REPUBBLICA ITALIANA

BOLLETTINO UFFICIALE
DELLA
Regione Umbria

SERIE GENERALE **PERUGIA - 8 novembre 2017**

DIREZIONE REDAZIONE E AMMINISTRAZIONE PRESSO PRESIDENZA DELLA GIUNTA REGIONALE - P E R U G I A

PARTE PRIMA

Sezione II

ATTI DELLA REGIONE

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 23 ottobre 2017, n. **1232.**

Criteri per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica. Adozione delle linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC), da liquefazione (LQ), da instabilità di versante sismoindotte (FR).

PARTE PRIMA

Sezione II

ATTI DELLA REGIONE

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 23 ottobre 2017, n. **1232.**

Criteri per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica. Adozione delle linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC), da liquefazione (LQ), da instabilità di versante sismoindotte (FR).

LA GIUNTA REGIONALE

Visto il documento istruttorio concernente l'argomento in oggetto: **"Criteri per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica. Adozione delle linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC), da liquefazione (LQ), da instabilità di versante sismoindotte (FR)."** e la conseguente proposta dell'assessore Giuseppe Chianella;

Preso atto:

a) del parere favorevole di regolarità tecnica e amministrativa reso dal responsabile del procedimento;

b) del parere favorevole sotto il profilo della legittimità espresso dal dirigente competente;

c) del parere favorevole del direttore in merito alla coerenza dell'atto proposto con gli indirizzi e gli obiettivi assegnati alla Direzione stessa;

Vista la legge regionale 1 febbraio 2005, n. 2 e la normativa attuativa della stessa;

Visto il regolamento interno di questa Giunta;

A voti unanimi espressi nei modi di legge,

DELIBERA

per le motivazioni contenute nel documento istruttorio che è parte integrante e sostanziale della presente deliberazione

1) di adottare le linee guida redatte dal Dipartimento della Protezione civile nazionale:

- Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC);
- Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate dalla liquefazione (LQ);
- Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR);

reperibili nel sito del Dipartimento della Protezione civile nazionale http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/verbali.wp, documenti, che sono allegati al presente atto;

2) di demandare al Servizio Geologico e gestione delle competenze regionali in materia di acque pubbliche le attività di coordinamento applicativo delle linea guida adottate;

3) di riconoscere che i dati contenuti nelle banche dati (ONLINE) geologiche e geotematiche, gestite dal Servizio Geologico e gestione delle competenze regionali in materia di acque pubbliche, sono dati ufficiali della Regione Umbria;

4) di dare atto che il presente provvedimento è soggetto a pubblicazione nel *Bollettino Ufficiale* della Regione Umbria.

La Presidente
MARINI

(su proposta dell'assessore Chianella)

DOCUMENTO ISTRUTTORIO

Oggetto: **Criteri per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica. Adozione delle linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC), da liquefazione (LQ), da instabilità di versante sismoindotte (FR)**.

La Regione Umbria con D.G.R. n. 377 dell'8 marzo 2010 ha approvato i criteri per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica. Con tale atto sono stati adottati gli indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica (ICMS08) indicandone gli ambiti di applicazione; tali criteri hanno sostituito i precedenti criteri che erano stati approvati con DGR n. 226 del 14 marzo 2001.

Successivamente, tra il 2014 ed il 2017, la Commissione tecnica di cui all'articolo 5, comma 7, dell'ordinanza del

Presidente del Consiglio dei Ministri del 13 novembre 2010, n. 3097, istituita presso il Dipartimento della Protezione civile nazionale e di cui fa parte un rappresentante della Regione Umbria, ha elaborato alcune linee guida di approfondimento degli ICMS08:

- Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (**FAC**);
- Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate dalla liquefazione (**LQ**);
- Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (**FR**).

In queste linee guida sono stati seguiti alcuni principi generali che di seguito si indicano.

- **FAC**:
  - evitare che negli studi di MS si segnalino faglie attive e capaci quando non siano stati raccolti dati sufficientemente sostenuti dalla letteratura scientifica;
  - legare strettamente l'individuazione delle faglie attive e capaci alla tipologia e alla qualità delle indagini svolte;
  - definire il grado di incertezza dei risultati e tenerne conto nella classificazione delle faglie attive e capaci;
  - cercare di schematizzare la geometria delle aree di rottura e deformazione del suolo;
  - creare procedure standard per la costruzione delle zone di faglie attive e capaci;
  - legare strettamente il processo di individuazione e descrizione delle faglie attive e capaci ai livelli di approfondimento degli ICMS08;
  - disciplinare gli usi del territorio, in zone di faglia attiva e capace, sia dal punto di vista urbanistico che dal punto di vista delle classi d'uso dei manufatti.
- **LQ**:
  - evitare che negli studi di MS si individuino zone suscettibili di liquefazioni quando non siano stati raccolti dati sufficientemente affidabili;
  - definire procedure standard per l'individuazione delle zone di liquefazione in funzione della tipologia, della qualità delle indagini svolte e dei metodi di analisi;
  - specificare il grado di incertezza dei risultati;
  - definire il sistema di rappresentazione delle zone di liquefazione;
  - indicare le procedure di determinazione delle zone in funzione dei livelli di MS;
  - disci plinare gli usi del territorio, in zone a rischio di liquefazione, sia dal punto di vista urbanistico che dal punto di vista delle classi d'uso dei manufatti.
- **FR**:
  - fissare dei requisiti minimi per gli studi di MS al fine di individuare le zone suscettibili di instabilità;
  - definire procedure standard per l'individuazione delle zone instabili per frana in funzione della tipologia, della qualità delle indagini svolte e dei metodi di analisi;
  - specificare il grado di incertezza dei risultati;
  - definire il sistema di rappresentazione delle zone;
  - disciplinare gli usi del territorio, in zone interessate da instabilità di versante sismoindotte, sia dal punto di vista urbanistico che dal punto di vista delle classi d'uso dei manufatti.

A seguito della crisi simica iniziata il 24 agosto 2016 è stato nominato il Commissario del Governo per la ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016. Il Commissario ha emanato le ordinanze n. 13 del 9 gennaio 2017, n. 19 del 7 aprile 2017, n. 30 del 21 giugno 2017 in cui sono state date disposizioni per gli interventi di ricostruzione di edifici che insistono su zone soggette ad instabilità cosismiche.

Con l'ordinanza n. 24 del 12 maggio 2017 il Commissario ha approvato l'applicazione della disciplina d'uso del territorio definita nelle:

- Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC);
- Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate dalla liquefazione (LQ);
- Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR).

La crisi sismica del 2016 ha pesantemente colpito i territori di 4 regioni i cui capoluoghi e località dei comuni della zona epicentrale hanno centri storici con edifici molto simili come numero di piani, altezze e dimensioni; pur essendo l'area abbastanza omogenea come caratteristiche dei centri abitati il quadro del danneggiamento verificatosi è stato diverso.

Si sono direttamente effettuate alcune elaborazioni derivanti dai dati del rilievo macrosismico del Dipartimento della Protezione civile nazionale alla data del 30 ottobre 2016 del "Rapporto sugli effetti macrosismici del terremoto del 30 ottobre 2016 (Monti Sibillini) in scala MCS. Con aggiornamenti successivi agli eventi del 18 gennaio 2017". Tali rilievi sono finalizzati a classificare gli effetti macroscopici del terremoto sull'uomo, l'ambiente e le costruzioni, attribuendo un grado di intensità macrosismica (IMC) secondo la scala MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg) a ciascuna località osservata. È opportuno ricordare che il rilievo macrosismico in scala MCS in fase di emergenza è di carattere speditivo, ed ha l'obiettivo principale di definire al meglio, nell'immediato (primissimi giorni), la distribuzione del danneggiamento medio-grave e, più in generale, di fornire i limiti dell'area di danno in un tempo ragionevolmente breve (15-30 giorni), con un criterio omogeneo e di immediata applicazione. Il rilievo è stato eseguito utilizzando le percentuali di danneggiamento della scala MCS (1930) quantificate da Molin (2009) in progressione crescente per i gradi di intensità ≥ V MCS e secondo i cinque livelli di danno previsti dalla scala originaria indicati nella tabella 1 dell'allegato A.

I dati sono stati elaborati con un programma di geostatistica "kriging", in ambiente ESRI vers. 9.3, in cui si attribuiscono differenti pesi dei valori in base alla variabilità spaziale cioè areale, utilizzando un semivariogramma di tipo sferico. Si sono scelti i seguenti intervalli di intensità macrosismica: tra 5.5 e 7, fino a 8, fino a 9, oltre 9; sono riportate anche tutte le località in cui puntualmente si è fatto il rilievo dell'intensità macrosismica. Le elaborazioni

sono riportate nella figura 2 dell'allegato A.

Si sono eseguite alcune elaborazioni derivanti dalla banca dati europea *engineering strong-motion database* (http://esm.mi.ingv.it) utilizzando i valori di picco delle accelerazioni registrate relative all'evento sismico del 30 ottobre 2016 con Mw 6.5.

Anche in questo caso i dati sono stati elaborati con un programma di geostatistica "kriging", in ambiente ESRI vers. 9.3, in cui si attribuiscono differenti pesi dei valori in base alla variabilità spaziale cioè areale, utilizzando un semivariogramma di tipo sferico. Si sono scelti intervalli delle accelerazioni misurate utilizzando la correlazione di Wald et al. (1999) tra i valori di PGA e IMC di cui alla tabella C2 del "Rapporto sugli effetti macrosismici del terremoto del 30 ottobre 2016 (Monti Sibillini) in scala MCS. Con aggiornamenti successivi agli eventi del 18 gennaio 2017"; sono riportate anche le ubicazioni delle stazioni sismiche di misura. Le elaborazioni sono riportate nella figura 2 dell'allegato A.

Dal confronto tra le 2 elaborazioni sopra indicate si osserva in generale che, soprattutto in Umbria, le intensità macrosismiche rilevate sono più basse rispetto all'estensione areale delle ag/PGA registrate. Le intensità macrosismiche rilevate sono più basse, rispetto a quanto ci si potrebbe attendere con la correlazione tra intensità macrosismica e PGA e, rispetto agli altri territori regionali, sono diffuse e uniformi con valori inferiori di 0.5 fino a 3 gradi di intensità macrosismica. Nei 3 comuni umbri della zona epicentrale (Norcia, Preci, Cascia) le elaborazioni fatte indicano che le aree con valori inferiori di ICM intorno a 3° sono circa il 5% per Norcia e Cascia, sono tra il 20%-30% con valori di ICM inferiori a 2° per i comuni di Norcia e Cascia e, per il valore di 1° ICM inferiore, variano tra il 15% e il 60% per i 3 comuni. Più in generale si può affermare che prendendo a riferimento l'estensione completa dei 3 comuni umbri della zona epicentrale (Norcia, Preci Cascia) l'intensità ICM rilevata è di circa 1° grado inferiore rispetto alle ag/PGA registrate.

Tali valori di intensità macrosismica inferiori, data la simile tipologia edilizia dei centri storici e delle località delle 4 regioni, è da ricondurre agli interventi di riduzione del rischio sismico che si sono potuti basare sugli studi di pericolosità sismica locale/microzonazione sismica che il Servizio Geologico regionale ha realizzato per l'intero territorio regionale nel corso degli ultimi 20 anni a seguito dell'adozione di criteri regionali uniformi. Non si sono fatte valutazioni specifiche per definire nel dettaglio cosa significa aver fatto diminuire il danneggiamento per interi comuni, ma è ben comprensibile che gli impatti sulla vita delle persone sono stati notevolmente inferiori in tutti i campi.

L'esecuzione di studi di maggior dettaglio di microzonazione sismica permetterà quindi, come già si è dimostrato nei fatti occorsi, di poter effettuare interventi di miglioramento sismico, sugli edifici dei centri storici e delle località, sempre più mirati ed efficaci oltre a poter determinare le aree del territorio esposte ad elevato rischio geologico sismo indotto.

L'applicazione della disciplina d'uso del territorio regionale deve essere omogenea e pertanto è opportuno che oltre alle zone soggette ad interventi di ricostruzione l'applicazione delle linee guida sia esteso all'intero territorio regionale, come d'altronde è stato già programmato dalla Regione Umbria con la deliberazione dell'Assemblea legislativa n. 133 del 5 dicembre 2016 che ha approvato il "Documento di Economia e Finanza Regionale (DEFR) 2017/2019", che prevede l'adozione delle linee guida sopra indicate.

Tutto ciò premesso si propone alla Giunta regionale:

Omissis

(Vedasi dispositivo deliberazione)

Gradi di intensità	Livelli di danno e percentuali 1	2	3	4	5
V	[5]	-	-	-	-
V-VI	[25]	[5]	-	-	-
VI	[50]	[25]	[5]	-	-
VII	-	50	[25]	[5]	-
VIII	-	-	50	25	5
IX	-	-	75	50	25
X	-	-	-	75	50
XI	-	-	-	-	[75]
XII	-	-	-	-	[100]

Tabella 1

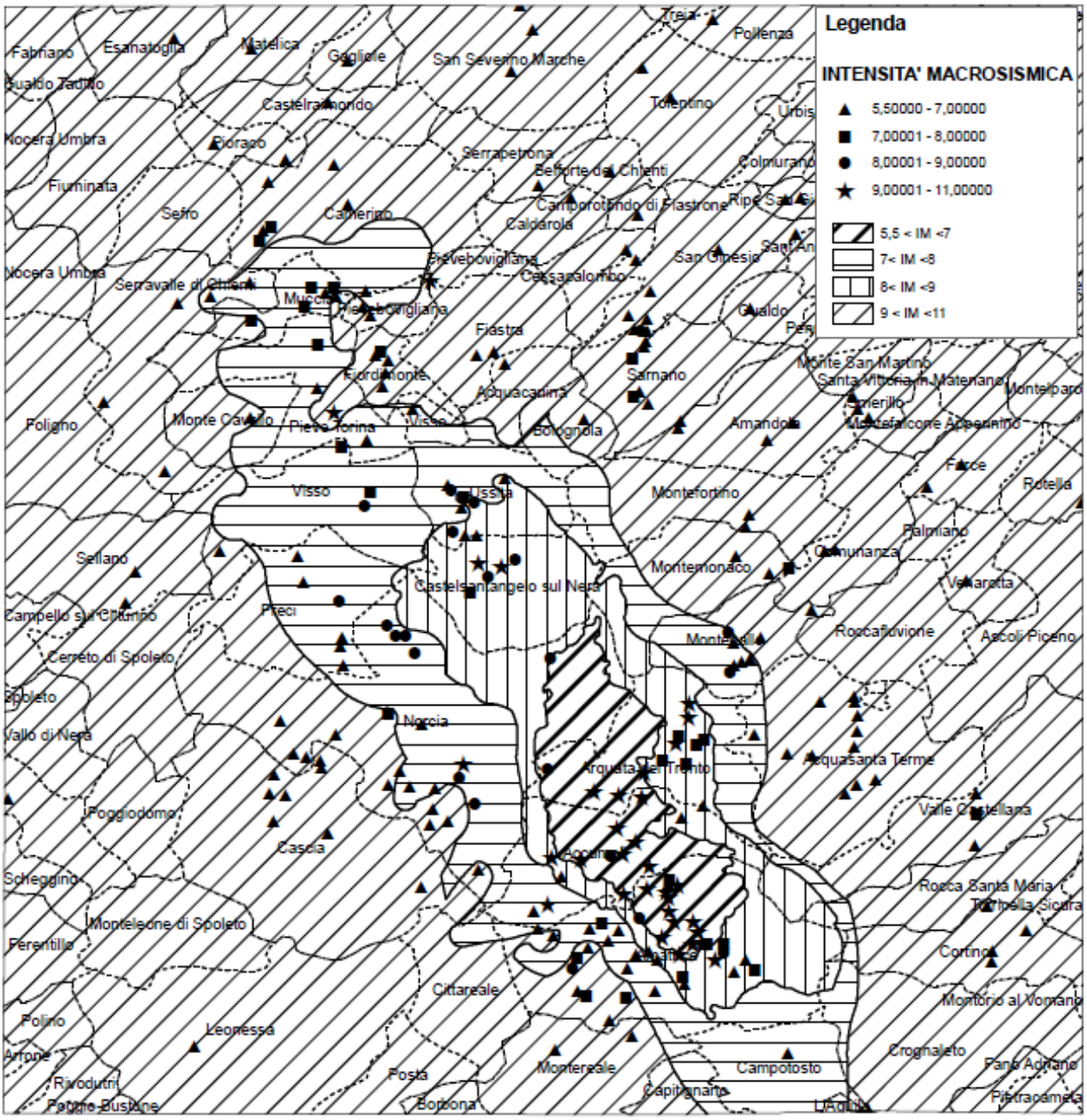

Legenda
INTENSITA' MACROSISMICA
5,50000 - 7,00000
7,00001 - 8,00000
8,00001 - 9,00000
9,00001 - 11,00000
5,5 < IM <7
7< IM <8
8< IM <9
9 < IM <11
Fabriano
Esanatoglia
Matelica
Gagliole
San Severino Marche
Pollenza
Tolentino
Castelraimondo
Nocera Umbra
Fiuminata
Sefro
Serrapetrona
Belforte del Chienti
Colmurano
Camporotondo di Fiastrone
Caldarola
Cessapalombo
Fiastra
Sarnano
Acquacadina
Bolognola
Amandola
Monte San Martino
Santa Vittoria in Matenano
Montefalcone Appennino
Foligno
Monte Cavallo
Visso
Ussita
Montefortino
Sellano
Castelsantangelo sul Nera
Montemonaco
Palmiano
Campello sul Clitunno
Preci
Cerreto di Spoleto
Spoleto
Norcia
Arquata del Tronto
Acquasanta Terme
Valle Castellana
Poggiodomo
Cascia
Rocca Santa Maria
Scheggino
Monteleone di Spoleto
Ferentillo
Cortino
Citareale
Montorio al Vomano
Polino
Leonessa
Arrone
Rivodutri
Posta
Montereale
Campotosto
Crognaleto
Fano Adriano
Pietrapaolo
Borbona
Capitignano

