344/2016 (annualità 2015), non essendo la prestazione di tipo convenzionale, deve intendersi inclusivo di tutte le spese (quali: analisi ed archiviazione informatica dei dati raccolti, rilievi geologici, realizzazione delle prove geofisiche, realizzazione delle perforazioni e delle prove DH, realizzazione delle analisi numeriche di risposta sismica locale 1D e/o 2D, redazione degli elaborati e delle relazioni illustrative, contributi previdenziali e qualsiasi altro onere necessario per lo svolgimento dell'incarico). Nessun altro compenso potrà essere richiesto al DRPC Sicilia a qualunque titolo per le prestazioni professionali di cui al presente *Capitolato*.

8. ALTRE CONDIZIONI

Il presente *Capitolato* sarà parte delle norme regolatrici del contratto di affidamento.

Il Comune nel cui territorio si svolgono gli studi di MS1, MS3 e CLE si impegna ad assistere il Soggetto Realizzatore, sia tecnicamente che logisticamente, nell'esecuzione delle indagini e degli studi di MS e della CLE. In particolare al Soggetto Realizzatore dovranno essere forniti, a cura del Comune, i dati esistenti utili alla predisposizione degli elaborati previsti dal presente *Capitolato*, con particolare riguardo a:

1. documentazione di eventi calamitosi;
2. relazioni geologico - tecniche;
3. elaborati tecnico - progettuali di interesse per la MS;
4. indagini geotecniche e geofisiche;
5. cartografie geologiche e geotematiche;
6. altra documentazione, anche di carattere storico, utile per la corretta impostazione e per lo svolgimento delle indagini e degli studi di MS;
7. piani di emergenza o di protezione civile.

9. VARIAZIONI, INTERRUZIONI, ORDINI INFORMALI

Il Soggetto Realizzatore è responsabile del rispetto dei termini per l'espletamento dell'incarico e della conformità di quanto eseguito alle norme innanzi richiamate.

Nessuna variazione esecutiva o sospensione delle prestazioni, ancorché ordinata o pretesa come ordinata dagli uffici, dal responsabile del procedimento, dagli amministratori o da qualunque altro soggetto, anche appartenente al Comune oggetto di studio e anche se formalmente competente all'ordine, può essere eseguita o presa in considerazione se non risulta da atto scritto e firmato dall'autorità emanante; in difetto del predetto atto scritto sono a carico del Soggetto Realizzatore qualsiasi responsabilità, danno, ritardo o altro pregiudizio che derivi al lavoro, compresa l'applicazione delle penali. Il Soggetto Realizzatore risponde altresì dei maggiori oneri riconoscibili a qualunque soggetto in seguito alle variazioni, sospensioni o altri atti o comportamenti non autorizzati. In ogni caso qualunque sospensione delle prestazioni, per qualunque causa, anche di forza maggiore, deve essere comunicata tempestivamente per iscritto al DRPC Sicilia.

10. CONFERIMENTI VERBALI

Il Soggetto Realizzatore è obbligato, senza ulteriori compensi, a partecipare a riunioni collegiali e/o sopralluoghi tecnici, indetti dal DRPC Sicilia, anche alla presenza del Validatore, finalizzati all'analisi di problematiche geologiche, geotecniche, geofisiche riscontrate nell'area oggetto di MS, nonché alla rispondenza degli studi prodotti agli standard di cui al presente *Capitolato*. Il Soggetto Realizzatore ha l'obbligo di partecipare ad una convocazione da parte del DRPC Sicilia in cui verranno illustrati gli standard di realizzazione e di archiviazione informatica degli studi di MS e dell'analisi della CLE, una volta ricevuto l'incarico e almeno ad un'altra convocazione prima della consegna finale degli elaborati previsti dall'incarico.



Il Soggetto Realizzatore ha facoltà di porre quesiti, indicazioni operative o chiarimenti, inerenti le proprie specifiche attività di studio, direttamente al DRPC Sicilia, inviando istanza a mezzo mail all'indirizzo istituzionale dell'Amministrazione. Il DRPC Sicilia risponderà via mail direttamente all'interessato ovvero, in caso di quesiti complessi, convocando il Soggetto Realizzatore in sede di riunione tecnica. Qualora il quesito rivesta carattere generale o contenga aspetti tecnico - operativi utili per lo svolgimento degli studi di MS1, MS3 e CLE, il DRPC Sicilia si riserva la facoltà di pubblicare tali indicazioni e/o quesiti nonché le relative risposte sul sito web istituzionale. Saranno omesse le informazioni lesive della privacy.