Figura 1

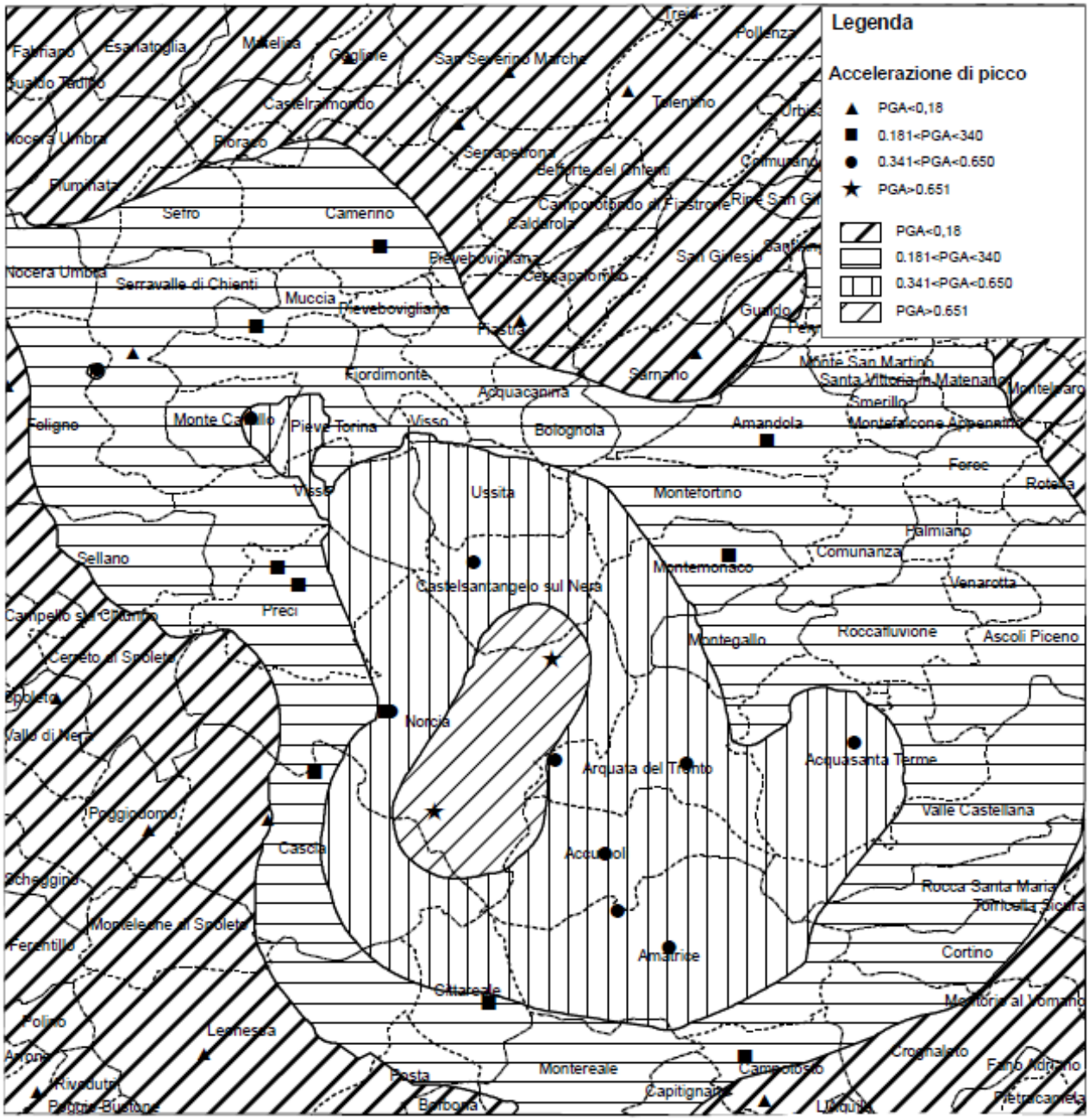

Legenda
Accelerazione di picco
PGA<0,18
0.181<PGA<340
0.341<PGA<0.650
PGA>0.651
PGA<0,18
0.181<PGA<340
0.341<PGA<0.650
PGA>0.651
Falvano
Esanatoglia
Matelica
Gualdo Tadino
Castelraimondo
Nocera Umbra
Fabriano
Pollenza
Tolentino
Urbisaglia
Serrapetrona
Belforte del Chienti
Comunanza
Ripe San Ginesio
Campodonico di Fiastrone
Calderola
Sefro
Camerino
San Ginesio
Sarnano
Nocera Umbra
Serravalle di Chienti
Muccia
Pievebovigliano
Fiastra
Guardia
Monte San Martino
Santa Vittoria in Matenano
Montelparo
Smerillo
Montefalcone Appennino
Fiordimonte
Acquacanina
Feliano
Monte Cavallo
Pieve Torina
Visso
Bolognola
Amandola
Force
Rotella
Ussita
Montefortino
Halmiano
Sellano
Comunanza
Montemonaco
Castelsantangelo sul Nera
Venarotta
Preci
Campello sul Clitunno
Roccafluvione
Ascoli Piceno
Montegallo
Cerreto di Spoleto
Spoleto
Norcia
Valle di Nera
Arquata del Tronto
Acquasanta Terme
Poggiodomo
Valle Castellana
Cascia
Accumoli
Scheggino
Rocca Santa Maria
Tornella Sicura
Monteleone di Spoleto
Ferentillo
Amatrice
Cortino
Cittareale
Montorio al Vomano
Polino
Leonessa
Arrone
Crognaleto
Rivodutri
Posta
Montereale
Campotosto
Fano Adriano
Pontrio Bustone
Borbona
Capitignano
Pietracamela

Figura 2

CONFERENZA DELLE REGIONI
E DELLE PROVINCE AUTONOME

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

MICROZONAZIONE SISMICA

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

MICROZONAZIONE SISMICA

LINEE GUIDA PER LA GESTIONE DEL TERRITORIO IN AREE INTERESSATE DA FAGLIE ATTIVE E CAPACI (FAC)

Versione 1.0

Commissione tecnica per la microzonazione sismica
(articolo 5, comma 7, OPCM 13 novembre 2010, n. 3907)
Standard di rappresentazione e archiviazione informatica

Commissione tecnica per la microzonazione sismica
(articolo 5, comma 7, OPCM 13 novembre 2010, n. 3907)
STANDARD DI RAPPRESENTAZIONE E ARCHIVIAZIONE INFORMATICA

MICROZONAZIONE SISMICA

Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC)

Versione 1.0

A cura di
Fabrizio Bramerini (DPC), Sergio Castenetto (DPC), Margherita Giuffrè (CNR – IGAG), Giuseppe Naso (DPC), Edoardo Peronace (CNR – IGAG)

Gruppo di lavoro
Paolo Boncio (Università di Chieti-Pescara), Giacomina Di Salvo (CNR – IGAG), Mauro Dolce (Dipartimento della Protezione Civile), Valter Fabietti (Università di Chieti-Pescara), Paolo Galli (Dipartimento della Protezione Civile), Maria Ioannilli (Università di Roma – TorVergata), Gaetano Manfredi (Università di Napoli – Federico II), Claudio Modena (Università di Padova), Massimo Olivieri (Università di Roma – La Sapienza), Gabriele Scarascia Mugnozza (Università di Roma – La Sapienza)

Elaborato nell'ambito dei lavori della Commissione tecnica per la microzonazione sismica, nominata con DPCM 21 aprile 2011
Mauro Dolce (DPC, Presidente), Fabrizio Bramerini (DPC), Giovanni Calcagnì (Consiglio Nazionale dei Geologi), Umberto Capriglione (Conferenza Unificata), Sergio Castenetto (DPC, segreteria tecnica), Marco Iachetta (UNCEM), Giuseppe Ianniello (Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti), Luigi Cotizia (Consiglio Nazionale degli Architetti Pianificatori Paesaggisti Conservatori), Luca Martelli (Conferenza Unificata), Ruggero Moretti (Collegio nazionale geometri), Giuseppe Naso (DPC), Luca Odevaine (UPI), Antonio Ragonesi (ANCI), Fabio Sabetta (DPC), Raffaele Solustri (Consiglio nazionale degli Ingegneri), Elena Speranza (DPC)

Rappresentanti delle Regioni e delle Province autonome
Fernando Calamita (Regione Abruzzo), Rocco Onorati (Regione Basilicata), Giuseppe Iiritano (Regione Calabria), Fiorella Galluccio (Regione Campania), Luca Martelli (Regione Emilia - Romagna), Claudio Garlatti (Regione Friuli-Venezia Giulia), Antonio Colombi (Regione Lazio), Daniele Bottero (Regione Liguria), Francesca De Cesare (Regione Lombardia), Pierpaolo Tiberi (Regione Marche), Rossella Monaco (Regione Molise), Vittorio Giraud (Regione Piemonte), Angelo Lobefaro (Regione Puglia), Andrea Motti (Regione Umbria), Massimo Baglione (Regione Toscana), Massimo Broccolato (Regione Valle d'Aosta), Enrico Schiavon (Regione Veneto), Giovanni Spampinato (Regione Sicilia), Saverio Cocco (Provincia Autonoma di Trento), Claudio Carrara (Provincia Autonoma di Bolzano)

Hanno inoltre partecipato ai lavori della Commissione tecnica
Giuliano Basso (Regione Veneto), Paolo Cappadona (Consiglio Nazionale dei Geologi), Marina Credali (Regione Lombardia), Silvio De Andrea (Regione Lombardia), Eugenio Di Loreto (Consiglio Nazionale dei Geologi), Giacomo Di Pasquale (DPC), Raffaela Giraldi (Regione Calabria), Sebastiano Gissara (ANCI), Salvatore La Mendola (Consiglio Nazionale degli Architetti Pianificatori Paesaggisti), Norman Natali (Regione Umbria), Isabella Trulli (Regione Puglia), Giuseppe Zia (Consiglio Nazionale degli Ingegneri)

L'attività di istruttoria e supporto della Commissione tecnica
è svolta in accordo con il CNR-IGAG (responsabili scientifici Gian Paolo Cavinato e Massimiliano Moscatelli).
Struttura tecnica di supporto
Flavio Bocchi, Chiara Conte, Monia Coltella, Margherita Giuffrè, Paola Imprescia, Federico Mori, Edoardo Peronace, Bruno Quadrio, Veronica Scionti

Hanno contribuito con osservazioni e commenti
Alberto Baglioni (Regione Veneto), Marco Barluzzi (Regione Umbria), Maria Basi (Regione Abruzzo), Giovanni Cantone (Regione Lombardia), Angelo Crippa (Regione Lombardia), Antonella Manicardi (Provincia di Modena), Giorgio Pipponzi (Regione Abruzzo), Pio Positano (Regione Toscana), Maria Romani (Regione Emilia Romagna), Chiara Santoro (Comune dell'Aquila), Struttura Speciale di Alta Consulenza per la ricostruzione dell'Aquila (Roberto De Marco, Vincenzo Petrini, Daniele Iacovone), Alessandro Urbani (Regione Abruzzo), Alfio Viganò (Provincia Autonoma di Trento).

Approvato dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome nella seduta del 7 maggio 2015
Coordinamento Tecnico della Commissione interregionale Infrastrutture, Mobilità e Governo del Territorio – Ambito Edilizia e Urbanistica
Anna Abate (Coordinatore, Regione Basilicata), Virna Bussadori (Provincia Autonoma di Bolzano), Roberto Gabrielli (Regione Emilia-Romagna), Giuliana De Vito, Marina Aiello (Regione Lazio), Cinzia Gandolfi (Regione Toscana), Evelina Stefani (Provincia Autonoma di Trento), Chantal Treves (Regione Valle d'Aosta), Claudio Perin (Regione Veneto)

Art Director
Maurilio Silvestri

Design e desktop publishing
Claudia Illuzzi

Quest'opera è distribuita con Licenza Creative Commons Attribuzione 4.0 Internazionale.

Per citare il presente testo, si raccomanda di utilizzare la seguente dicitura:
Commissione tecnica per la microzonazione sismica, *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC),* versione 1.0 Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma, 2015.

- Sommario III
- Introduzione V

PARTE I **DESCRIZIONE DEL FENOMENO FISICO E ZONE DI FAGLIA ATTIVA E CAPACE** **1**

1. DEFINIZIONI GENERALI 2
2. CLASSIFICAZIONE DELLE FAC 4

3. FAGLIE POTENZIALMENTE ATTIVE E CAPACI (FPAC) 4

4. ZONE DI FAC 5
4.1 Zona di Attenzione (ZA_{FAC} nel livello 1) 5
4.2 Zona di Suscettibilità e Zona di Rispetto (ZS_{FAC} e ZR_{FAC} nel livello 3) 6

5. DIMENSIONI DELLE ZONE 8

6. ESEMPI DI FAGLIE ATTIVE E CAPACI E ZONE ASSOCIATE 11

PARTE II **DISCIPLINA D'USO DEL SUOLO IN ZONE DI FAGLIA ATTIVA E CAPACE** **15**

7. INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE DI AREE URBANISTICHE INTERESSATE DA FAGLIA ATTIVA E CAPACE 17

8. DISCIPLINA D'USO 18
8.1 Aree edificate 18
8.1.1 Obbligo di approfondimento (Aree edificate) 18
8.1.2 Programma Zone Instabili 19
8.2 Aree non edificate o non urbanizzate 20
8.2.1 Obbligo di approfondimento (Aree non edificate) 20
8.2.2 Intervento limitato 21
8.2.3 Intervento inibito 21
8.3 Programma Infrastrutture 22

9. DISCIPLINA D'USO PER LE ZONE DI RICOSTRUZIONE POST-TERREMOTO 23
9.1 Aree edificate 23
9.1.1 Obbligo di approfondimento (Aree edificate) 23
9.1.2 Programma Zone Instabili 23

10. RUOLI DELLE ISTITUZIONI PUBBLICHE 26

11. BIBLIOGRAFIA 27
Appendice A1 • Indici delle Relazioni 28
Appendice A2 • Esempio per la costruzione geometrica di una zona 30
Appendice A3 • Dimensioni delle zone 31
Appendice A4 • Quadro comparativo con altre normative dei principali argomenti trattati 33
Appendice A5 • Schema di Programma Zone Instabili 34
Appendice A6 • Applicazioni delle Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci 36
Appendice A7 • Schemi sintetici di classificazione 46
Appendice A8 • Schema riassuntivo della disciplina d'uso 52

INTRODUZIONE

Negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (Gruppo di lavoro MS, 2008) la pericolosità da fagliazione di superficie è stata trattata nelle **Schede tecniche** ove, per la prima volta in Italia, è stata prevista una zona di rispetto di 15+15 m nel caso di faglia attiva e capace certa e 75+75 m per una faglia incerta. La scheda fornisce indicazioni relative al fenomeno della fagliazione di superficie e definisce "attiva" una faglia che mostra evidenze di almeno una attivazione negli ultimi 40.000 anni, prescrivendo analisi paleosismologiche per l'accertamento delle sue caratteristiche geometriche e sismogenetiche. Tuttavia, in quella sede, non si è affrontato il tema delle limitazioni d'uso del territorio da introdurre nelle aree interessate dalle rotture della superficie.

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

Le linee guida trattano esclusivamente il fenomeno fisico relativo alla rottura della superficie, tralasciando altre pericolosità strettamente legate alle faglie attive, come ad esempio gli effetti dinamici di campo vicino (*near fault*).

Gli obiettivi generali di queste linee guida sono:

- definire una procedura per raccogliere accurate informazioni sul rischio derivato dalla fagliazione superficiale;
- pianificare processi di mitigazione del rischio derivato dalla presenza di faglie attive e capaci per aree con previsioni di trasformazione e per aree edificate;
- proporre criteri generali e procedure operative, in coordinamento tra lo Stato, le Regioni e gli Enti Locali.

Il documento è costituito da due parti.

Nella **PARTE PRIMA** si definisce il fenomeno fisico delle faglie attive e capaci e/o potenzialmente attive e capaci e si descrive una procedura tecnico operativa per stabilire la forma e le dimensioni delle zone di faglia.

In particolare, la prima parte del documento è stata scritta tenendo presente i seguenti principi generali:

- evitare che negli studi di MS si segnalino faglie attive e capaci quando non siano stati raccolti dati sufficientemente sostenuti dalla letteratura scientifica;
- legare strettamente l'individuazione delle faglie attive e capaci alla tipologia e alla qualità delle indagini svolte;
- definire il grado di incertezza dei risultati e tenerne conto nella classificazione delle faglie attive e capaci;
- cercare di schematizzare la geometria delle aree di rottura e deformazione del suolo;
- creare procedure standard per la costruzione delle zone di faglie attive e capaci;

- legare strettamente il processo di individuazione e descrizione delle faglie attive e capaci ai livelli di approfondimento degli ICMS (Gruppo di lavoro MS, 2008).

Si evidenzia inoltre che i dati riferiti ai tempi di ritorno delle faglie attive e capaci, anche quando disponibili, non sono stati utilizzati ai fini della loro classificazione.

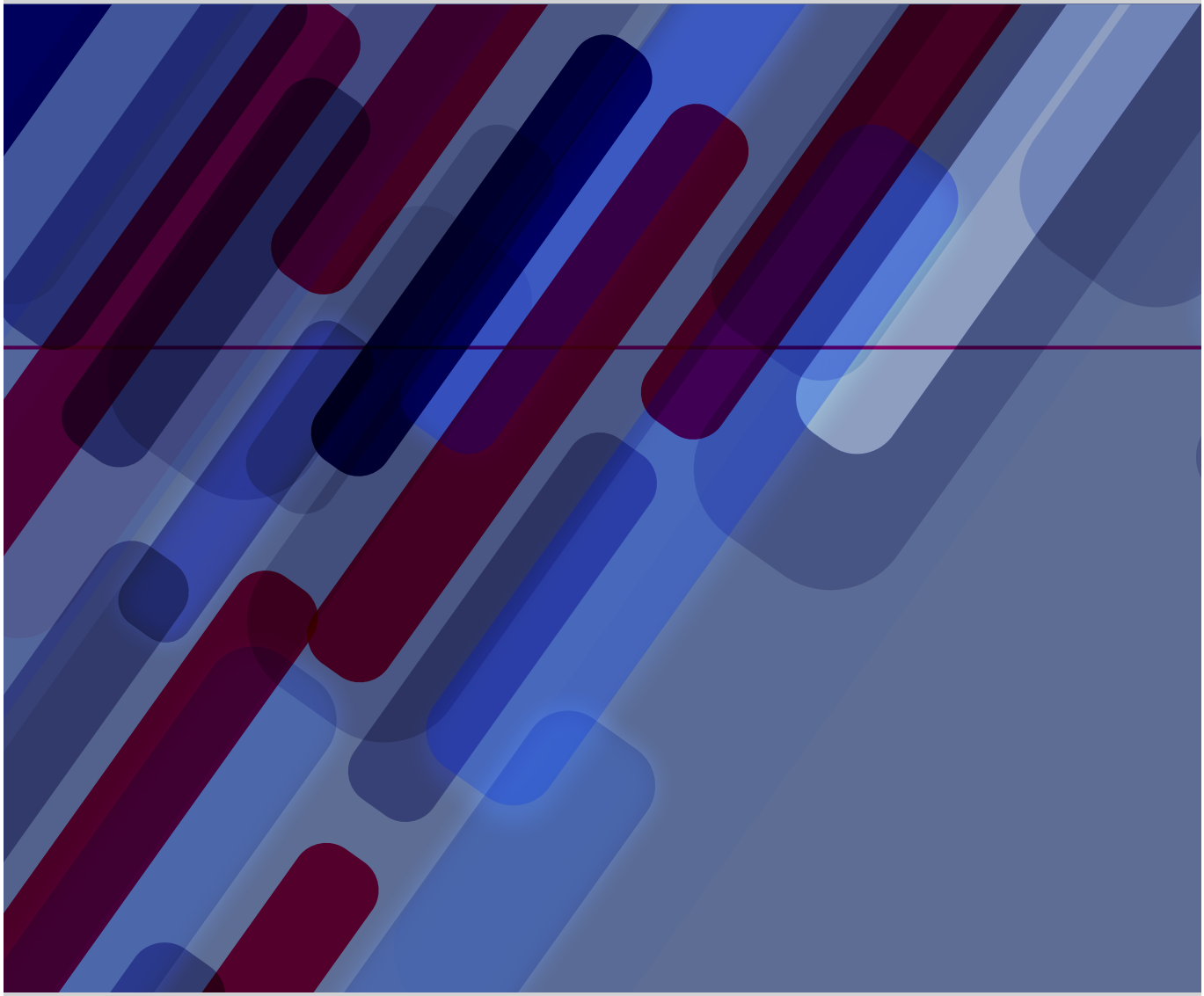
La **PARTE SECONDA** disciplina gli usi del suolo in zone di faglia attiva e capace, sia dal punto di vista urbanistico, che dal punto di vista delle classi d'uso dei manufatti. Chiude questa parte del documento una breve descrizione dei ruoli svolti nel processo dalle istituzioni pubbliche.

Nelle appendici vengono riportate alcune elaborazioni a complemento del testo e alcuni esempi applicativi, mentre per quanto riguarda le modalità di rappresentazione e archiviazione dei dati si rimanda agli Standard di archiviazione e rappresentazione informatica versione 4.0*.

Le presenti linee guida costituiscono una integrazione e un approfondimento degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica e vengono messe a disposizione delle Regioni e delle Province Autonome affinché ne favoriscano l'uso come strumento operativo e ne definiscano il livello prescrittivo.

Le Regioni adattano la terminologia urbanistica (aree, zone, categorie urbanistiche, unità minime di intervento, ecc.) delle presenti linee guida a quella utilizzata nei propri strumenti di pianificazione urbanistica e definiscono, in ragione delle risorse finanziarie disponibili, i tempi per gli approfondimenti geologici propri del livello 3. Le amministrazioni locali differenziano gli obiettivi di mitigazione in ragione delle specifiche condizioni di rischio rilevate.

* Commissione tecnica per la microzonazione sismica, *Microzonazione sismica. Standard di rappresentazione e archiviazione informatica.* Versione 4.0. Roma, 2015. http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/standard_studi_ms.wp



DESCRIZIONE DEL FENOMENO FISICO E ZONE DI FAGLIA ATTIVA E CAPACE

PARTE I

[2]

1 DEFINIZIONI GENERALI

Si definiscono alcuni termini relativi al fenomeno fisico delle faglie attive e capaci.

- **Faglia Attiva e Capace di rompere la superficie topografica (FAC)**
  In accordo con quanto stabilito negli ICMS (Gruppo di lavoro MS, 2008), è considerata **attiva** una faglia che si è attivata almeno una volta negli ultimi 40.000 anni (parte alta del Pleistocene superiore-Olocene), ed è considerata **capace** una faglia attiva che raggiunge la superficie topografica, producendo una frattura/dislocazione del terreno. Questa definizione si riferisce al piano di rottura principale della faglia (piano su cui avviene la maggiore dislocazione).

- ***Hanging wall (HW)* e *footwall (FW)* della faglia attiva e capace**
  Nelle faglie normali e inverse l'*hanging wall* è il blocco che sovrasta il piano della faglia (tetto), il footwall è il blocco sottostante il piano di faglia (letto) **(Fig. A1)**. Nelle faglie trascorrenti "pure" non si individuano l'*hanging wall* e il *footwall.*

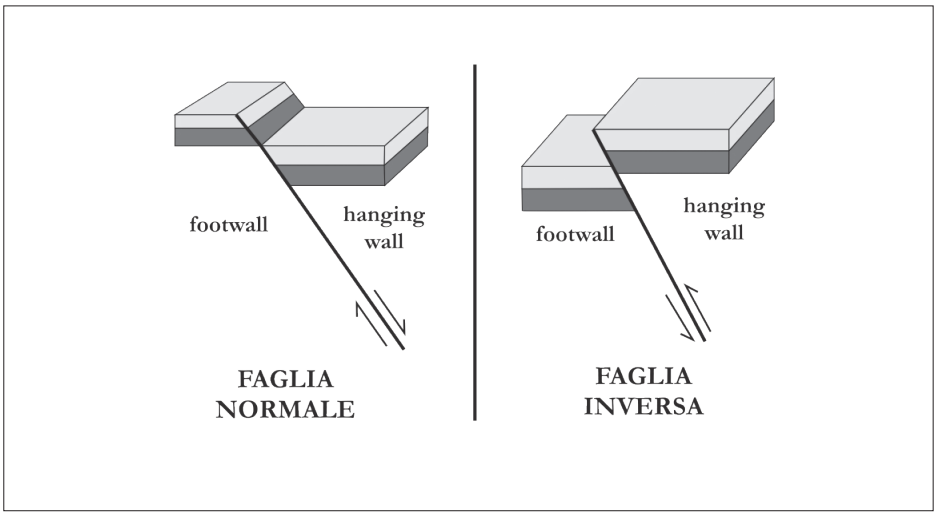


Figura A1 → Esempi di *hanging wall* e *footwall.*

- **Faglia Potenzialmente Attiva e Capace (FPAC)**
  Faglia per la quale gli studi dimostrano un coinvolgimento dei terreni del Pleistocene medio-superiore, ma non necessariamente di depositi più recenti di 40.000 anni.

- **Zona di trasferimento**
  Area nella quale la continuità fisica del piano di faglia viene a mancare, per essere ritrovata in un'area adiacente. Possono essere presenti deformazioni secondarie fragili e plastiche dei depositi che accomodano, nel complesso, il trasferimento della deformazione tra le due zone di taglio principali (p.e., tra due tratti di faglia disposti *en-echelon*).

- **Traccia superficiale di faglia attiva e capace**
  Intersezione tra la faglia attiva e capace e la superficie topografica.

- **Fenomeni cosismici legati alla fagliazione superficiale**
  Deformazioni permanenti del terreno che si accompagnano al piano di rottura principale: faglie secondarie, fratture, pieghe, rigonfiamenti, dislocazioni differenziali del terreno lungo la rottura, ecc.

2 CLASSIFICAZIONE DELLE FAC

Le FAC possono essere classificate in due categorie in funzione delle incertezze nella loro identificazione (Tab. A1):

CATEGORIA (FAC_x)[1]	DEFINIZIONE DELLA FAC_x	NOTE ESPLICATIVE
FAC_a	Certa e definita	Il piano di rottura principale e fenomeni cosismici ad essa collegati sono riconosciuti con certezza. In questa categoria sono comprese anche le strutture tettoniche secondarie e le zone di trasferimento tra segmenti distinti di una faglia attiva e capace.
FAC_b	Incerta	Gli elementi che compongono una faglia attiva e capace e i fenomeni cosismici collegati non sono cartografabili con certezza e/o dettaglio, per assenza di dati o perché non possono essere identificati (zone di trasferimento, gap, erosione, coperture, ecc.).

Tabella A1 → **Categorie descrittive delle faglie attive e capaci e dei fenomeni cosismici (FAC_x).**

È da sottolineare che una stessa faglia attiva e capace può avere dei tratti differenziati e classificati come FAC_a e FAC_b.
L'identificazione della categoria della FAC sarà possibile a seguito delle indagini proprie del livello di approfondimento conoscitivo e di microzonazione sismica (MS) descritte nel capitolo seguente.

3 FAGLIE POTENZIALMENTE ATTIVE E CAPACI (FPAC)

Le FPAC verranno riportate nella Carta Geologico Tecnica per la Microzonazione Sismica (CGT_MS).
Per queste faglie, identificate con l'ausilio di dati di letteratura o durante i rilievi di terreno per la redazione della carta geologico tecnica, non è prevista alcuna zonazione nella carta MS1.
Nel livello 3 tali faglie verranno investigate con indagini appropriate al fine di identificarne l'eventuale attività negli ultimi 40.000 anni, oltre che definirne con certezza la geometria.

1 Con FAC_x viene indicata la generica categoria di FAC.

4 ZONE DI FAC

Nel caso in cui almeno due delle **condizioni preliminari** di seguito citate risultino verificate, è necessario condurre uno studio di dettaglio (p. e., interpretazione aerofotogeologica, rilievo di terreno, analisi geofisiche, analisi paleosismologiche) finalizzato all'individuazione dell'eventuale traccia superficiale di una faglia attiva e capace.

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

- l'area oggetto di studi di MS ricade in area epicentrale di terremoti storici con Mw >5.5 (cfr CPT11; un'indicazione di massima potrebbe anche venire dalla zona della classificazione sismica nella quale ricade l'area in studio);
- la letteratura scientifica disponibile già riporta la presenza di faglie all'interno di formazioni tardo-pleistoceniche-oloceniche;
- sono segnalate evidenze di attività recente delle faglie rilevate sul campo da geologi, durante i rilievi geologico-tecnici per la stesura delle carte di MS.

Gli elementi generalmente indicativi dell'attività recente di una faglia sono di ordine sia geomorfologico (anomalie nelle forme del paesaggio, diversione di corsi d'acqua o di altri elementi lineari, scarpate di faglia) sia, ovviamente, tettonico (faglie che dislocano terreni tardo pleistocenici-olocenici). Una volta individuato l'andamento della faglia in superficie, al fine di accertarne l'attività recente e di delineare la traccia planoaltimentrica certa, è necessario utilizzare un approccio paleosismologico.

Questo consiste nello scavo di trincee seriali attraverso la faglia che permettono lo studio analitico dei depositi fagliati, la scansione degli eventi di fagliazione e l'entità dei rigetti. La datazione dei terreni deve essere condotta tramite datazioni cronometriche (in genere radiometriche) e/o, nel caso, archeologiche. La datazione dei livelli fagliati e di quelli che eventualmente sigillano la deformazione è discriminante per accertare l'attività della faglia. Se essa è sigillata da depositi più antichi di ~ 40.000 anni, può verosimilmente considerarsi non attiva, o comunque di bassa pericolosità (a meno che non interferisca con elementi ad alto rischio intrinseco, come centrali nucleari o impianti a rischio industriale rilevante).

Le analisi paleosismologiche possono essere precedute e seguite da analisi geognostiche e stendimenti geofisici. Ad esempio, le tomografie di resistività elettrica (ERT) si sono rivelate spesso utili per l'ubicazione di precisione della traccia della faglia in superficie e quindi per individuare i siti idonei allo scavo di trincee paleosismologiche. Sulla base di questi elementi si propone la seguente procedura per lo studio delle faglie attive e capaci nell'ambito dei livelli di approfondimento della MS, definiti negli ICMS (Gruppo di lavoro MS, 2008).

4.1 Zona di Attenzione (ZA_{FAC} nel livello 1)

La microzona omogenea (livello 1; Gruppo di lavoro MS, 2008) delle FAC sarà costruita in modo da comprendere la **supposta** traccia del piano di rottura principale e i **probabili** fenomeni deformativi del terreno correlati al piano di rottura principale.

Questa zona sarà denominata **ZA_{FAC} (Zona di Attenzione)** e rimanderà obbligatoriamente a livelli di approfondimento specifici, propri del livello 3 (Gruppo di lavoro MS, 2008).

Si considerano **elementi informativi minimi** per l'identificazione di una **ZA_{FAC}** nel livello 1:

- segnalazioni e studi geologici eseguiti da esperti del settore e riportati nella letteratura scientifica, ma non sufficientemente approfonditi (ad esempio in termini di scala di rappresentazione delle informazioni) per poter essere classificati come "elementi informativi specifici" (paragrafo 4.2);
- elementi geologici e/o geomorfologici rilevati sul campo da geologi, durante i rilievi geologico-tecnici per la stesura delle carte di MS. Tali elementi dovranno comunque essere validati da esperti nel campo della tettonica attiva.

Per l'identificazione di una ZA_{FAC} almeno uno degli elementi informativi minimi deve essere verificato.

4.2 Zona di Suscettibilità e Zona di Rispetto (ZS_{FAC} e ZR_{FAC} nel livello 3)

Le microzone omogenee (livello 3; Gruppo di lavoro MS, 2008) delle FAC possono essere di due tipi:

1. **Zona di Suscettibilità di una FAC_x (ZS_{FAC})**

   Area nella quale sono localizzate la traccia del piano di rottura principale della faglia attiva e capace e altre possibili strutture tettoniche secondarie associate al piano di rottura principale, e le zone di trasferimento tra segmenti distinti della faglia.

   Occorre precisare che tale zona dovrà essere definita per quelle faglie attive e capaci le cui informazioni disponibili, sia pregresse che acquisite appositamente, non permettano di definire con chiarezza la traccia principale della faglia e gli elementi secondari ad essa associati.

   La ZS_{FAC} sarà tracciata sia per la FAC_a che per la FAC_b.

   L'area può essere asimmetrica rispetto alla traccia (*footwall* e *hanging wall* della faglia; si veda il cap. 5).

2. **Zona di Rispetto di una FAC_x (ZR_{FAC})**

   Area individuata intorno alla traccia del piano di rottura principale della faglia attiva e capace, identificata con certezza; la ZR_{FAC} può essere quindi tracciata esclusivamente per la FAC_a.

   L'area può essere asimmetrica rispetto alla traccia (*footwall* e *hanging wall* della faglia; si veda il cap. 5).

   La ZR_{FAC} è contenuta nella ZS_{FAC}, ma tra le due zone non c'è sovrapposizione.

   Nel capitolo 5 vengono illustrati i criteri per il loro dimensionamento.

La raccolta degli **elementi informativi specifici** per l'identificazione di una FAC_x in uno studio di livello 3 (Gruppo di lavoro MS, 2008) ha i seguenti obiettivi:

- valutare quanto recente sia la sua attività. In particolare per le faglie potenzialmente attive e capaci (capitolo 3), in questo livello di approfondimento si dovranno espletare le indagini necessarie per definire l'intervallo cronologico superiore della loro attività (indagini paleosismologiche e datazioni dei terreni fagliati);
- localizzare *de visu* (direttamente in trincea e/o su sezioni geofisiche) la traccia in superficie della faglia attiva e capace;
- definire la massima dislocazione attesa in superficie[2], la magnitudo attesa ed il tempo di ricorrenza della faglia;

2 Il valore della massima dislocazione attesa in superficie (DISL), definito da studi paleosismologici, dovrà essere inserito nel database così come riportato negli Standard di archiviazione e rappresentazione informatica Versione 4.0.

- stabilire la geometria della FAC_x, evidenziando eventuali diversi approcci in caso si operi in condizioni post-evento, con riferimento, ad esempio, a sistemi di monitoraggio degli spostamenti/cedimenti differenziali.

L'assunzione iniziale, imprescindibile, è che le future rotture ricorreranno su FAC preesistenti.
Si definiscono 4 gruppi di indagini necessarie per questo livello di approfondimento (Tab. A2). Queste indagini, nel corso degli studi, hanno una sequenzialità temporale. I gruppi di indagini hanno una significatività crescente passando dal primo al quarto. Idealmente la sequenza completa fornisce il quadro più dettagliato e certo dell'assetto geologico, strutturale e geometrico della FAC_x. Per le faglie potenzialmente attive e capaci è indispensabile arrivare ad espletare le indagini del gruppo Ind_4.

ID	GRUPPO INDAGINI	INDAGINI
Ind_1	Analisi aereofotogrammetriche	Foto aeree, ortofoto, immagini LiDAR, immagini da satellite
Ind_2	Rilievi geologici e geomorfologici	Rilevamenti di campagna e relativa cartografia
Ind_3	Indagini geofisiche e geognostiche	ERT, sismica a riflessione e rifrazione, GPR, sondaggi e saggi
Ind_4	Paleosismologia	Trincee paleosismologiche e datazioni cronometriche dei terreni fagliati

Tabella A2 → Indagini per lo studio di una FAC, raggruppate per tipologia e significatività (Gruppo Ind_4 massima significatività).

In Appendice A1 sono riportati due esempi (uno per il livello 1 e un altro per il livello 3) di indice delle relazioni illustrative dei dati, delle elaborazioni e dei risultati delle indagini per uno studio di faglia attiva e capace.
Sulla base dei risultati delle indagini sopra riportate è possibile definire nel dettaglio la FAC_x e associarla a una delle due categorie descrittive previste in **tabella A1**.
È anche possibile definire le microzone che saranno riportate nella Carta di MS in funzione della categoria della FAC_x, degli elementi conoscitivi disponibili e dei probabili effetti secondari che si possono attendere.

5 DIMENSIONI DELLE ZONE

Le faglie attive e capaci, le deformazioni associate e le zone devono essere cartografate a una scala non inferiore a 1:5.000.

Le ZA_{FAC} sono poligoni riportati nelle carte MS1.

Le ZR_{FAC} e le ZS_{FAC} sono poligoni riportati nelle carte MS3.

Le specifiche di archiviazione e di rappresentazione sono riportate negli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica versione 4.0.

In Appendice A2 è riportato un esempio che illustra le modalità per la costruzione geometrica di una zona.

Il dimensionamento delle zone è basato su tre elementi conoscitivi di riferimento generale descritti nel dettaglio in Appendice A3:

- descrizione dettagliata del fenomeno fisico;
- letteratura scientifica, con riferimento ai fenomeni fisici;
- normative estere.

Di seguito viene descritta la procedura di dimensionamento delle zone **(Fig. A2)**.