Per quanto non espressamente contemplato nel presente *Capitolato*, valgono le disposizioni di cui al Regolamento di Contabilità dello Stato ed alle norme del codice civile.

11. DOMICILIO

SOGGETTO PROPONENTE

Dipartimento Regionale della Protezione Civile, con sede in Palermo in Via Abela n. 5, Codice Fiscale 80012000826, Partita IVA 02711070827, rappresentato dal Dirigente Generale, Ing. Calogero Foti.

SOGGETTO REALIZZATORE

_____ presso _____ in _____
cap _____ Via _____; tel/cell _____;
fax _____; e-mail _____; e-mail
certificata _____.

Palermo, lì _____

Per il Dipartimento Regionale
della Protezione Civile

IL DIRIGENTE GENERALE
(Ing. Calogero Foti)

Il Soggetto Realizzatore

.....



12. ALLEGATO 1

COMUNI OGGETTO DEL DISCIPLINARE D'INCARICO
PER LE INDAGINI E GLI STUDI DI MS1, MS3 E CLE

PROVINCIA	COMUNE	"ag"	ZONA SISMICA	MS1 + MS3 + CLE
Catania	Adrano	0,193241	2	€ 89.000,00
Catania	Bronte	0,160437	2	€ 75.000,00
Catania	Catania *	0,24623	2	€ 115.000,00
Catania	Catania *	0,24623	2	€ 115.000,00
Catania	Catania *	0,24623	2	€ 79.000,00
Catania	Giarre	0,222472	2	€ 89.000,00
Catania	Grammichele	0,229199	2	€ 75.000,00
Catania	Palagonia	0,21968	2	€ 75.000,00
Catania	Paternò	0,192093	2	€ 89.000,00
Enna	Troina	0,15628	2	€ 63.000,00
Messina	Barcellona Pozzo di Gotto	0,188357	2	€ 89.000,00
Messina	Brolo	0,184035	2	€ 63.000,00
Messina	Capo d'Orlando	0,167448	2	€ 75.000,00
Messina	Caronia	0,175185	2	€ 51.000,00
Messina	Francavilla di Sicilia	0,20524	2	€ 51.000,00
Messina	Patti	0,198865	2	€ 75.000,00
Messina	Santa Teresa di Riva	0,243335	1	€ 63.000,00
Messina	Sant'Agata di Militello	0,180548	2	€ 75.000,00
Ragusa	Vittoria	0,200486	2	€ 101.000,00
Siracusa	Augusta	0,261165	2	€ 89.000,00
Siracusa	Noto	0,256396	2	€ 75.000,00

13. ALLEGATO 2

"Studio geologico - tecnico ai fini della microzonazione sismica di livello 1 secondo le specifiche e le condizioni stabilite dall'OPCM 3907/2010 e successive Ordinanze ex Legge 77/2009"

DOCUMENTO TECNICO PER L'ELABORAZIONE DELLE INDAGINI E DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

Aspetti generali

La microzonazione sismica (MS), cioè la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e ai possibili effetti indotti dallo scuotimento, è uno strumento di prevenzione e riduzione del rischio sismico particolarmente efficace se realizzato e applicato già in fase di pianificazione urbanistica. Costituisce, quindi, un supporto fondamentale agli strumenti di pianificazione urbanistica comunale, per indirizzare le scelte urbanistiche verso quelle aree a minore pericolosità sismica.

Per ottimizzare costi e tempi la MS è richiesta nelle aree urbanizzate ed in quelle suscettibili di trasformazioni urbanistiche e lungo le fasce a cavallo delle reti infrastrutturali.

Per quanto non specificato nel presente documento, il riferimento tecnico per la realizzazione di questi studi e per l'elaborazione e la redazione degli elaborati richiesti, è costituito dagli *"Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica"* approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome il 13/11/2008.

Nei citati *"Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica"* sono definite le procedure e le metodologie di analisi al fine di individuare e caratterizzare le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità.

In funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi gli studi di MS possono essere effettuati con livelli di approfondimento con complessità ed impegno crescenti.