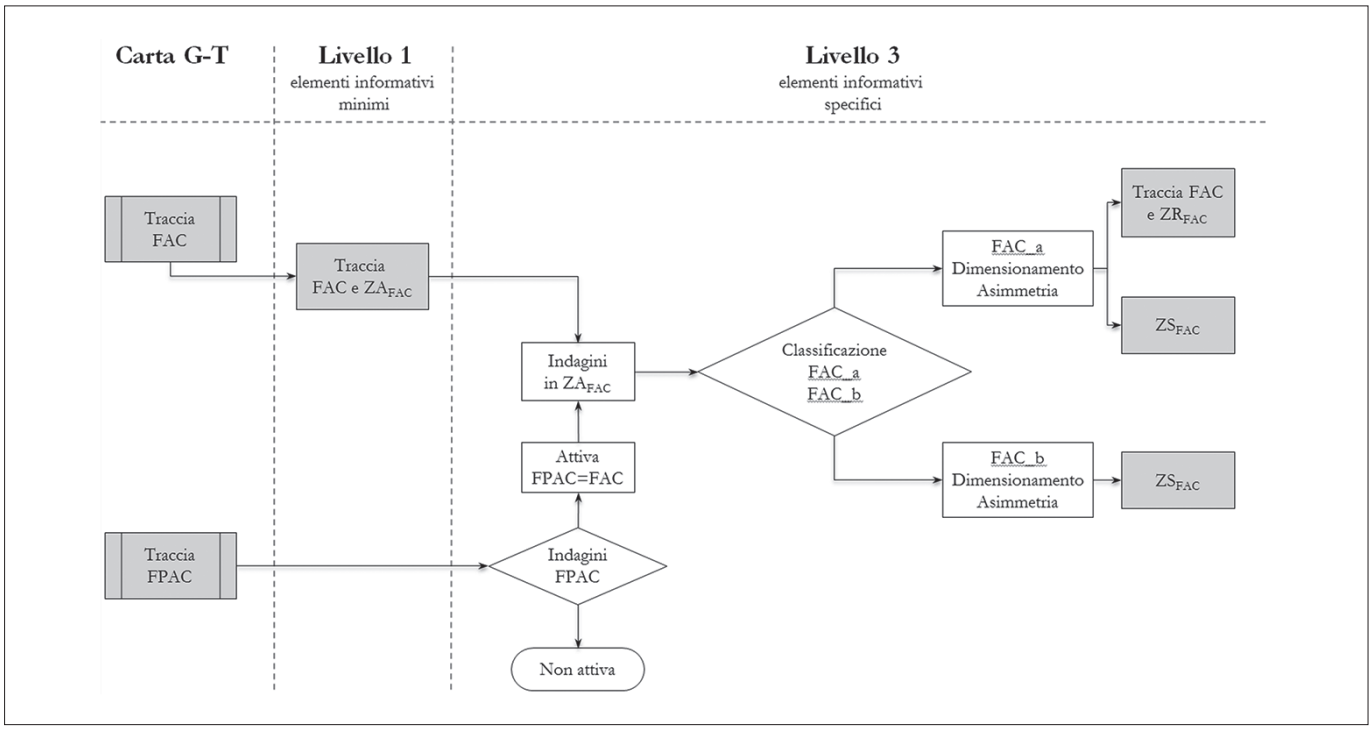


Figura A2 → Procedure di dimensionamento delle zone di faglia nei differenti livelli di approfondimento degli studi di MS.

1. ZA_{FAC} (livello 1)

La Zona di Attenzione (ZA_{FAC}) si costruisce sulla base di elementi informativi minimi (paragrafo 4.1) e pertanto il dimensionamento dovrà tener conto di tale maggior grado di incertezza.

La ZA_{FAC} ha una dimensione raccomandata di 400 m (200+200 m) a cavallo della traccia del piano di rottura principale della faglia attiva e capace. Una ampiezza minore di tale zona è sconsigliata, a meno di chiare e documentate evidenze geologiche che giustifichino una diversa perimetrazione. La perimetrazione di questa zona rimanda obbligatoriamente ad approfondimenti con l'acquisizione di **elementi informativi specifici**, propri del livello 3 (Gruppo di lavoro MS, 2008).

2. ZS_{FAC} (livello 3)

La Zona di Suscettibilità (ZS_{FAC}) deve essere individuata per tutti i tipi di FAC_x (FAC_a e FAC_b).

Una sintesi della procedura è la seguente:

a. Definire la categoria di complessità della FAC_x **(Tab. A1)**;

b. Nel caso di FAC_a si raccomanda una ZS_{FAC} di ampiezza pari a 160 m a cavallo del piano di rottura principale e delle zone di trasferimento tra segmenti distinti della faglia. Nel caso di FAC_b di ampiezza pari a 300 m a cavallo del supposto piano di rottura principale e delle supposte zone di trasferimento;

i. Per quanto riguarda le zone di trasferimento tra segmenti distinti di faglia certa (FAC_a), soltanto nel caso in cui vengano identificate e cartografate con certezza le deformazioni fragili e/o duttili (zone di trasferimento certe) sarà possibile definire una ZS_{FAC} di 160 m a partire dal perimetro dell'inviluppo di tali deformazioni;

ii. Per quanto riguarda le zone di trasferimento tra segmenti distinti di faglia incerta o tra un segmento certo (FAC_a) ed uno incerto (FAC_b), sarà possibile definire una ZS_{FAC} raccordando graficamente le zone di maggior ampiezza (incerte) con quelle di minor ampiezza (certe) ove presenti;

c. In funzione della tipologia (livello di significatività delle indagini di **tabella A2**) del numero e della ubicazione sul terreno (rispetto alla traccia della faglia) delle indagini, realizzate nel corso degli studi di livello 3, la ZS_{FAC} può essere ridotta rispetto alle dimensioni raccomandate definite nei punti precedenti fino ad un valore minimo ammissibile pari a 160 m nel caso di FAC_b e pari a 0 nel caso di FAC_a;

d. Definire l'eventuale asimmetria della ZS_{FAC} **(Tab. A3)**.

La ZS_{FAC} può essere asimmetrica rispetto alla traccia del piano principale di rottura della faglia attiva e capace, ovvero la ZS_{FAC} può "coprire" in maniera differenziata FW e HW. Valori indicativi del rapporto tra le aree di FW e HW che compongono la zona sono riportati nella tabella A3.

TIPO DI FAGLIA	RAPPORTO FW:HW
Faglia normale	1:4
Faglia inversa	1:2
Faglia trascorrente	1:1

Tabella A3 → Rapporti indicativi tra aree di FW e HW in caso di asimmetria della ZS_{FAC}.

3. ZR_{FAC} (Livello 3)

Solo per le FAC_a, a cavallo del piano di rottura principale, si costruisce obbligatoriamente la Zona di Rispetto (ZR_{FAC}) con una larghezza di 30 m. La ZR_{FAC} può essere contenuta nella ZS_{FAC}, ma tra le due zone non c'è sovrapposizione.

La ZR_{FAC}, inoltre, può essere asimmetrica secondo gli stessi principi della ZS_{FAC} **(Tab. A3)**.

Nella **tabella A4** viene riportata una sintesi delle dimensioni delle zone.

LIVELLI DI MS	LIVELLO 1	LIVELLO 3		
CATEGORIA (FAC_x)	ZA_{FAC}	$ZS_{FAC\ RACC}$	$ZS_{FAC\ MIN}$	ZR_{FAC}
FAC_a	400	160	0	30
FAC_b	400	300	160	n.d.

Tabella A4 → Dimensioni raccomandate e minime in metri per le zone di faglia negli studi di MS ($ZS_{FAC\ RACC}$= Valore raccomandato; n.d. = non definita).

6 ESEMPI DI FAGLIE ATTIVE E CAPACI E ZONE ASSOCIATE

Si riportano 3 esempi:

1. Individuazione della ZA_{FAC} per una faglia attiva e capace composta da due tratti, uno certo e uno supposto, in uno studio di livello 1 **(Fig. A3)**.

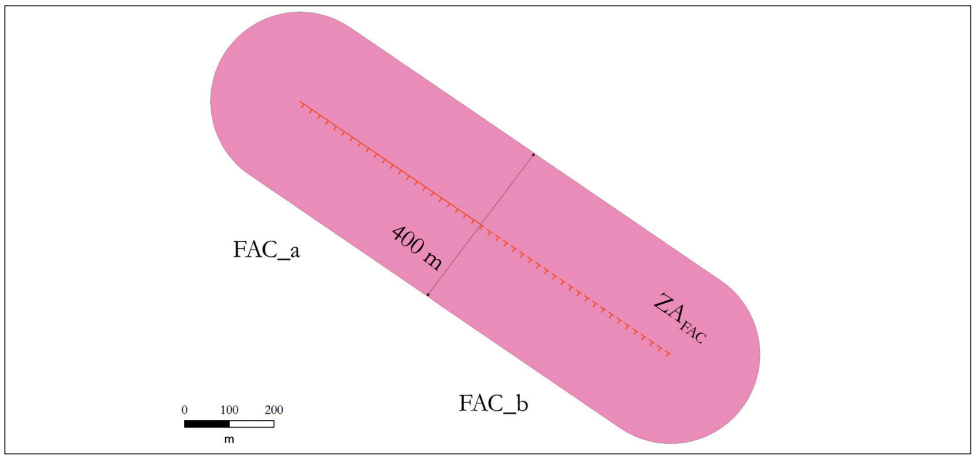


Figura A3 → Esempio di ZA_{FAC} in uno studio di livello 1 (Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) ($ZS_{FAC\ RACC}$= Valore raccomandato; n.d. = non definita).

LIVELLI DI MS	LIVELLO 1	LIVELLO 3		
CATEGORIA (FAC_x)	ZA_{FAC}	$ZS_{FAC\ RACC}$	$ZS_{FAC\ MIN}$	ZR_{FAC}
FAC_a	**400**	160	0	30
FAC_b	**400**	300	160	n.d.

2. Individuazione di una faglia attiva e capace con cinematica normale. La faglia è composta da 2 tratti: il primo è di tipo FAC_a, il secondo di tipo FAC_b. Le indagini eseguite (tipo Ind_1 e Ind_2 di **tabella A2**) in un intorno significativo della faglia hanno permesso di definire una ZR_{FAC} di 30 m di ampiezza e una ZS_{FAC} di ampiezza pari a 100 m nel tratto FAC_a e 200 m in quello FAC_b. Si noti l'asimmetria delle zone legata alla cinematica normale della faglia (rapporto FW/HW = 1:4).

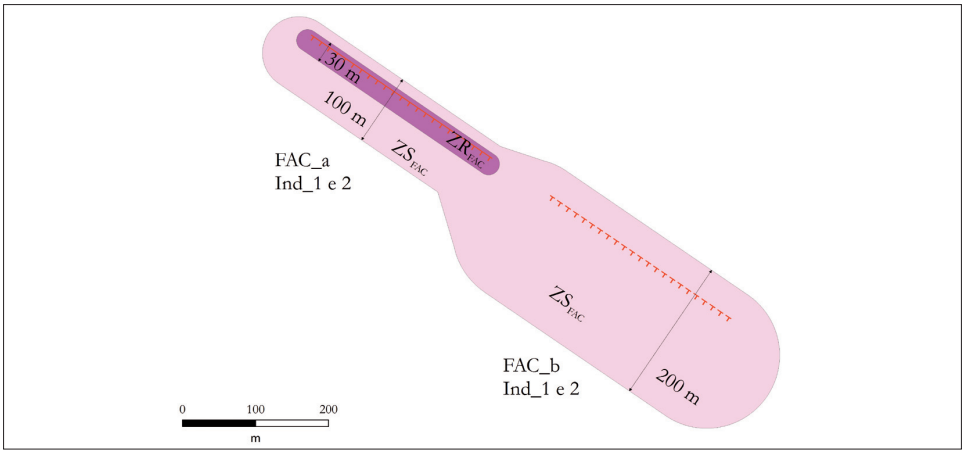


Figura A4 → Esempio di FAC_a e FAC_b e relative zone per uno studio di livello 3 con indagini di livello Ind_1 e 2 (Carta di MS) ($ZS_{FAC\ RACC}$= Valore raccomandato; n.d. = non definita).

LIVELLI DI MS	LIVELLO 1	LIVELLO 3		
CATEGORIA (FAC_X)	ZA_{FAC}	$ZS_{FAC\ RACC}$	$ZS_{FAC\ MIN}$	ZR_{FAC}
FAC_a	400	**160**	0	**30**
FAC_b	400	**300**	160	**n.d.**

TIPO DI FAGLIA	RAPPORTO FW:HW
Faglia normale	**1:4**
Faglia inversa	1:2
Faglia trascorrente	1:1

3. Individuazione di una faglia attiva e capace con cinematica normale. La faglia è composta da 2 tratti il primo è di tipo FAC_a e il secondo di tipo FAC_b. La zona di trasferimento, nella quale non sono stati individuati con certezza elementi minori (pieghe e fratture di secondo ordine), è di tipo FAC_b.

La FAC_a è stata studiata con un livello di significatività delle indagini massimo (Ind_1, Ind_2, Ind_3 e Ind_4 di **tabella A2**) che ha permesso di individuare una ZR_{FAC} asimmetrica di ampiezza pari a 30 m e di annullare il valore della ZS_{FAC}. Le rimanenti aree sono state investigate con indagini tipo Ind_1, Ind_2 e Ind_3 che hanno permesso di perimetrare una ZS_{FAC} asimmetrica di ampiezza pari a 160 m per il tratto di faglia incerto (FAC_b) raccordata graficamente alla ZR_{FAC} in modo da includere anche la zona di trasferimento.

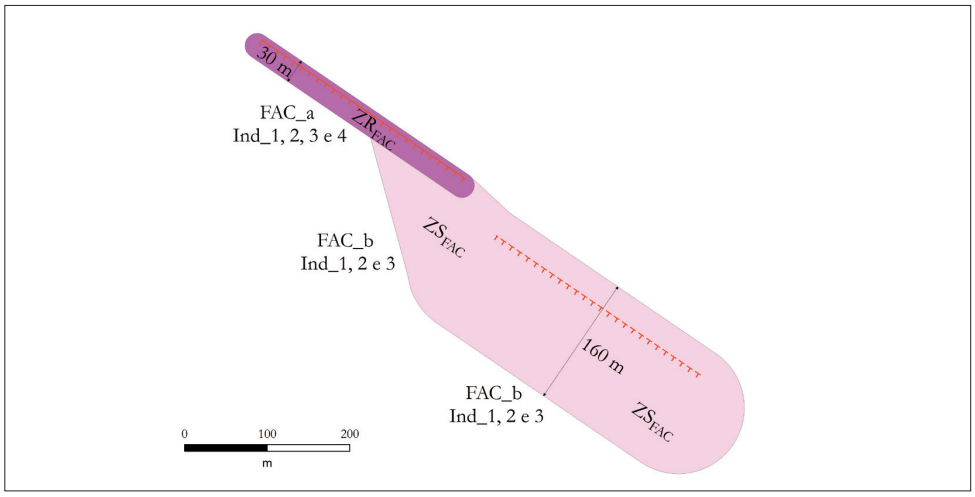
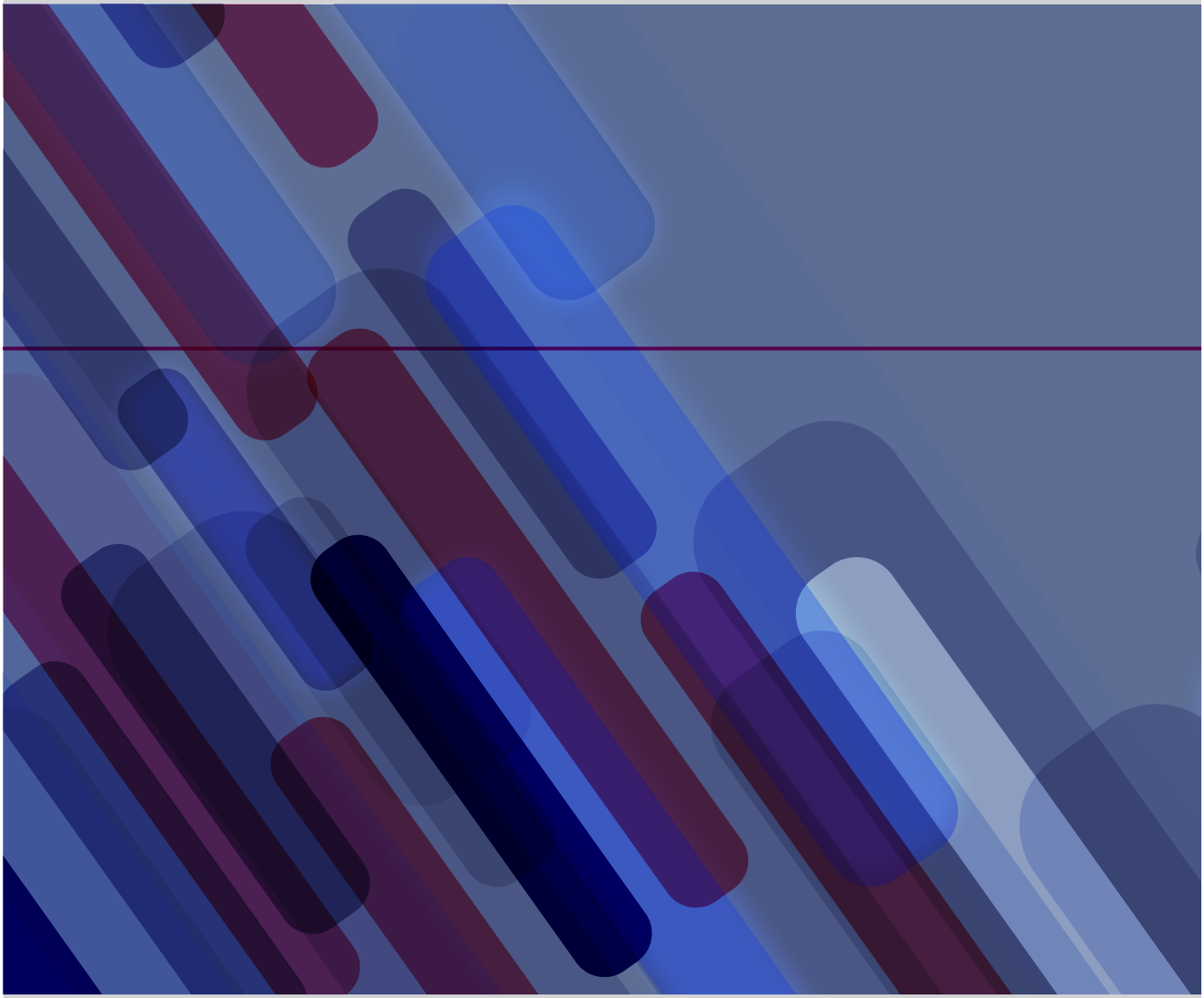


Figura A5 → Esempio di FAC_a e FAC_b e relative zone per uno studio di livello 3 (Carta di MS) ($ZS_{FAC\ RACC}$= Valore raccomandato; n.d. = non definita).

LIVELLI DI MS	LIVELLO 1	LIVELLO 3		
CATEGORIA (FAC_x)	ZA_{FAC}	$ZS_{FAC\ RACC}$	$ZS_{FAC\ MIN}$	ZR_{FAC}
FAC_a	400	160	**0**	**30**
FAC_b	400	300	**160**	**n.d.**

TIPO DI FAGLIA	RAPPORTO FW:HW
Faglia normale	**1:4**
Faglia inversa	1:2
Faglia trascorrente	1:1



DISCIPLINA D'USO DEL SUOLO IN ZONE DI FAGLIA ATTIVA E CAPACE

PARTE II

7 INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE DI AREE URBANISTICHE INTERESSATE DA FAGLIA ATTIVA E CAPACE

La pianificazione urbanistica e territoriale in zone interessate dalla presenza di faglie attive e capaci è chiamata a disciplinare gli usi del suolo e le previsioni di trasformazione urbana, tenendo conto della relazione tra la pericolosità sismica e i diversi contesti insediativi.
Nell'ambito degli strumenti di pianificazione urbanistica, gli studi di MS, ai vari livelli definiti negli ICMS, sono integrati, con quanto specificato dalle presenti linee guida.
Al fine di definire tale disciplina, si farà riferimento convenzionalmente a **tre categorie di aree urbanistiche**:
Aree edificate (recenti o consolidate)
Aree non edificate (con previsione di trasformazione)
Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata

Ciascuna delle tre categorie di aree è definita da specifici caratteri insediativi, infrastrutturali e di destinazione d'uso la cui relazione con la presenza di ZA_{FAC}, ZS_{FAC} e ZR_{FAC} va sottoposta a specifiche normative.
In particolare le tre categorie di aree urbanistiche possono essere definite nel modo seguente:

- **Aree edificate** (recenti o consolidate)
  Aree urbanizzate ed edificate di diverso livello di completamento, consolidamento e stratificazione. Comprendono centri storici, tessuti consolidati, aree in completamento con usi residenziali, produttivi, a servizio o misti.
- **Aree non edificate** (con previsione di trasformazione)
  Aree non edificate, parzialmente edificate o con previsione di nuovi insediamenti - residenziali, produttivi, a servizio o misti - di manufatti edilizi, di infrastrutture e reti. Tali aree possono trovarsi sia in adiacenza ad aree edificate, sia in contesti ancora non urbanizzati.
- **Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata**
  Aree non edificabili o con limitate previsioni di edificabilità, per destinazione d'uso (aree agricole).