A tal proposito distinguiamo:

- **MS Livello 1:** è uno studio propedeutico ed obbligatorio per poter affrontare i successivi livelli poiché si basa sulla precisazione del quadro conoscitivo di un territorio, derivante dalla raccolta ed analisi dei dati preesistenti nonché dall'esecuzione di indagini in situ. Questo Livello è finalizzato alla realizzazione della Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica, cioè all'individuazione di aree a comportamento sismico omogeneo;
- **MS Livello 2:** oltre a compensare le incertezze del Livello 1 fornisce quantificazioni numeriche della modificazione locale del moto sismico in superficie mediante tecnologie di analisi numerica di tipo semplificato (abachi regionalizzati, modellazione 1D, leggi empiriche) e l'esecuzione di ulteriori e più mirate indagini ove necessarie. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della Carta di Microzonazione sismica.
- **MS Livello 3:** questo Livello interessa le zone la cui complessità sotto il profilo geologico e geotecnico o per opere di particolare importanza non è risolvibile con il Livello 2 o attraverso l'uso di metodi speditivi. In questi casi gli approfondimenti si basano su metodologie analitiche e di analisi di tipo quantitativo (es. analisi numeriche 1D e 2D, analisi dinamiche per le instabilità di versante, studi paleo sismologici). Tale

approfondimento è finalizzato alla realizzazione della Carta di Microzonazione sismica con approfondimenti.

PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

OGGETTO DEL PRESENTE CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

FINALITÀ:

- Individuare le aree suscettibili di effetti locali in cui effettuare le successive indagini di MS;
- Definire il tipo di effetti attesi;
- Indicare, per ogni area, il livello di approfondimento necessario;
- Definire il modello geologico, in termini di caratteristiche litologiche e geometriche delle unità geologiche del sottosuolo che costituirà la base per la MS.

ELABORATI DA PRODURRE PER CIASCUN COMUNE OGGETTO DI STUDIO:

- 1) **Carta delle indagini:** in questo elaborato, a scala almeno 1:10.000 (preferibilmente di maggiore dettaglio) dovranno essere chiaramente indicate le prove pregresse raccolte e le aree dove si ritiene importante o indispensabile che vengano effettuate ulteriori indagini (si segnalano in questo modo le aree in cui le incertezze sui risultati di questo livello di approfondimento sono maggiori). Tutte le prove dovranno essere classificate in base al tipo ed alla profondità raggiunta.
- 2) **Carta geologico – tecnica e sezioni geologiche:** derivata dalla revisione a scala dettagliata (1:10.000 - 1:5.000) dei rilievi geologici e morfologici disponibili. In questa cartografia dovranno essere rappresentati gli elementi geologici e morfologici che possono modificare il moto sismico in superficie. Dovranno essere chiaramente perimetrate le coperture detritiche, le aree instabili e quelle potenzialmente soggette a dissesti. Questa cartografia dovrà essere corredata da sezioni geologiche significative, in numero adeguato, orientate sia trasversalmente, sia longitudinalmente ai principali elementi geologici (strutture tettoniche e assi dei bacini) e dovrà riguardare un'area con estensione significativa per la realizzazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.
- 3) **Carta delle frequenze naturali dei terreni (f),** a scala almeno 1:10.000 (preferibilmente di maggiore dettaglio), derivate da indagini sveditive di sismica passiva (HVSR sulle vibrazioni ambientali) o, se disponibili, SSR da registrazioni di terremoti. In questa carta dovranno essere riportati tutti i punti di misura, con associato il risultato della prova (valore di f_0 del picco significativo a più bassa frequenza corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale e di altri picchi significativi a più alta frequenza o indicazione dell'assenza di picchi). Ove possibile, il territorio indagato sarà suddiviso in base a classi di frequenza allo scopo di distinguere aree caratterizzate da assenza di fenomeni di risonanza significativi (nessun massimo relativo significativo nelle funzioni HVSR o SSR nell'intervallo 0.1 - 20 Hz) o da presenza di fenomeni di risonanza.
- 4) **Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS):** è il documento fondamentale di questo livello di approfondimento. In questa cartografia dovranno essere chiaramente indicate le aree in cui si ritiene necessario effettuare indagini e analisi di MS e i livelli di approfondimento ritenuti necessari. Nelle aree di pianura dovrà essere realizzata anche la carta dei depositi di sottosuolo che possono influenzare il moto in superficie (es.:

isobate del tetto dei depositi grossolani tipo ghiaie di conoide, isobate del tetto dei corpi sabbiosi presenti nei primi 20 m di profondità, isobate del tetto della falda, isobate della base dei depositi continentali, isobate di discontinuità stratigrafiche importanti, ...).