Queste tre categorie vanno riferite alle previsioni dello strumento di piano vigente e alle sue effettive condizioni di attuazione. Per quanto riguarda le specifiche articolazioni della normativa urbanistica nelle suddette aree, ogni Regione potrà predisporre opportune corrispondenze tra le tre categorie urbanistiche e le zone omogenee individuate dai rispettivi strumenti di pianificazione urbanistica [3].

3 Un esempio applicativo è riportato nell'Appendice 6. Vedi anche la legenda di "omogeneizzazione" applicata ai piani regolatori di alcuni Comuni in Abruzzo a seguito del terremoto del 6 aprile 2009, in: Gruppo di lavoro MS-AQ, 2010. *Microzonazione sismica per la ricostruzione dell'area aquilana*. Regione Abruzzo – Dipartimento della protezione civile, L'Aquila. Parte IV, pag. 6 e Fig 1.2.

8 DISCIPLINA D'USO

La disciplina degli usi del suolo e delle previsioni di trasformazione nelle zone di faglia attiva e capace viene articolata in **due tipi di indicazioni**:

- **indicazioni urbanistiche**, che definiscono possibili regolamentazioni dallo strumento urbanistico anche in termini di categorie di intervento e di destinazioni d'uso[4] e modalità attuative;
- **indicazioni edilizie**, che definiscono per l'edilizia esistente e di nuova costruzione, con riferimento alla normativa tecnica antisismica, quali categorie di intervento sono possibili e su quali classi d'uso[5] Con riferimento alle tre categorie di aree urbanistiche sopra definite e alle zone di faglia in cui esse ricadono, viene proposto un abaco di diverse tipologie di indicazioni urbanistiche **(Tab. B1)**. Nella tabella viene riportata anche una colonna relativa alle infrastrutture, come ambito distinto e in questa sede non approfondito.

Nell'Appendice A7 vengono riportati gli schemi sintetici di classificazione.

CATEGORIE URBANISTICHE		AREE EDIFICATE (RECENTI O CONSOLIDATE)	AREE NON EDIFICATE (CON PREVISIONE DI TRASFORMAZIONE)	AREE NON URBANIZZATE A TRASFORMABILITÀ LIMITATA	INFRASTRUTTURE
Zone di faglia	ZA_{FAC}	Obbligo di approfondimento (8.1.1)	Obbligo di approfondimento (8.2.1)		Programma Infrastrutture (8.3)
	ZS_{FAC}	Programma Zone Instabili (8.1.2)	Intervento limitato (8.2.2)		
	ZR_{FAC}		Intervento inibito (8.2.3)		

Tabella B1 → Indicazioni urbanistiche.

8.1 Aree edificate

8.1.1 Obbligo di approfondimento (Aree edificate)

Nel caso di ZA_{FAC}, nelle **Aree edificate (recenti o consolidate),** per interventi di nuova edificazione (nei lotti vuoti) e per interventi sull'edificato esistente, devono essere espletati i necessari approfondimenti geologici, propri del livello 3 (paragrafo 4.2 della PARTE PRIMA), al fine di individuare le ZS_{FAC} e le ZR_{FAC}. È prerogativa delle Regioni definire eventuali limiti temporali, in ragione delle risorse disponibili, per l'espletamento dei suddetti approfondimenti. L'assenza di approfondimento determina la seguente disciplina d'uso:

4 L'art. 10, comma 2, del T.U. edilizia (D.P.R. 380/2001) attribuisce alle Regioni la competenza a disciplinare, con legge regionale, la materia della destinazione d'uso e del mutamento della stessa. Le destinazioni d'uso generalmente fanno riferimento alle seguenti categorie: residenziale, turistico-ricettiva, produttiva e direzionale, commerciale, rurale (art. 23-ter del D.P.R. 380/2001).

5 Le Classi d'uso individuate dalle NTC (2008), cap. 2, par. 2.4.2 sono le seguenti:
Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale(in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

8.1.2 Programma Zone Instabili

Per le ZS_{FAC} e ZR_{FAC}, nelle **Aree edificate (recenti o consolidate)**, le amministrazioni locali, nell'ambito dei propri strumenti di pianificazione urbanistica e secondo le prescrizioni e gli indirizzi dei soggetti sovraordinati, individuano e perseguono uno o più obiettivi per il **Programma Zone Instabili (PZI)**, assumendone i contenuti nelle forme opportune, al fine di mitigare le condizioni di rischio. Il PZI rappresenta un programma d'intervento complesso in cui vengono definiti obiettivi e ambiti di intervento, fattibilità e modalità attuative. Il PZI riguarda più in generale tutte le aree suscettibili di instabilità, fra cui anche quelle interessate da FAC. Nell'Appendice A5 viene riportato uno schema di Programma utilizzabile anche come lista di verifica dei temi trattati. L'assenza di un PZI determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

8.1.2.1 Scelta obiettivo del PZI

La definizione di uno specifico PZI implica la scelta di uno dei seguenti obiettivi, eventualmente differenziati in funzione di ZS_{FAC} e ZR_{FAC}:

- Intervento limitato (Obiettivo 1)
- Intervento obbligatorio o limitato (Obiettivo 2)
- Intervento obbligatorio o inibito (Obiettivo 3)
- Intervento inibito (Obiettivo 4)

Per ciascuno di questi obiettivi di seguito vengono elencate le rispettive discipline d'uso.

8.1.2.1.1 – 1ª IPOTESI: Intervento limitato (Obiettivo 1)

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Limitato	È consentita la nuova edificazione solo per la classe d'uso I.

8.1.2.1.2 – 2ª IPOTESI: Intervento obbligatorio o limitato (Obiettivo 2)

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Limitato	È consentita la nuova edificazione solo per la classe d'uso I.

8.1.2.1.3 – 3ª IPOTESI: Intervento obbligatorio o inibito (Obiettivo 3)

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

8.1.2.1.4 – 4ª IPOTESI: Intervento inibito (Obiettivo 4)

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Delocalizzazione	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente, perché oggetto di delocalizzazione obbligatoria.
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

Per i centri storici, oltre alle indicazioni sopra riportate riguardanti la categoria delle Aree edificate (recenti o consolidate), dovrà essere valutata l'opportunità, in sede di predisposizione del PZI, di introdurre un piano attuativo che contempli interventi finalizzati alla conservazione e al riuso, compatibili con le nuove condizioni di rischio intervenute.

8.2 Aree non edificate o non urbanizzate

8.2.1 Obbligo di approfondimento (Aree non edificate)

Le **Aree non edificate (con previsione di trasformazione)** e le **Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata**, ricadenti in ZA_{FAC}, sono soggette ad un regime di limitazione di edificabilità che non autorizza alcun intervento di trasformazione, fintantoché non vengano effettuati i necessari approfondimenti al fine di individuare le ZS_{FAC} e le ZR_{FAC}.

È ammessa in tali aree la sistemazione di spazi aperti, senza realizzazione di volumetrie, a servizio delle funzioni e delle attività presenti nelle aree limitrofe, insediate e urbanizzate, o per incrementare la dotazione urbana di aree verdi, spazi pubblici e verde privato attrezzato.

Pertanto, l'assenza di approfondimento determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

8.2.2 Intervento limitato

Nelle **Aree non edificate (con previsione di trasformazione)** e nelle **Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata**, ricadenti in ZS_{FAC} è prevista la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
Nuova costruzione	Limitato	È consentita la nuova edificazione solo per la classe d'uso I.

8.2.3 Intervento inibito

Nelle **Aree non edificate (con previsione di trasformazione)** e nelle **Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata**, ricadenti in ZR_{FAC}, è ammessa la sistemazione di spazi aperti, senza realizzazione di volumetrie, a servizio delle funzioni e delle attività presenti nelle aree limitrofe, insediate e urbanizzate, o per incrementare la dotazione urbana di aree verdi, spazi pubblici e verde privato attrezzato ed è prevista la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

8.3 Programma Infrastrutture

Le infrastrutture, le opere connesse a sistemi infrastrutturali e, più in generale le lifelines in programma di realizzazione deve essere favorita la delocalizzazione. Se preesistenti, o non delocalizzabili, deve essere predisposto uno specifico programma, eventualmente nell'ambito del **Programma Zone Instabili**, per essere sottoposte a verifica, prevedendo specifici approfondimenti conoscitivi e interventi finalizzati alla minimizzazione dei rischi.

9 DISCIPLINA D'USO PER LE ZONE DI RICOSTRUZIONE POST-TERREMOTO

Nel caso di zona di ricostruzione post-terremoto allo schema di disciplina d'uso precedentemente descritto, si andrà ad aggiungere la condizione, ben più gravosa, di manufatti danneggiati e la necessità di predisporre piani e norme specifici per l'intera area oggetto dell'evento sismico.
Pertanto, la prima delle precedenti categorie di aree urbanistiche (Aree edificate - recenti o consolidate), così come definita, deve essere integrata con i manufatti (Unità minime di intervento) classificati in funzione del danno e della vulnerabilità. Nell'Appendice A7 vengono riportati gli schemi sintetici di classificazione.

9.1 Aree edificate

9.1.1 Obbligo di approfondimento (Aree edificate)

Nel caso di ZA_{FAC}, **nelle Aree edificate (recenti o consolidate)**, per interventi di ricostruzione o riparazione l'assenza di approfondimento determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Inibito	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente.

9.1.2 Programma Zone Instabili

A quanto già previsto per le ZS_{FAC} e ZR_{FAC}, nelle **Aree edificate (recenti o consolidate)**, dovranno essere aggiunte le seguenti indicazioni.
L'assenza di un PZI determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Inibito	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente.

9.1.2.1 Scelta obiettivo del PZI

La definizione di uno specifico PZI implica la scelta di uno dei seguenti obiettivi:

- Intervento obbligatorio o limitato (Obiettivo 1)
- Intervento obbligatorio o limitato (Obiettivo 2)
- Intervento obbligatorio o inibito (Obiettivo 3)
- Intervento inibito (Obiettivo 4)

Per ciascuno di questi obiettivi di seguito vengono elencate le rispettive discipline d'uso.

9.1.2.1.1 – 1ª IPOTESI: Intervento obbligatorio o limitato (Obiettivo 1)

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

In ZR_{FAC}

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.

In ZS_{FAC}

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Limitato	Qualsiasi tipo di intervento deve prevedere (nei tempi definiti dalla Regione interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente).

9.1.2.1.2 – 2ª IPOTESI: Intervento obbligatorio o di delocalizzazione (danno gravissimo) (Obiettivo 2)

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

In ZR_{FAC}

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Delocalizzazione	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente, perché oggetto di delocalizzazione obbligatoria.

In ZS_{FAC}

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Danneggiata (danno leggero, medio-grave)	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
Danneggiata (danno gravissimo)	Delocalizzazione	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente, perché oggetto di delocalizzazione obbligatoria.

9.1.2.1.3 – 3ª IPOTESI: Intervento obbligatorio o di delocalizzazione (danno medio-grave e gravissimo) (Obiettivo 3)

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

In ZR_{FAC}

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Danneggiata (danno leggero, medio-grave)	Delocalizzazione	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente, perché oggetto di delocalizzazione obbligatoria.

In ZS_{FAC}

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Danneggiata (danno leggero)	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione: interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di ìmanutenzione o altri tipi di richiesta.
Danneggiata (danno medio-grave, gravissimo)	Delocalizzazione	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente, perché oggetto di delocalizzazione obbligatoria.

9.1.2.1.4 – 4ª IPOTESI: Intervento di delocalizzazione (Obiettivo 4)

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

In ZR_{FAC} e ZS_{FAC}

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Delocalizzazione	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente, perché oggetto di delocalizzazione obbligatoria.

10 RUOLI DELLE ISTITUZIONI PUBBLICHE

I ruoli delle Istituzioni pubbliche sono sintetizzate di seguito:

Stato:

- formula definizioni, indirizzi, criteri generali per le Regioni ed Enti Locali;
- determina gli oneri finanziari per l'attuazione delle indagini e delle analisi necessarie a conseguire livelli di approfondimento per le FAC successivi al livello 1 e per la redazione di programmi per le zone instabili volti a mitigare situazioni di rischio;
- stabilisce i criteri tecnici generali per definire le ZA_{FAC}, ZS_{FAC} e ZR_{FAC};
- definisce i criteri generali di utilizzo del suolo nelle ZA_{FAC}, ZS_{FAC} e ZR_{FAC};
- propone e attua l'aggiornamento degli ICMS (Gruppo di lavoro MS, 2008);
- promuove la predisposizione di un database georeferenziato delle FAC;
- definisce, in collaborazione con le Regioni, modalità e strumenti operativi per la valutazione delle FAC individuate negli studi di livello 1.

Regioni e Province autonome:

- adottano i criteri generali formulati dallo Stato e approvati dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome;
- formulano ulteriori criteri specifici con riferimento alle peculiarità regionali;
- esaminano, propongono integrazioni e osservazioni e/o approvano gli studi per le faglie attive e capaci già definite nel territorio regionale, in coordinamento con lo Stato (livello 1);
- promuovono e coordinano gli studi per definire nuove faglie attive e capaci sul territorio regionale e li trasmettono allo Stato (livello 3);
- definiscono le mappe delle ZA_{FAC}, ZS_{FAC} e ZR_{FAC} (livelli 1 e 3);
- definiscono, in collaborazione con lo Stato, modalità e strumenti operativi per la valutazione delle FAC individuate negli studi di livello 1;
- richiedono agli Enti Locali di informare e notificare ai cittadini l'individuazione delle ZA_{FAC}, ZS_{FAC} e ZR_{FAC} e i criteri specifici di utilizzo del suolo all'interno delle zone.

Enti Locali:

- adottano i criteri specifici formulati dalle Regioni e dalle Province autonome;
- regolano l'utilizzo del suolo nelle ZA_{FAC}, ZS_{FAC} e ZR_{FAC};
- predispongono i Programmi Zone Instabili per le aree interessate da FAC;
- informano, in coordinamento con le Regioni e le Province autonome, i cittadini in merito all'individuazione delle ZA_{FAC}, ZS_{FAC} e ZR_{FAC} e ai criteri specifici di utilizzo del suolo all'interno delle zone.

11 BIBLIOGRAFIA

Alquist Priolo Act (2007) - *Fault-rupture hazard zones in California: Alquist–Priolo earthquake fault zoning act with index to earthquake fault zones maps*. Calif. Geol. Surv., Spec. Pub. 42, 41 pp.

Bard P.Y., Czitrom G., Durville J.L; Godefroy P., Meneroud J.P., Mouroux P., Pecker A. (1995) - *Guidelines for Seismic Microzonation Studies*. Published by Delegation of Major Risks of the French Ministry of the Environment-Direction for prevention, Pollution and Risks, pp.50.

Boncio P., Galli P., Naso G. & Pizzi A. (2012) - *Zoning Surface Rupture Hazard along Normal Faults: Insight from the 2009 Mw 6.3 L'Aquila, Central Italy, Earthquake and Other Global Earthquakes*. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 102, No. 3, pp. 918–935, June 2012, doi: 10.1785/0120100301.

Eurocode, EC8 (2003) - *Design of structures for earthquake resistance: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects*. European Committee for Standardization (CEN), Brussels, http://www.cen.eu/ cenorm/ homepage.htm (ultimo accesso novembre 2011).

Galli P., Galadini F. & Calzoni F. (2005) - *Surface faulting in Norcia (central Italy): A "paleoseismological perspective"*. Tectonophysics 403, 117–130, doi 10.1016/j.tecto.2005.04.003.

Gruppo di Lavoro MS (2008) - *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica*. Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province autonome; 3 vol. e 1 DVD.

Ministry for the Environment, New Zealand (2003) - *Planning for the development of land on or close to active faults. A guideline to assist resource management planners in New Zealand*, http://www.mfe.govt.nz/publications/ rma/planning-development-active-faults-dec04/index.html, (ultimo accesso novembre 2014).

Norme Tecniche per le Costruzioni, NTC (2008) - *DM 14 gennaio 2008*, Gazzetta Ufficiale, n. 29 del 4 febbraio 2008, Supplemento Ordinario n. 30, www.cslp.it, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma (ultimo accesso novembre 2011).

APPENDICE A1
INDICI DELLE RELAZIONI

Relazione generale per il livello 1 (Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica)

Indice (faglie attive e capaci)

1. Introduzione
   Scopi dello studio
2. Assetto sismotettonico dell'area
   Sismicità dell'area, paleosismicità e sismicità storica
3. Descrizione del sito
   Geologia, geomorfologia, vegetazione, strutture antropiche e altri fattori che possono influenzare la scelta dei metodi e l'interpretazione dei risultati
4. Elementi informativi minimi
   a. Segnalazioni e studi geologici di dettaglio eseguiti da esperti del settore e riportati nella letteratura tecnica
   b. Elementi geologici e/o geomorfologici rilevati sul campo da geologi, durante i rilievi geologico-tecnici per la stesura delle carte di MS
5. Risultati in base agli elementi informativi minimi
   a. Localizzazione della faglia attiva e capace e/o potenzialmente attiva e capace
   b. Tipo di faglia
   c. Localizzazione delle rotture secondarie e dei fenomeni cosismici
   d. Criticità
6. Delimitazione e descrizione della ZA_{FAC}
   a. ZA_{FAC}
   b. Indicazioni progettuali per la raccolta di elementi informativi specifici
7. Conclusioni generali
8. Bibliografia
9. Tavole e appendici

Relazione generale per il livello 3 (Carta di MS)

Indice (faglie attive e capaci)

1. Introduzione
   Scopi dello studio
2. Assetto sismotettonico dell'area
   Sismicità dell'area, paleosismicità e sismicità storica
3. Descrizione del sito
   Geologia, geomorfologia, vegetazione, strutture antropiche e altri fattori che possono influenzare la scelta dei metodi e l'interpretazione dei risultati
4. Elementi informativi specifici
   a. Revisione della letteratura pubblicata e non pubblicata sul sito

b. Analisi aereofotogrammetriche
c. Indagini geofisiche e geognostiche
d. Trincee paleosismologiche
    - Datazioni (Radiometriche, Stratigrafiche, Tefrocronologiche, Paleomagnetiche,...)