Le microzone della carta saranno classificate in tre categorie:

- a) **zone stabili**, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco acclive – pendii con inclinazione inferiore a circa 15°); in queste zone non sono richiesti, quindi, ulteriori approfondimenti;
 - b) **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell’assetto litostratigrafico e morfologico locale; nelle zone con variazioni stratigrafiche laterali poco significative (zone di pianura, valli ampie) sono ritenuti sufficienti approfondimenti di secondo livello; nelle zone in cui la stratigrafia presenta variazioni laterali significative e il modello geologico non è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale, come valli strette, conche intramontane e fasce pedemontane o zone prossime a strutture tettoniche sepolte (in prima approssimazione: zone con coefficiente di forma $C > 0.25$ dove $C = H/L$, H = spessore della coltre alluvionale, L = semiampiezza della valle), sono richiesti approfondimenti di terzo livello;
 - c) **zone suscettibili di instabilità**, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (instabilità di versante in presenza di pendii instabili e potenzialmente sinistabili, liquefazioni, densificazioni, cedimenti differenziali).
- 5) **Relazione tecnica illustrativa** in cui dovranno essere descritti tutti gli elementi caratterizzanti i documenti sopra indicati e le aree in cui effettuare indagini, con indicazione del tipo di prove da realizzare. Poiché una delle finalità fondamentali di questo livello di approfondimento è la definizione del modello geologico del sottosuolo che costituirà la base per la MS, dovrà essere accuratamente descritta la stratigrafia e fornita una stima indicativa, su basi geologiche, della profondità dell’orizzonte ipotizzato essere il substrato rigido. La definizione del substrato rigido è uno degli obiettivi degli approfondimenti successivi.

La **Tabella 2)** riepiloga il quadro conoscitivo minimo che deve essere raggiunto per ciascun Comune, al termine delle attività previste dal presente *Capitolato* relativamente alla MS1.

Tutti i dati acquisiti attraverso i suddetti livelli di studio, saranno organizzati in banche dati geografiche (GIS) al fine di omogeneizzare le procedure di acquisizione, archiviazione e gestione oltre che per la rappresentazione cartografica. A tal fine tutti gli elaborati cartografici dovranno seguire gli standard per l’informatizzazione definiti dalla Commissione tecnica per il monitoraggio degli studi di MS, istituita ai sensi dell’Art. 5, Comma 7, dell’OPCM 3907/2010, che ha elaborato le specifiche tecniche per la redazione in ambiente GIS degli stessi a corredo della MS, per la successiva predisposizione delle cartografie tematiche.

Tale documento denominato “*Standard di rappresentazione e archiviazione informatica. Specifiche tecniche per la redazione in ambiente GIS degli elaborati cartografici della microzonazione sismica*”, è disponibile online sul sito del Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri unitamente agli “*Standard di*

rappresentazione e archiviazione informatica. Simbologia per la stesura della carta delle indagini secondo quanto previsto dagli indirizzi e criteri per la microzonazione sismica.”.

Per quanto riguarda la cartografia tecnica di base da utilizzare per le attività finora esposte, si fa riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Sicilia, scala 1:10.000, eventualmente supportata, ove disponibile, dalla Carta Tecnica Regionale a scala 1:2.000.

Tabella 2)

Indagini minime obbligatorie	<ul style="list-style-type: none">• Raccolta dei dati pregressi ritenuti utili ai fini degli studi tra quelli resi disponibili da Amministrazioni pubbliche e/o private: es. rilievi geologici, geomorfologici, geologico – tecnici, indagini geofisiche, sondaggi e stratigrafie desunte da pozzi, etc.;• Rilevamenti geologici di controllo sul terreno;• Eventuali nuove indagini: esecuzione di ulteriori indagini geofisiche e geologico - tecniche, qualora la raccolta dei dati pregressi non consenta la ricostruzione di un quadro conoscitivo sufficientemente attendibile rispetto agli obiettivi del livello 1;• Misure passive del rumore ambientale, mediante tecnica a stazione singola.
Analisi ed elaborazioni	<ul style="list-style-type: none">• Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili;• Rilettura, sintesi dei dati ed eventuali nuovi rilievi geologici.
Prodotti finali obbligatori	<ul style="list-style-type: none">• Carta delle indagini (sia esistenti che di nuova realizzazione);• Carta geologico – tecnica e sezioni geologiche, almeno a scala 1:5.000 – 1:10.000, di un’area con estensione significativa per la realizzazione della carta delle Microzone;• Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica almeno a scala 1:5.000 – 1:10.000;• Carta delle Frequenze naturali dei terreni (f) di un’area con estensione significativa per la realizzazione della carta delle Microzone;• Relazione tecnica illustrativa.
Pur se non obbligatoria, ai fini della valutazione dell’offerta tecnica sarà ritenuta premiante la consegna della carta geologica e geomorfologica (almeno a scala 1:5.000 – 1:10.000), redatta per ciascun ambito comunale, utilizzata come documento di base per la redazione della Carta geologico - tecnica per la MS.	