5. Risultati sulla base degli elementi informativi specifici
a. Localizzazione di faglie attive e capaci, delle rotture secondarie e dei fenomeni cosismici
b. Parametri caratteristici della faglia
    - Massima dislocazione attesa
    - Magnitudo attesa
    - Tempi di ricorrenza
c. Criticità
d. Gradi di incertezze e limiti dello studio

6. Delimitazione e descrizione di ZS_{FAC} e ZR_{FAC}
a. ZS_{FAC}
b. ZR_{FAC}

7. Conclusioni generali

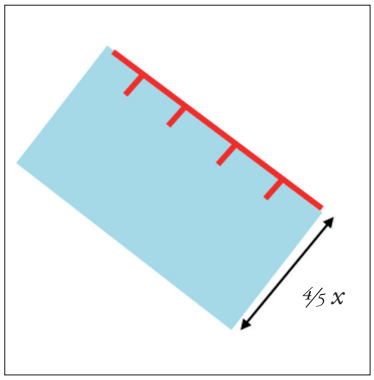
8. Bibliografia

9. Tavole e appendici

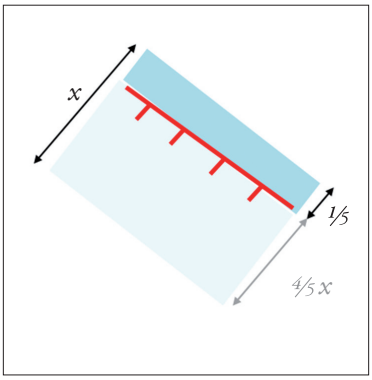
APPENDICE A2
ESEMPIO PER LA COSTRUZIONE GEOMETRICA DI UNA ZONA

Esempio per la costruzione geometrica di una zona

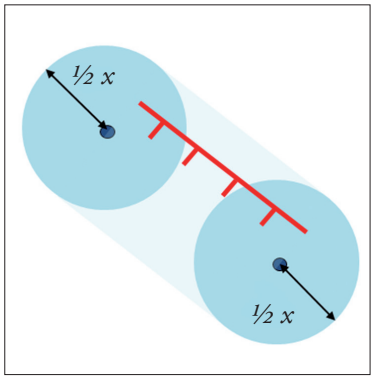
La procedura di costruzione delle zone di FAC (ZR_{FAC} e ZS_{FAC}) asimmetriche nei casi di faglie normali o inverse, prevede la realizzazione di un **buffer** di dimensione *x*, a cavallo del segmento di faglia considerato secondo i seguenti *step* (nell'esempio riportato si tratta di una faglia normale – rapporto FW:HW=1:4).



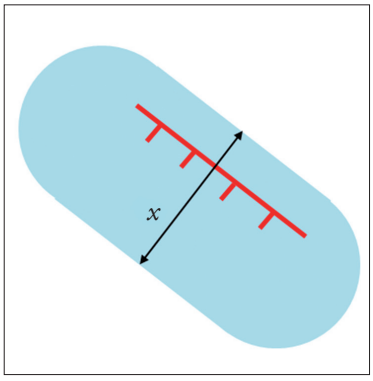
STEP 1 buffer a bordo piatto sinistro di distanza uguale a 4/5 delle dimensioni *(x)* della zona.



STEP 2 buffer a bordo piatto destro di distanza uguale a 1/5 delle dimensioni *(x)* della zona.



STEP 3 buffer circolare sui punti mediani dei lati corti dei poligoni ottenuti nei precedenti *step*, di distanza uguale a 1/2 delle dimensioni *(x)* della zona.



STEP 4 Fusione di tutti i poligoni al fine di ottenere un poligono asimmetrico rispetto al segmento di faglia uguale alle dimensioni *(x)* della zona.

APPENDICE A3
DIMENSIONI DELLE ZONE

In termini generali le convenzioni che dettano le dimensioni delle zone sono, in ordine di significatività decrescente:

- descrizione dettagliata del fenomeno fisico;
- letteratura scientifica con riferimento ai fenomeni fisici;
- normative estere.

Descrizione dettagliata del fenomeno fisico

Se si opera in fase di immediato post evento o sono stati acquisiti **elementi informativi specifici** riferiti a rotture della superficie in terremoti storici, è possibile stabilire la FAC_x.

Esempio in Italia di uno studio di faglia attiva e capace eseguito in fase di post evento è quello di Boncio *et alii* (2012) per la Faglia di Paganica (L'Aquila); gli Autori stabiliscono valori per un *Fault Setback* (S, assimilabile alla ZR) e per una *Earthquake Fault Zone* (EFZ, assimilabile alle ZS_{FAC}), distinti per l'*Hanging Wall* (HW) e il *FootWall* (FW) della faglia **(Tab. A3.1)**.

Esempio italiano di faglia attiva e capace studiata nel dettaglio in fase di prevenzione è la Faglia di Norcia (Perugia; Galli *et alii*, 2005). Lo studio ha consentito di riconoscere con certezza l'andamento della faglia attiva e capace in superficie. Il gruppo di lavoro che ha contribuito a ICMS (Gruppo di lavoro MS, 2008) ha poi definito, per la stessa faglia, una Zona di *Setback* (S, assimilabile a ZR; **Tab. A3.1**).

AUTORI	FAGLIA CERTA	FAGLIA INCERTA
Boncio *et alii*, 2012	S = 40m HW e S = 15m FW EFZ = 150 m HW e 30 m FW	S = non indicata EFZ = 150 m HW e FW
Gruppo di lavoro MS, 2008; Galli *et alii*, 2005	S = 15 + 15 m	S = 75 + 75 m

Tabella A3.1 → Dimensioni delle zone di faglia proposte in due casi italiani: Paganica (Boncio *et alii*, 2012) e Norcia (Galli *et alii*, 2005 e Gruppo di lavoro MS, 2008)

Letteratura scientifica con riferimento ai fenomeni fisici

Boncio *et alii* (2012) riportano un ampio database di rotture cosismiche e delle loro distanze dalla traccia del piano di rottura principale per eventi con diverse magnitudo e cinematismo normale prevalente **(Fig. A3.1)**. Dall'analisi della figura emergono le seguenti considerazioni:

- poiché il database contiene un alto numero di faglie con componente normale, la maggior parte delle deformazioni si collocano nell'*hanging wall* del piano principale di rottura (Main Fault= MF);
- la maggior parte delle deformazioni sono a una distanza minore di circa 150 m dalla traccia del piano principale di rottura (MF);
- la frequenza delle rotture e deformazioni è molto alta a una distanza tra 0 m e 40 m dalla traccia principale di rottura (MF).

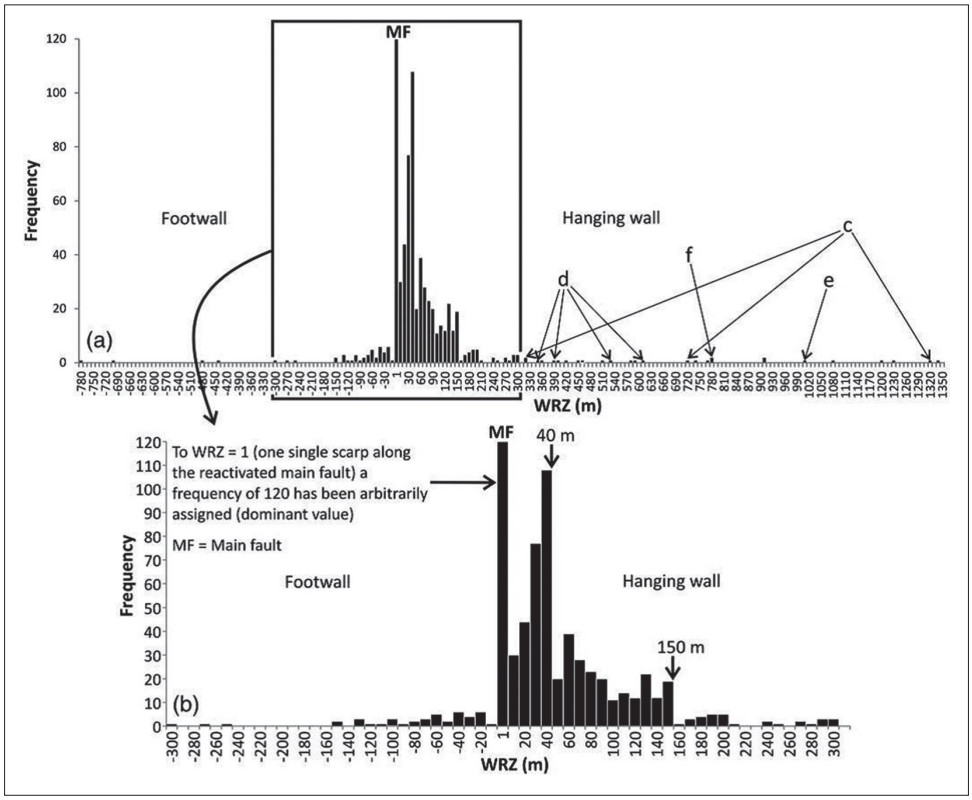


Figura A3.1 → **Statistiche sulla frequenza delle rotture in funzione della distanza dal piano di faglia principale (Boncio et alii, 2012). WRZ (*width of the rupture zone*) indica l'ampiezza della zona affetta da rotture cosismiche, misurata perpendicolarmente alla direzione della faglia principale (Main Fault, MF).**

Normative estere

Le norme estere, che definiscono le dimensioni delle zone intorno alle possibili rotture, sono in numero molto limitato. In tabella A3.2 sono riportati alcuni valori delle zone di *Setback*, ovvero le zone nelle quali le limitazioni all'attività edilizia sono molto elevate.

PAESE (NORMA)	SETBACK
California (Alquist-Priolo Act)	Smin = 15+15m
Nuova Zelanda (Ministry of Environmental)	S = 20+20m
Francia (Guidelines for Seismic microzonation studies)	S = 50+50m per rocce competenti S = 200+200 m per terreni non consolidati
Europa (EC8)	Non è possibile costruire edifici importanti per la pubblica incolumità nelle immediate vicinanze delle faglie attive

Tabella A3.2 → **Dimensioni delle zone di *Setback* in alcune normative estere.**

APPENDICE A4
QUADRO COMPARATIVO CON ALTRE NORMATIVE DEI PRINCIPALI ARGOMENTI TRATTATI

ARGOMENTO	QUESTO DOCUMENTO	CALIFORNIA (USA) ALQUIST PRIOLO ACT (2007)	NUOVA ZELANDA MINISTRY OF ENVIRONMENT (2003)
Attività della faglia	Attive: Olocene – Parte alta Pleistocene superiore (40.000 anni) Potenzialmente attive: Pleistocene medio superiore (più antica di 40.000 anni)	Attive: Olocene (11.000 anni) Potenzialmente attive: Quaternario (1.600.000 anni)	Faglia che ha rotto ripetutamente la superficie e verosimilmente la romperà ancora
Indagini conoscitive	2 categorie legate all'approfondimento degli studi di MS: – Indagini minime (Lv MS1) – Indagini specifiche, 4 gruppi (LvMS 3)	Linee guida sui metodi di indagine che sono assimilabili alle indagini specifiche del Lv 3 di MS	Riferimenti informativi: – Mappe di distretto (Regional Council) – Indagini di sito (altri soggetti) – Riferimenti ufficiali (Crown Research Institute)
Valutazione incertezze	2 FAC_x: – Certe e definite – Incerte	2 gruppi: – Ben definite – Non ben definite	3 classi: – Ben definite – Distribuite – Incerte
Valutazione tempi di ritorno dei movimenti	No	No	Sì: 6 classi di intervalli di ricorrenza
Zonazione	3 tipi legati all'approfondimento degli studi di MS: ZA_{FAC} = 400 m ZS_{FAC} dimensioni in funzione delle incertezze ZR_{FAC} = 30 m	Earthquake Fault Zone (EFZ) = 150 + 150 m della faglia principale e 60-90 m da faglie minori, ben definite Setback Zone = minimo 15+15 m dalla faglia	Fault Avoidance Zone= 20 + 20 m, dalla faglia. Studi più approfonditi possono ridurre queste dimensioni
Approccio di valutazione	Rischio sismico su basi urbanistiche e di esposizione/vulnerabilità	Pericolosità sismica	Rischio sismico su basi di esposizione/vulnerabilità
Categorie aree urbanistiche	3 categorie urbanistiche e 5 tipologie di limitazioni urbanistiche	No	No
Classi d'uso degli edifici	4 classi	No	5 categorie
Procedure amministrative, responsabilità e ruoli	Sì	Sì	Sì
Struttura governativa che ha prodotto il documento	Dipartimento Protezione Civile della Presidenza del Consiglio	Dipartimento di Tutela ambientale del Servizio Geologico dello Stato	Ministero dell'Ambiente

APPENDICE A5
SCHEMA DI PROGRAMMA ZONE INSTABILI

Finalità generale

La finalità generale del Programma Zone Instabili è ridurre gli eventuali effetti dovuti a rottura e dislocazione della superficie dei terreni nell'insediamento urbano dovute a faglie attive e capaci (FAC).

Oggetto e finalità specifiche

1. Le ZS o ZR dei comuni interessati sono oggetto di uno specifico Programma che verifica e persegue:
   - ☐ la delocalizzazione di tutte le funzioni strategiche, con individuazione di altre sedi o nuova realizzazione delle stesse in aree esterne alle ZS e ZR;
   - ☐ la delocalizzazione degli edifici rilevanti, come definiti dal Decreto del Capo Dipartimento della protezione civile n.3685/2003;
   - ☐ la delocalizzazione delle funzioni residenziali;
   - ☐ il cambiamento delle destinazione d'uso delle aree non edificate, in funzioni di servizio e altre funzioni, senza volumetrie;
   - ☐ interventi di adeguamento o miglioramento antisismico sull'edilizia esistente.
   - ☐ le priorità di intervento fra ZS e ZR.

2. Tale programma individua gli incentivi finanziari, gli incentivi urbanistici e le misure premiali dirette a favorire la rapida e completa attuazione degli interventi di delocalizzazione, volti anche al raggiungimento di più elevati livelli di sicurezza sismica e qualificazione dell'assetto urbano da parte dei privati interessati.

3. Il programma è corredato da un'analisi del fabbisogno finanziario per l'attuazione del programma stesso.

4. Il programma individua interventi che possono essere in conformità con gli strumenti urbanistici generali vigenti, o rendere necessaria la loro variante:
   - Qualora risulti indispensabile la realizzazione di nuovi insediamenti prevalentemente residenziali o produttivi, il programma definisce la contestuale realizzazione e completamento delle connesse dotazioni territoriali e infrastrutture per la mobilità;
   - Qualora tali previsioni non siano presenti nella pianificazione urbanistica vigente, le stesse devono essere individuate in adiacenza e continuità con i tessuti urbani esistenti.

5. Per la scelta delle aree nelle quali trasferire gli edifici e le funzioni delocalizzate nel programma si individua come prioritario il riuso di immobili e aree dismesse, collocate all'interno del territorio urbanizzato o in fase di urbanizzazione certa.

6. Il programma può essere realizzato anche attraverso specifici piani attuativi, ove necessari, di iniziativa pubblica da approvare mediante Accordo di programma ai sensi dell'art. art. 34 del D.Lgs. 267/2000.

Strumenti di attuazione. Piani attuativi.

1. Il programma, per le sue finalità, individua le aree da sottoporre a specifici piani attuativi.

2. I piani attuativi individuati ai sensi del comma 1, disciplinano le trasformazioni urbanistiche da operare nell'ambito delle ZS e ZR, per conseguire gli obiettivi generali e specifici avanti indicati, fra le quali:
   - interventi di ristrutturazione edilizia, per l'adeguamento antisismico degli edifici ospitanti funzioni compatibili;
   - interventi di ristrutturazione urbanistica con particolare attenzione all'incremento del sistema delle vie di fuga e della loro ridondanza;
   - cambiamento di destinazione d'uso per gli immobili che ospitavano funzioni strategiche oggetto di delocalizzazione.

3. I piani individuano le Unità Minime di Intervento, come definite dalle Regioni, che necessitano di modifica della disciplina prevista dalla pianificazione urbanistica, stabilendo i sistemi strutturali, gli ingombri planivolumetrici e le caratteristiche progettuali più appropriate, ai fini della conservazione dei tessuti urbani, e ogni altra regolamentazione di dettaglio necessaria per procedere con intervento diretto alla realizzazione degli interventi. A tal fine è incentivata la costituzione di forme consortili e accordi tra i proprietari degli edifici ricadenti negli interventi unitari, favorendo la sinergia tra pubblico e privato e intervenendo anche sui tempi di esecuzione.

5. Il piano individua le limitazioni per classi d'uso consentite e il tipo di intervento con riferimento alla normativa tecnica e individua inoltre:
   - le parti del territorio interessate da ZS e ZR da includere nel piano in funzione della unitarietà e coerenza urbanistica e in funzione delle Unità Minime di Intervento;
   - gli ambiti del territorio comunale idonei alla eventuale rilocalizzazione delle funzioni.

6. Allo scopo di assicurare la fattibilità dell'intervento, la delibera di adozione dei piani è corredata da una apposita relazione circa il pieno coinvolgimento di tutti i soggetti privati interessati, attraverso la stipula di accordi compensativi che dimostrino la disponibilità delle risorse finanziarie necessarie per l'attuazione degli interventi.

7. Allo scopo di assicurare il pieno coinvolgimento di tutti i soggetti privati interessati, i contenuti dei piani possono essere oggetto di accordi preliminari con i privati stessi.

8. Il quadro conoscitivo e le valutazioni ambientali dei piani sono predisposti ai sensi della normativa sulla VAS, tenendo conto delle analisi di microzonazione sismica, con particolare riguardo alle aree urbanizzate e a quelle prescelte per i nuovi insediamenti.

APPENDICE A6

APPLICAZIONI DELLE LINEE GUIDA PER LA GESTIONE DEL TERRITORIO IN AREE INTERESSATE DA FAGLIE ATTIVE E CAPACI[6]

Indice delle tavole

Studio di microzonazione di livello 1

Tavola 1 → Zona di Attenzione (ZA_{FAC}) di faglia attiva e capace in una Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (livello 1)

Tavola 2 → Piano Regolatore Generale

Tavola 3 → Disciplina d'uso per le Zone di Attenzione (ZA_{FAC}) di faglia attiva e capace

Studio di microzonazione di livello 3[7]

Tavola 1 → Zona di Suscettibilità (ZS_{FAC}) e Zona di Rispetto (ZR_{FAC}) per faglia attiva e capace in una Carta di Microzonazione sismica (livello 3)

Tavola 2 → Piano Regolatore Generale

Tavola 3 → Disciplina d'uso per le Zone di Suscettibilità (ZS_{FAC}) e le Zone di Rispetto (ZR_{FAC}) di faglia attiva e capace (perimetro minimo)

Tavola 4 → Disciplina d'uso per le Zone di Suscettibilità (ZS_{FAC}) e le Zone di Rispetto (ZR_{FAC}) di faglia attiva e capace (perimetro massimo)

6 Le Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci sono state applicate ad un centro urbano "teorico". I dati utilizzati per tale esemplificazione (studi di micro zonazione di livello 1, livello 3 e piano urbanistico) sono finalizzati ad illustrare la procedura da adottare.

7 In questa applicazione per la perimetrazione del piano attuativo vengono formulate due ipotesi:
- **perimetro minimo**, che include gli elementi interni a ZS_{FAC} e ZR_{FAC} e quelli intersecati dal bordo di quest'ultima;
- **perimetro massimo**, che include tutte le zone urbanistiche intersecate da ZS_{FAC} e ZR_{FAC}.

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI Livello 1

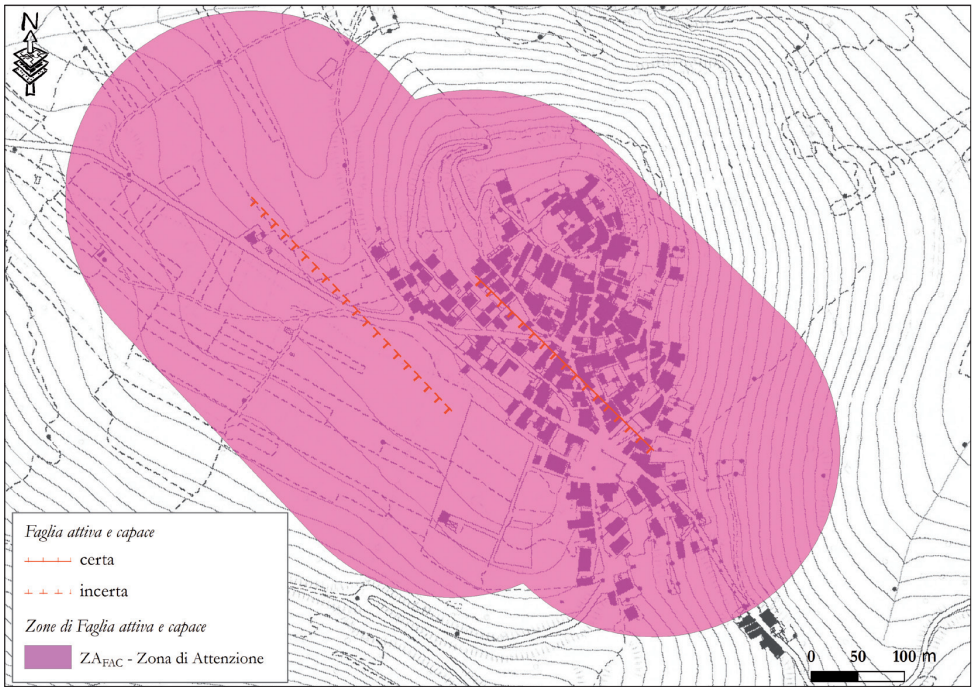


Tavola 1 → Zona di Attenzione (ZA$_{FAC}$) di FAC in una Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (livello 1)

NOTE ESPLICATIVE

Faglia attiva e capace e Zone di Faglia

Sulla base delle informazioni disponibili (elementi informativi minimi) sono stati individuati un segmento certo di faglia, classificato come FAC_a, ed un segmento incerto di faglia classificato come FAC_b. È stata quindi definita una zona di attenzione (ZA$_{FAC}$) con un buffer di 400 m a cavallo dei due segmenti di faglia.

Si rimanda obbligatoriamente a livelli di approfondimento specifici, propri del livello 3 (Gruppo di lavoro MS, 2008).

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI Livello 1

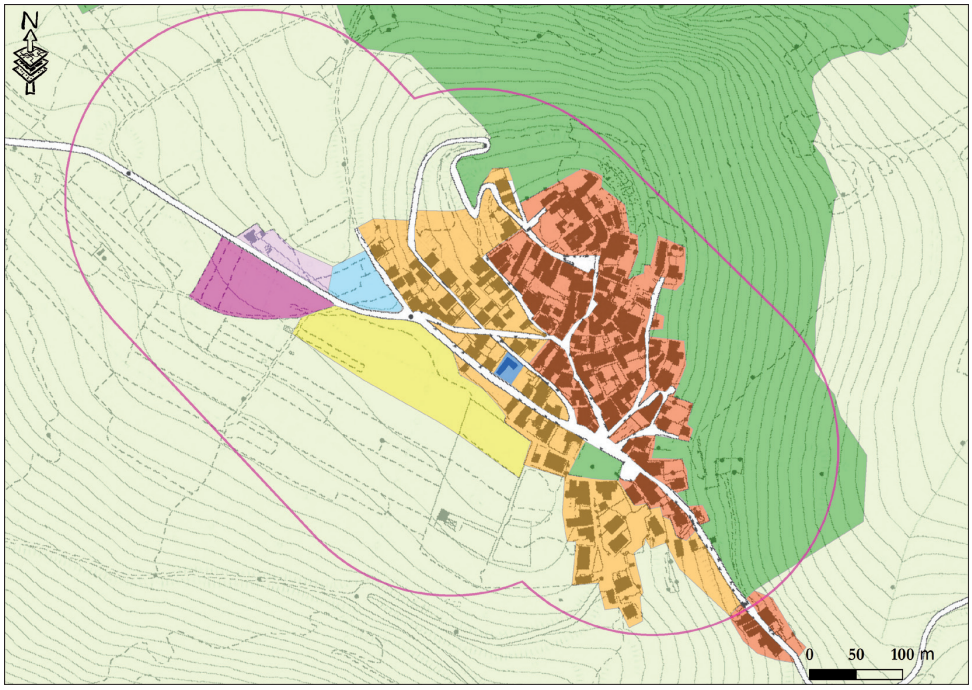
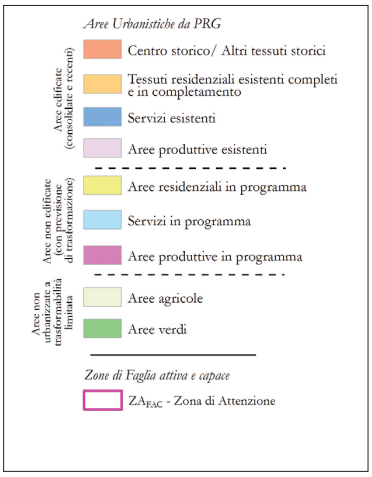


Tavola 2 → **Piano Regolatore Generale**

LEGENDA



NOTE ESPLICATIVE

Si fa riferimento ad un centro urbano di ridotte dimensioni, situato su un versante montano e caratterizzato dalla presenza di un centro storico piuttosto denso e contiguo a tessuti completi e in completamento. Il centro urbano si sviluppa su una strada principale di versante sulla quale si prevedono le principali espansioni residenziali, di servizi e produttive.

Le "Aree urbanistiche da Prg" sono articolate secondo le tre categorie di aree urbanistiche proposte:

- Le "Aree edificate (consolidate e recenti)" comprendono i centri storici e i tessuti consolidati, i tessuti completi e in completamento e tutti gli edifici esistenti destinati a servizi e a funzioni produttive;
- Le "Aree non edificate (con previsione di trasformazione)" sono riferite alle zone di espansione residenziale, di servizi e di funzioni produttive;
- Le "Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata" comprendono le aree agricole e le aree verdi.

La microzonazione sismica di livello MS1 mostra la presenza di una ZA_{FAC} che si estende sull'intero centro urbano.

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI Livello 1

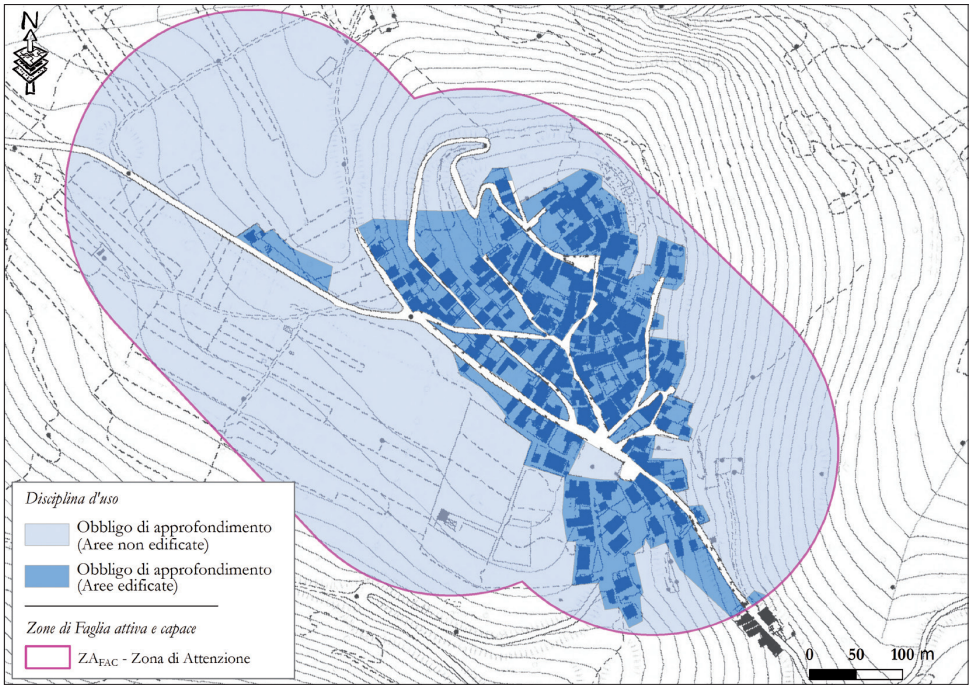


Tavola 3 → Disciplina d'uso per le Zone di Attenzione (ZA$_{FAC}$) di FAC

Disciplina d'uso (vedi Tab. B1)

La disciplina degli usi del suolo proposta sulla base del livello 1 di microzonazione sismica, in corrispondenza delle ZA$_{FAC}$, si articola in due tipi di indicazioni:

1. Obbligo di approfondimenti (Aree non edificate)

Comprende le "Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata" e le "Aree non edificate (con previsione di trasformazione)" e le sottopone ad un regime di limitazione di edificabilità che non autorizza alcun intervento di trasformazione, fintantoché non vengano effettuati i necessari approfondimenti al fine di individuare le ZR$_{FAC}$ e le ZS$_{FAC}$. È ammessa in tali aree la sistemazione di spazi aperti, senza realizzazione di volumetrie, a servizio delle funzioni e delle attività presenti nelle aree limitrofe, insediate e urbanizzate, o per incrementare la dotazione urbana di aree verdi, spazi pubblici e verde privato attrezzato (cfr. par. 8.2).

Pertanto, l'assenza di approfondimento determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

2. Obbligo di approfondimenti (Aree edificate)

Nel caso di ZA_{FAC}, nelle Aree edificate (recenti o consolidate), per interventi di nuova edificazione (nei lotti vuoti) e per interventi sull'edificato esistente, devono essere espletati i necessari approfondimenti geologici, propri del livello 3, al fine di individuare le ZS_{FAC} e le ZR_{FAC}. È prerogativa delle Regioni definire eventuali limiti temporali per l'espletamento dei suddetti approfondimenti. L'assenza di approfondimento determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI Livello 3

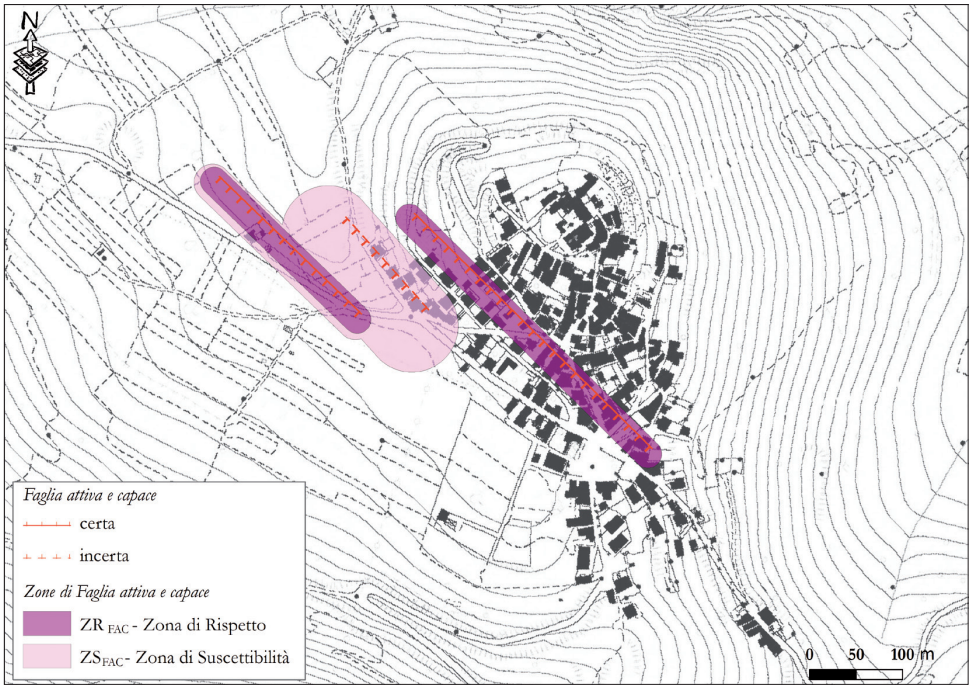


Tavola 1 → Zona di Suscettibilità (ZS_{FAC}) e Zona di Rispetto (ZR_{FAC}) per FAC in una Carta di Microzonazione sismica (livello 3)

NOTE ESPLICATIVE

Faglia attiva e capace e Zone di Faglia

Per quanto riguarda i segmenti certi della faglia sono stati classificati come FAC_a ed è stata definita una zona di rispetto (ZR_{FAC}) asimmetrica (faglia normale – rapporto FW:HW = 1:4) di 30 m. Il segmento di monte è stato investigato con un livello di significatività delle indagini massimo (Ind_1, 2, 3 e 4). Pertanto si è ritenuto opportuno perimetrare il segmento di faglia con la sola ZR_{FAC}. Il segmento di valle, invece, è stato investigato con indagini tipo Ind_1, 2 e 3 e pertanto è stata definita una zona di suscettibilità (ZS_{FAC}) di 40 m, anch'essa asimmetrica.

Per quanto riguarda il segmento incerto della faglia, è stato classificato come FAC_b ed è stata definita una zona di Suscettibilità (ZS_{FAC}) di 160 m asimmetrica (faglia normale – rapporto FW:HW = 1:4), sulla base della tipologia delle indagini eseguite nello studio del segmento stesso (Ind_1, e 2).

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI Livello 3

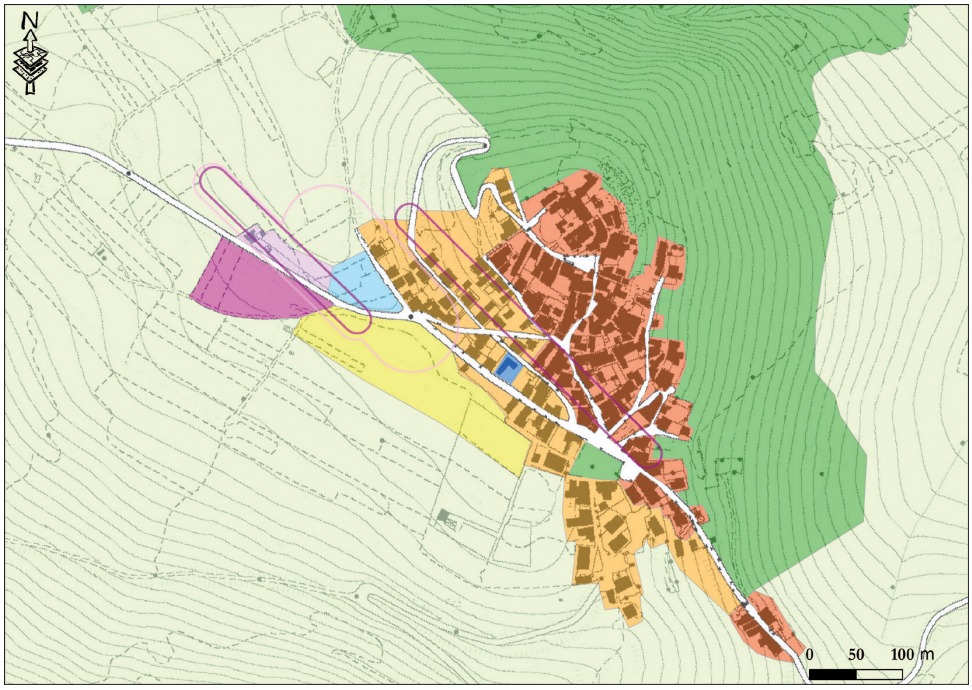
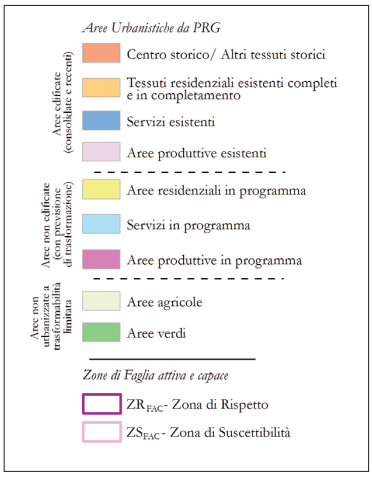


Tavola 2 → Piano Regolatore Generale

LEGENDA



NOTE ESPLICATIVE

La microzonazione sismica di livello 3 mostra la presenza di una ZR_{FAC} in "Aree edificate (recenti e consolidate)" – in particolare nel centro storico, nei tessuti residenziali esistenti completi e in completamento e nell'area produttiva esistente – e nelle "Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata" e nelle "Aree non edificate (con previsione di trasformazione)" – in particolare nelle aree a servizi, produttive e residenziali in programma e nelle aree agricole.

Le aree ricadenti in ZS_{FAC} riguardano invece parte dei tessuti residenziali esistenti completi e in completamento, le aree a servizi, produttive e residenziali in programma, e parte delle aree agricole.