14. ALLEGATO 3

DOCUMENTO TECNICO PER L'ELABORAZIONE DELL'ANALISI DELLA CONDIZIONE LIMITE PER L'EMERGENZA (CLE)

Aspetti generali

Al fine di realizzare una maggiore integrazione delle azioni finalizzate alla mitigazione del rischio sismico, le disposizioni contenute nelle Ordinanze *ex art.* 11 della legge 26 giugno 2009, n. 77, prevedono delle norme per incentivare le iniziative volte al miglioramento della gestione delle attività di emergenza nella fase immediatamente successiva al terremoto. A tale scopo gli studi di MS realizzati con i finanziamenti relativi alla annualità 2012, 2013, 2014 e 2015, nel rispetto delle disposizioni contenute nelle suddette Ordinanze, dovranno essere accompagnati dall'analisi della *Condizione limite per l'emergenza (CLE)* dell'insediamento urbano.

Per CLE dell'insediamento urbano si definisce quella condizione al cui superamento, a seguito del manifestarsi dell'evento sismico, pur in concomitanza con il verificarsi di danni fisici e funzionali tali da condurre all'interruzione della quasi totalità delle funzioni urbane presenti, compresa la residenza, l'insediamento urbano conserva comunque, nel suo complesso, l'operatività della maggior parte delle funzioni strategiche per l'emergenza, la loro accessibilità e connessione con il contesto territoriale.

A partire dall'emanazione dell'OCDPC 52/2013, fino all'OCDPC 344/2016, è stato stabilito che gli studi di MS dovranno eseguirsi unitamente all'analisi della CLE e, pertanto, le Regioni dovranno individuare le modalità di recepimento di tali analisi negli strumenti urbanistici e di pianificazione dell'emergenza vigenti.

Al fine di conseguire risultati omogenei, la Commissione tecnica di cui all'Art. 5, Commi 7 e 8 dell'OPCM 3907/2010, integra gli standard di rappresentazione ed archiviazione informatica degli studi di MS con gli standard per l'analisi della CLE, la cui analisi viene effettuata utilizzando la modulistica predisposta dalla stessa Commissione tecnica, emanata con il Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile del 27/04/2012.

L'analisi della CLE in sintesi comporta:

- a) l'individuazione degli edifici e delle aree che garantiscono le funzioni strategiche per l'emergenza;
- b) l'individuazione delle infrastrutture di accessibilità e di connessione con il contesto territoriale, degli oggetti di cui al punto a) e gli eventuali elementi critici;
- c) l'individuazione degli aggregati strutturali e delle singole unità strutturali che possono interferire con le infrastrutture di accessibilità e di connessione con il contesto territoriale.

L'analisi della CLE prevede, inoltre, la compilazione di n. 5 schede:

- ES Edificio Strategico;
- AE Area di Emergenza;
- AC Infrastruttura Accessibilità/Connessione;
- AS Aggregato Strutturale;



- US Unità Strutturale.

Al termine della fase relativa al rilievo diretto le operazioni da eseguire sono quelle di seguito indicate:

- completamento delle schede rilevate con tutti i dati non desumibili dal rilievo diretto (misurazioni, dati sulle trasformazioni);
- compilazione della scheda indice;
- informatizzazione delle schede di rilievo con il software SoftCLE;
- informatizzazione dei dati cartografici tramite la rappresentazione degli edifici strategici, delle aree di emergenza, delle infrastrutture di connessione e accessibilità e degli elementi interferenti sulla base cartografica informatizzata secondo gli standard di archiviazione;
- realizzazione della *Carta degli elementi per l'analisi della CLE e relativi stralci*.

15. ALLEGATO 4

INDICE DELLA RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLO STUDIO DI MS3

Introduzione

1.1. Finalità degli studi

Riferimenti normativi.

1.2. Descrizione generale dell'area comunale

Inquadramento geografico e altimetrico

1.3. Definizione dei documenti di base utilizzati nello studio

Cartografie, foto aeree, immagini da satellite, archivi consultati (fonti di acquisizione di dati geognostici), studi di riferimento (PSC, PPC, ecc.), articoli scientifici.

1.4. Aree da sottoporre agli studi di MS

Descrizione delle aree interessate dallo studio di MS, con distinzione delle porzioni territoriali studiate mediante approfondimenti di livello 3.

2. Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento

2.1. Sismicità storica dell'area di studio

Definizione del catalogo di sito per il Comune studiato (Database Macrosismico Italiano 2011

INGV: <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>), eventualmente integrato da notizie inedite derivanti da fonti storiche locali relative a risentimenti di terremoti storici noti e/o sconosciuti alla letteratura sismologica. Descrizione sintetica dei maggiori terremoti risentiti nell'area di studio.

2.2. Sismicità recente dell'area di studio

Distribuzione della sismicità recente (Banche dati INGV; CPTI: <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI/>; ISIDE: <http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/index.jsp>; CSI1.1: <http://csi.rm.ingv.it/>. Banche dati regionali).

2.3. Pericolosità sismica di base

Carte di pericolosità di base (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>), spettri di risposta di riferimento, registrazioni accelerometriche (<http://itaca.mi.ingv.it/>), faglie sismogenetiche (<http://diss.rm.ingv.it/diss/>).

3. Assetto geologico e geomorfologico dell'area

3.1. Inquadramento geologico

Inquadramento geologico generale, assetto tettonico e neotettonico; con riferimenti ai dati di base considerati (cartografia, sezioni geologiche, studi e articoli scientifici).

3.2. Assetto geomorfologico

Inquadramento geomorfologico generale dell'area di studio con particolare riferimento agli elementi morfologici potenzialmente soggetti ad amplificazioni topografiche.

3.3. Assetto stratigrafico

Descrizione delle unità stratigrafiche affioranti con relative caratteristiche litotecniche corredate da schemi riassuntivi (schema dei rapporti stratigrafici, tabelle di sintesi). Descrizione litostratigrafica degli affioramenti geologici ritenuti più rappresentativi (per estensione dell'affioramento e per caratteristiche lito-strutturali) corredate da materiale fotografico dettagliato (commentato anche graficamente).

3.4. Elementi tettonici

Faglie attive e capaci (FAC) e potenzialmente attive e capaci (FPAC).

3.5. Considerazioni finali sull'architettura stratigrafica e sull'assetto morfologico e strutturale

Informazioni e considerazioni utili ai fini della valutazione delle criticità geologiche che insistono nelle aree investigate; indicazioni funzionali alla definizione della risposta sismica locale (es. notizie storiche su effetti cosismici a seguito di terremoti passati, interventi di stabilizzazione effettuati in aree in frana o in aree caratterizzate da litologie con caratteristiche geotecniche scadenti).

4. Dati geotecnici e geofisici

4.1. Dati pregressi

Schematizzazione dei dati pregressi acquisiti ad integrazione dei dati già disponibili derivanti dallo studio di MS di livello 1. Indicazione degli archivi e banche dati consultate per l'acquisizione dei dati pregressi.

4.2. Dati acquisiti ex-novo

Descrizione del piano delle indagini. Schematizzazione dei dati acquisiti ex-novo. Descrizione delle tecniche di acquisizione e modalità di elaborazione dei nuovi dati, attrezzature utilizzate e modalità di esecuzione delle prove (tale indicazione va fornita per ogni tipologia di indagine geognostica, geotecnica e geofisica acquisita ex-novo mediante un sotto paragrafo dedicato).

5. Modello del sottosuolo finalizzato alla MS

5.1. Unità geologico - tecniche: definizione e parametrizzazione

Definizione del modello di sottosuolo. Modalità di integrazione dei dati raccolti. Definizione e schematizzazione delle unità geologico - tecniche con sintesi delle principali proprietà fisiche, meccaniche (statiche e dinamiche) e geofisiche rilevanti per la modellazione della risposta sismica locale, tratte dalla letteratura e dalle elaborazioni realizzate (è richiesta la realizzazione di tabelle riassuntive).

5.2. Sezioni geologico - tecniche

Descrizione delle sezioni geologico - tecniche (in numero non inferiore a 2) rappresentative della complessità del sottosuolo dell'area investigata ed orientate in modo da evidenziare tutti gli elementi che possono indurre effetti locali di amplificazione (ad es., valli e scarpate sepolte, oppure zone con intensa fratturazione). In particolare, dovranno essere evidenziati e descritti i seguenti elementi:

- Andamento dell'interfaccia substrato geologico - coperture;
- Discontinuità sismiche e litostratigrafiche, morfologie sepolte e di superficie;
- Spessori significativi delle unità geologico - tecniche omogenee;
- Zone interessate da instabilità (frane, faglie attive e capaci, liquefazione, cedimenti);
- Elementi tettonici e strutturali rilevanti;
- Andamento della superficie piezometrica.

6. Interpretazioni e incertezze

Distribuzione dei dati: rappresentatività e incertezze (es., evidenziare litotipi per i quali si dispone di dati diretti e quelli per i quali si è fatto ricorso a dati di letteratura, trattamento statistico dei dati meccanici se la numerazione del campione lo consente). Limiti del modello di sottosuolo.

7. Metodologie di elaborazione e risultati

7.1. Zone stabili suscettibili di amplificazione

7.1.1. Scelta dell'input sismico (in accordo con il Validatore)

Descrivere la metodologia di studio impiegata evidenziando le procedure di selezione dell'input sismico in relazione alla pericolosità sismica di base. È richiesta una tabella di sintesi degli accelerogrammi scelti con le caratteristiche rilevanti (magnitudo, distanza, condizioni di sottosuolo, fattori di scala) e i grafici di confronto tra lo spettro medio degli accelerogrammi selezionati e lo spettro di riferimento.

7.1.2. Simulazioni numeriche

Modalità di esecuzione delle simulazioni numeriche con riferimento alle metodologie di calcolo e ai software utilizzati. Modello di calcolo adottato con indicazione delle condizioni al contorno, modalità di applicazione dell'input, parametri rilevanti per la modellazione numerica (es., numero di iterazioni per analisi lineare equivalente, ecc.).

7.1.3. Risultati

I risultati delle analisi numeriche monodimensionali (1D) devono essere espressi in termini di storie temporali dell'accelerazione orizzontale in superficie e relativi spettri di risposta (smorzamento strutturale 5%) di output, grafici che illustrano l'andamento con la profondità di parametri rappresentativi (e.g., tensione tangenziale massima, deformazione tangenziale massima, modulo di taglio, fattore di smorzamento). Per ciascuna verticale analizzata, la risposta sismica locale verrà parametrizzata in termini di amplificazione stratigrafica (quantificata in termini di fattori di amplificazione dell'accelerazione massima FA o dell'intensità di Housner FH nel campo di periodi di interesse) e di spettri di risposta elastici al 5% di smorzamento delle strutture.

I risultati delle analisi numeriche bidimensionali (2D) devono essere espressi in termini di storie temporali dell'accelerazione orizzontale in superficie e relativi spettri di risposta (smorzamento strutturale 5%) di output. Per ciascun nodo di restituzione, la risposta sismica locale verrà parametrizzata in termini di amplificazione (quantificata in termini di fattori di amplificazione dell'accelerazione massima FA o dell'intensità di Housner FH nel campo di periodi di interesse) e di spettri di risposta elastici al 5% di smorzamento delle strutture.

7.2. Zone instabili

7.2.1. Faglie attive e capaci (FAC)

7.2.1.1. Analisi dei dati

Analisi dei dati di letteratura e di quelli acquisiti ex-novo (analisi e interpretazioni aerofotogrammetriche, rilievi geologici, indagini geofisiche e geognostiche, livellazioni topografiche di dettaglio).

7.2.1.2. Risultati

Traccia ipotetica delle FAC, delle rotture secondarie e dei fenomeni cosismici ad esse associate. Criticità e grado d'incertezza dei risultati.

7.2.2. Liquefazioni (LQ)

7.2.2.1 Suscettibilità dei terreni alla liquefazione

Analisi dei dati di letteratura e di quelli acquisiti ex-novo (assetto stratigrafico, idrogeologia, parametri sismologici, segnalazioni di fenomeni di liquefazione avvenuti in passato). La suscettibilità dei terreni alla liquefazione deve essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito (e.g., CPT, SPT, etc.) e di prove di laboratorio (caratteristiche fisiche quali distribuzione granulometria, limiti di Atterberg, contenuto d'acqua, etc.). Tale analisi deve essere svolta per ognuna delle verticali investigate, possibilmente scelte in numero proporzionato all'estensione dell'area ed alla variabilità delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei depositi.

7.2.2.2. Verifica a liquefazione

Modalità di esecuzione delle verifiche per la stima del potenziale di liquefazione con indicazione della metodologia utilizzata (e.g. metodi semplificati) e dei software impiegati per lo studio.

7.2.2.3 Risultati

I risultati dello studio devono essere presentati riportando per ciascuna verticale analizzata l'andamento del coefficiente di sicurezza alla liquefazione F_{liq} con la profondità, fino a circa 20 m dal piano campagna. Per ogni verticale deve essere calcolato l'Indice del potenziale di Liquefazione (IL). Nelle carte di microzonazione sismica, accanto a ciascuna verticale indagata, deve essere riportato il valore calcolato di IL.

7.2.3. Instabilità di versante sismoindotte (FR)

7.2.3.1 Analisi dei dati

Analisi dei dati di letteratura e di quelli acquisiti ex-novo (analisi e interpretazioni aerofotogrammetriche, rilievi geologici, indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche, livellazioni topografiche di dettaglio, misure inclinometriche, misure di pressione interstiziale, etc.).

7.2.3.2 Risultati

Perimetrazione delle aree in frana; in presenza di frane attive, ove sussista la disponibilità di dati, riportare informazioni su: volumi potenzialmente instabili, entità e velocità dei movimenti, distribuzione del regime delle pressioni interstiziali, parametri di resistenza al taglio. Criticità e grado d'incertezza dei risultati.

8. Elaborati cartografici

8.1. Carta delle indagini (CI)

Descrizione della distribuzione delle indagini, distinguendole tra pregresse e realizzate ex-novo; realizzazione tabella schematica riassuntiva per tipologia e quantità di indagini.

8.2. Carta delle frequenze naturali dei terreni

Criteri adottati per la costruzione della carta delle frequenze; descrizione delle possibili interpretazioni geologico stratigrafiche associabili alle frequenze fondamentali rilevate con esempi illustrativi; tabella riassuntiva con riportati i valori di frequenza ed ampiezza dei picchi H/V per ogni misura.

8.3. Carta Geologico Tecnica per la MS (CGT_MS)

Descrizione delle unità di substrato geologico e dei terreni di copertura; Segnalare la presenza di aree con coperture di spessore inferiore a 3 m e non cartografabili. Descrizione delle tipologie di instabilità e degli elementi lineari e puntuali che si ritengono utili per gli studi di MS.

8.4. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

Descrizione delle zone stabili, stabili suscettibili di amplificazioni locali e instabili; nonché degli elementi superficiali (orli di scarpate, creste morfologiche) e sepolti (faglie, paleovalli, cavità). Riportare gli schemi dei rapporti litostratigrafici (colonne stratigrafiche) per le singole microzone nonché i profili topografici in grado di condizionare la risposta sismica; illustrare le differenze della nuova carta delle MOPS rispetto a quella realizzata nel livello 1.



8.5. Carta di Microzonazione Sismica di livello 3 (MS3)

Descrizione degli accelerogrammi calcolati in superficie, degli spettri di risposta e dei fattori di amplificazione per tutte le MOPS.

8.6. Commenti finali e criticità

9. Confronto con la distribuzione dei danni degli eventi passati

Se disponibili, confronti con la distribuzione dei danni per eventi passati, note sulla vulnerabilità delle strutture coinvolte.

10. Bibliografia

Riportare tutti i riferimenti scientifici e tecnici consultati per la redazione della relazione e per la realizzazione dello studio.

11. Allegati

11.1. Carta delle indagini in scala 1:5.000

11.2. Carta delle frequenze naturali dei terreni in scala 1:5.000

11.3. Carta Geologico - tecnica per la MS (CGT_MS) in scala 1:5.000

11.4. Sezioni geologico - tecniche in scala 1:5.000

11.5. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) in scala 1:5.000

11.6. Carta di Microzonazione Sismica di livello 3 (MS3) in scala 1:5.000

11.7. Spettri di risposta in accelerazione.-