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI Livello 3

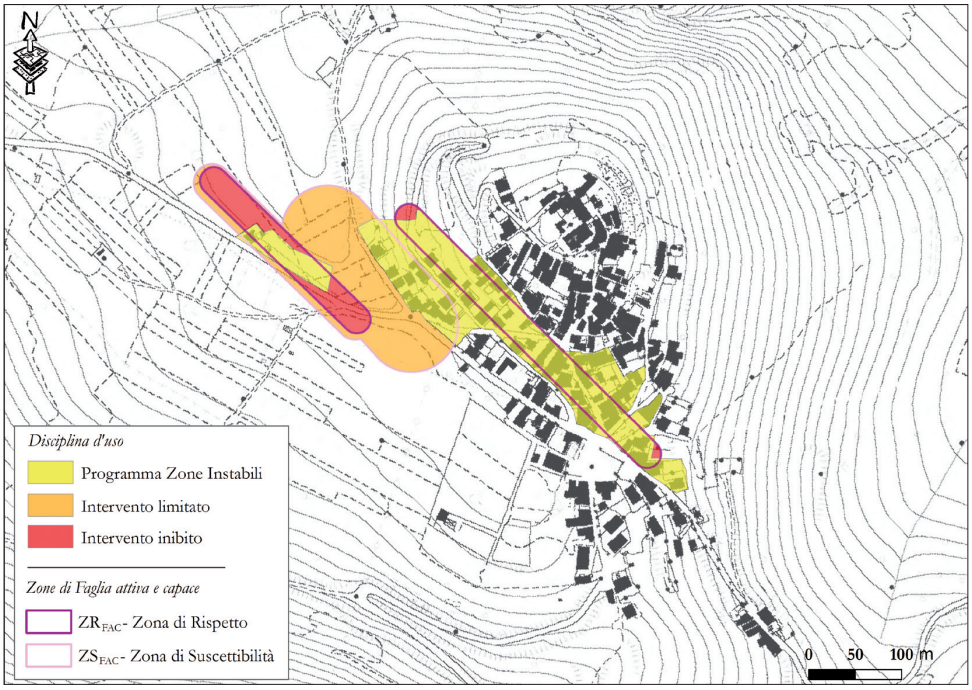


Tavola 3 → Disciplina d'uso per le Zone di Suscettibilità (ZS$_{FAC}$) e le Zone di Rispetto (ZR$_{FAC}$) di FAC (perimetro minimo).

Disciplina d'uso – Ipotesi minima (vedi Tab. B1)

L'ipotesi minima prevede l'individuazione di parti del tessuto urbano che eccedono i limiti delle ZS$_{FAC}$ e ZR$_{FAC}$ tenuto conto della continuità fisica dei manufatti e delle Unità Minime di Intervento. La disciplina d'uso proposta sulla base del Livello 3 di microzonazione sismica, in corrispondenza delle ZS$_{FAC}$ e ZR$_{FAC}$, è di tre tipi:

1. Programma Zone Instabili

Per le ZS$_{FAC}$ e ZR$_{FAC}$, nelle Aree edificate (recenti o consolidate), si definisce un Programma Zone Instabili (PZI). L'assenza di un PZI determina le seguenti condizioni:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

Nel PZI dovrà essere scelto uno dei seguenti quattro obiettivi:

- Intervento limitato (Obiettivo 1)
- Intervento obbligatorio o limitato (Obiettivo 2)
- Intervento obbligatorio o inibito (Obiettivo 3)
- Intervento inibito (Obiettivo 4)

2 Intervento limitato

Nelle Aree non edificate (con previsione di trasformazione) e nelle Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata, è prevista la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
Nuova costruzione	Limitato	È consentita la nuova edificazione solo per le classi d'uso I.

3. Intervento inibito

Nelle Aree non edificate (con previsione di trasformazione) e nelle Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata, ricadenti in ZR_{FAC}, è ammessa la sistemazione di spazi aperti, senza realizzazione di volumetrie, a servizio delle funzioni e delle attività presenti nelle aree limitrofe, insediate e urbanizzate, o per incrementare la dotazione urbana di aree verdi, spazi pubblici e verde privato attrezzato ed è prevista la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI Livello 3

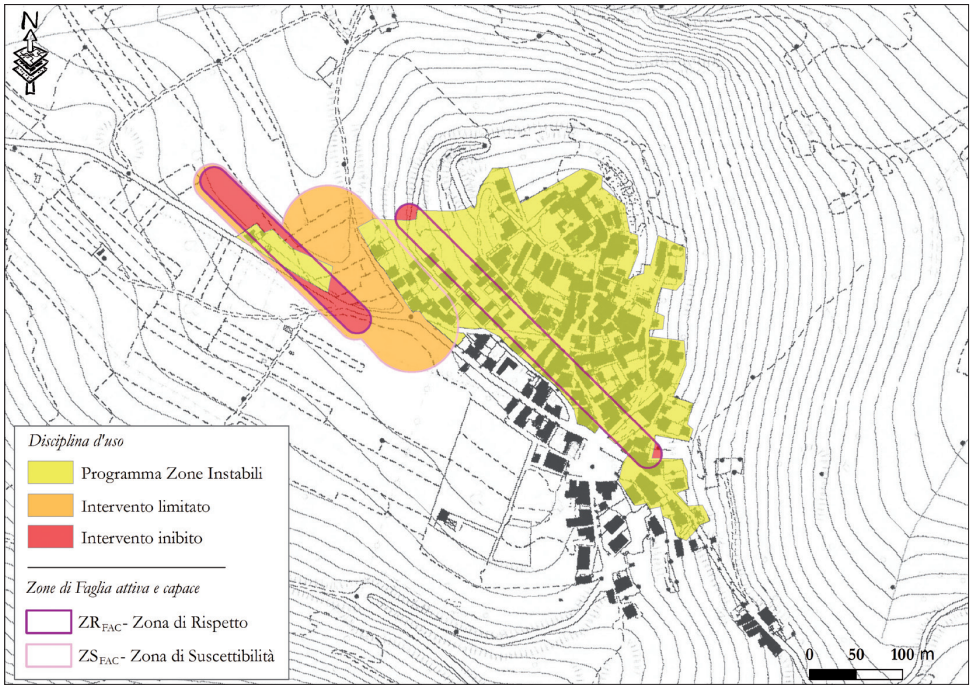


Tavola 4 → Disciplina d'uso per le Zone di Suscettibilità (ZS$_{FAC}$) e le Zone di Rispetto (ZR$_{FAC}$) di FAC (perimetro massimo).

Disciplina d'uso – Ipotesi massima (vedi Tab. B1)

L'ipotesi massima prevede l'individuazione di parti del tessuto urbano che eccedono i limiti delle ZS$_{FAC}$ e ZR$_{FAC}$ tenuto conto della continuità fisica dei manufatti, delle Unità Minime di Intervento ed anche delle zone di piano, al fine di garantire omogeneità di intervento in termini urbanistici.

La disciplina d'uso proposta sulla base del livello 3 di microzonazione sismica, in corrispondenza delle ZS$_{FAC}$ e ZR$_{FAC}$, segue le stesse indicazioni proposte per l'ipotesi minima (cfr. Tavola 3).

APPENDICE A7
SCHEMI SINTETICI DI CLASSIFICAZIONE

A ciascuna indicazione urbanistica della **tabella B1** (qui riportata nuovamente) vengono associate una o più indicazioni sulla tipologia di intervento per l'edilizia esistente o di nuova costruzione riportate nella **tabella B2**.

CATEGORIE URBANISTICHE		AREE EDIFICATE (RECENTI O CONSOLIDATE)	AREE NON EDIFICATE (CON PREVISIONE DI TRASFORMAZIONE)	AREE NON URBANIZZATE A TRASFORMABILITÀ LIMITATA	INFRASTRUTTURE
Zone di faglia	ZA_{FAC}	Obbligo di approfondimento (8.1.1)	Obbligo di approfondimento (8.2.1)		Programma Infrastrutture (8.3)
	ZS_{FAC}	Programma Zone Instabili (8.1.2)	Intervento limitato (8.2.2)		
	ZR_{FAC}		Intervento inibito (8.2.3)		

Tabella B1> Indicazioni urbanistiche.

CATEGORIE URBANISTICHE		AREE EDIFICATE (RECENTI O CONSOLIDATE)	AREE NON EDIFICATE (CON PREVISIONE DI TRASFORMAZIONE)	AREE NON URBANIZZATE A TRASFORMABILITÀ LIMITATA	INFRASTRUTTURE
Zone di faglia	ZA_{FAC}	EL – NI	EL – NI		Programma Infrastrutture
	ZS_{FAC}	EL – NI (EL – NL)	EO – NL		
	ZR_{FAC}	(EO – NL) (EO – NI) (ED – NI)	EO – NI		

Tabella B2 → Indicazioni sulle tipologie di intervento per l'edilizia esistente e per la nuova edificazione.

LEGENDA

Sigla	Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
EL	Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente).
EO	Esistente	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
EI	Esistente	Delocalizzazione	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente, perché oggetto di delocalizzazione obbligatoria.
NL	Nuova costruzione	Limitato	È consentita la nuova edificazione solo per le classi d'uso I.
NI	Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

La **Tab. B2**, con riferimento alla disciplina d'uso per le zone di ricostruzione post-terremoto di cui al capitolo 9), per quanto riguarda le Aree edificate (recenti o consolidate), viene così integrata:

CATEGORIE URBANISTICHE		AREE EDIFICATE (RECENTI O CONSOLIDATE)
Zone di faglia	ZA_{FAC}	LI – MI – GI
	ZS_{FAC}	LI – MI – GI (LL – ML – GL) (LO – MO – GD) (LO – MD – GD) (LD – MD – GD)
	ZR_{FAC}	(LO – MO – GO) (LD – MD – GD)

Tabella B3 → Indicazioni sulle tipologie di intervento per l'edilizia esistente e per l'edilizia danneggiata.

LEGENDA

Sigla	Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
LI MI GI	Danneggiata (danno Leggero, Medio-grave, Gravissimo)	Inibito	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente.
LL ML GL	Danneggiata (danno Leggero, Medio-grave, Gravissimo)	Limitato	Qualsiasi tipo di intervento deve prevedere (nei tempi definiti dalla Regione interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente).
LO MO GO	Danneggiata (danno Leggero, Medio-grave, Gravissimo)	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
LD MD GD	Danneggiata (danno Leggero, Medio-grave, Gravissimo)	Delocalizzazione	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente, perché oggetto di delocalizzazione obbligatoria.

Le sigle relative all'edilizia sopra riportate fanno riferimento ad una possibile classificazione dell'edilizia in funzione del danno. Sistemi di classificazione più articolati possono prevedere la valutazione del livello di danneggiamento e l'analisi di vulnerabilità del manufatto.

A titolo esemplificativo viene riportata la metodologia per l'attribuzione del livello di danno e vulnerabilità utilizzata dal Comune dell'Aquila per l'attribuzione degli indennizzi (Comune dell'Aquila, Assessorato alla Ricostruzione, Urbanistica e Pianificazione territoriale, *Sisma Abruzzo 2009, Manuale Istruzioni, Scheda P.E.R. L'Aquila, gennaio 2013).*

Il metodo si basa su un'analisi danno-vulnerabilità degli edifici effettuata utilizzando un'apposita scheda progetto. La correlazione danno-vulnerabilità porta all'individuazione di 4 livelli, utilizzati anche come riferimento per l'indennizzo **(Tav. A7-1)**. Il livello di danno viene valutato sulla base del rilevamento di danneggiamento a seguito del terremoto, utilizzando la scala EMS98 **(Tav. A7-2)**. La valutazione della vulnerabilità viene effettuata sulla base di criteri speditivi attribuendo un punteggio a ciascuna tipologia o carenza costruttiva **(Tavv. A7-3 e A7-4)**

Tavola A7-1 → Livelli di indennizzo (L) sulla base della correlazione danno vulnerabilità.

CORRELAZIONE DANNO-VULNERABILITÀ	MURATURA			CEMENTO ARMATO		
LIVELLO DI DANNO	LIVELLO DI VULNERABILITÀ			LIVELLO DI VULNERABILITÀ		
	V1 – bassa	**V2** – media	**V3** – elevata	**V1** – bassa	**V2** – media	**V3** – elevata
D0 = danno nullo	L0	L0	L1	L0	L0	L1
D1 = danno lieve	L0	L1	L1	L0	L1	L1
D2 = danno moderato	L1	L1	L2	L1	L1	L2
D3 = danno medio	L1	L2	L2	L1	L2	L3
D4 = danno grave	L2	L2	L3	L2	L3	L3
D5 = danno gravissimo	L2	L3	L3	L3	L3	L3

Sisma Abruzzo 2009 - Manuale istruzioni scheda P.E.R. L'Aquila

Tavola A7-2 → **Definizioni dei livelli di danno.**

Descrizione dei livelli di danno della scala Ems 98 ottenuti dalla conversione del danno rilevato con la scheda AeDES:

- **D1 danno leggero:** nessun danno strutturale e danno non strutturale trascurabile; fessure capillari a pochi pannelli murari; caduta di piccoli pezzi di solo intonaco, in rari casi caduta di parti superiori di edifici.
- **D2 danno moderato non strutturale:** lesioni alle murature, cadute di pezzi abbastanza grandi di intonaco; crolli parziali di canne fumarie.
- **D3 danno medio con estese lesioni in più pannelli murari:** lesioni ai cornicioni; crollo di elementi non strutturali.
- **D4 danno grave alle strutture:** crollo di porzione di muri, crollo parziale di cornicioni e solai.
- **D5 danno gravissimo alle strutture:** prossimo al crollo o crollo totale.

D1 – danno leggero	D2- danno medio-moderato	D3 – danno medio-grave	D4 – danno grave	D5 – danno gravissimo

Sisma Abruzzo 2009 - Manuale istruzioni scheda P.E.R. L'Aquila

(...)

A5 DETERMINAZIONE DELLA VULNERABILITÀ

A5.1 Edifici in muratura

La vulnerabilità è stata determinata attribuendo un punteggio a ciascuna tipologia o carenza costruttiva graduato su tre livelli. La vulnerabilità elevata è attribuita quando il punteggio è maggiore o uguale a 40, la vulnerabilità media prevede un punteggio compreso tra 25 e 40 e la vulnerabilità bassa si ottiene per valori inferiori a 25.

Tavola A7-3 → Livelli di vulnerabilità per gli edifici in muratura.

LIVELLO VULNERABILITÀ	PUNTEGGIO
V3 – elevata	>40
V2 – media	≥25 - ≤40
V1 – bassa	<25

Tabella riepilogativa delle vulnerabilità rilevate.

Nella tabella sono riportate gli indicatori di vulnerabilità , il giudizio e il punteggio

N.	MODELLO SPEDITIVO VULNERABILITÀ	V3 = elevata	V2 = media	V1 = bassa	V3	V2	V1
1	qualità della muratura	caotica, sbozzata senza ricorsi e orizzontalità, diatoni, ...	sbozzata con ricorsi, a spacco, ...	squadrata, mattoni pieni, con ricorsi, diatoni	12	8	4
2	qualità delle connessione della muratura alle angolate ed ai martelli.	Assente	Irregolari	alternanza regolare	6	4	2
3	Presenza di muratura gravante in falso, almeno su un livello, sulle strutture orizzontali per almeno il 10% della superficie in pianta.	Presente		assente	3	0	0
4	Elevata distanza tra pareti portantl successive (rapporto massimo interasse/spessore della muratura maggiore di 14)	>14	≥10;<14	<10	4	3	2
5	Orizzontamenti: collegamento alle strutture verticali portanti	Assenti o mal collegati	collegamenti poco efficaci	ben collegati	10	7	5
6	Strutture di copertura : collegamento alle strutture verticali portanti	Assente, mal collegato/pesante	collegamenti pocoefficaci	ben collegati	8	6	4
7	Presenza di impalcati impostati su piani sfalsati con dislivello maggiore di 1/3 dell'altezza di interpiano	Sì	No	No	4	0	0
8	Carenza di collegamenti fra gli elementi non strutturali e la struttura.	assente	poco efficaci	efficaci	4	2	0
9	Posizione nell'aggregato	testata/angolo	Interno sporgente	interno	3	2	1
	Totale punteggio massimo				**54**	**34**	**18**

Sisma Abruzzo 2009 - Manuale istruzioni scheda P.E.R. L'Aquila

(...)

A5.2 EDIFICI IN CEMENTO ARMATO

La vulnerabilita e stata graduata su tre livelli: elevata, media e bassa. A ciascuna carenza costruttiva è stata attribuita una classe tra A (principale) e B (secondaria). La vulnerabilita è elevata quando sono presenti almeno 2 carenze costruttive di classe A, è bassa se sono presenti almeno 3 carenze costruttive di classe B e media in tutti gli altri casi.

Nella tabella sono riportati gli indicatori di vulnerabilità e la classe

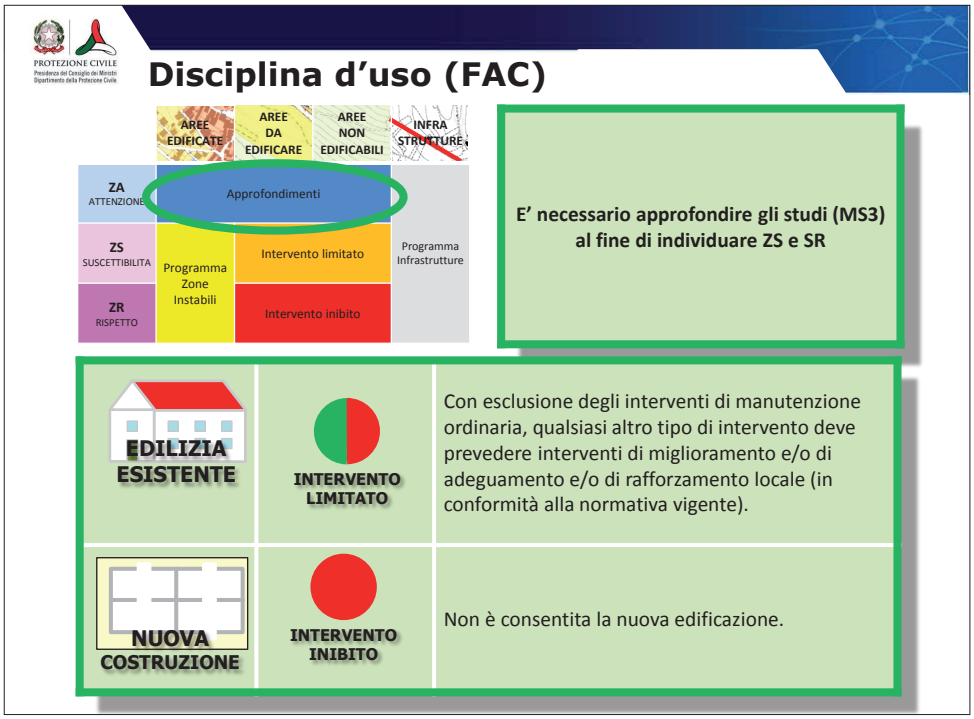
TABELLA RIEPILOGATIVE DELLE CARENZE COSTRUTTIVE GRAVI		A	B
1	REGOLARITÀ IN PIANTA	X	
2	RIGIDEZZA DEI SOLAI		X
3	DISTRIBUZIONE DELLE TAMPONATURE IN PIANTA		X
4	DISTRIBUZIONE DELLE TAMPONATURE IN ELEVAZIONE	X	
5	TAMPONATURE FUORI DELLA MAGLIA STRUTTURALI		X
6	PRESENZA DI PILASTRI TOZZI	X	
7	CARENZA DEL SISTEMA RESISTENTE	X	
8	STATO DI CONSERVAZIONE		X
9	ASSENZA DEL GIUNTO SIMICO		X
10	CARICO SUI PILASTRI	X	
11	RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO	X	
12	EPOCA DI COSTRUZIONE		X

Tavola A7-4 → Livelli di vulnerabilità per gli edifici in cemento armato.

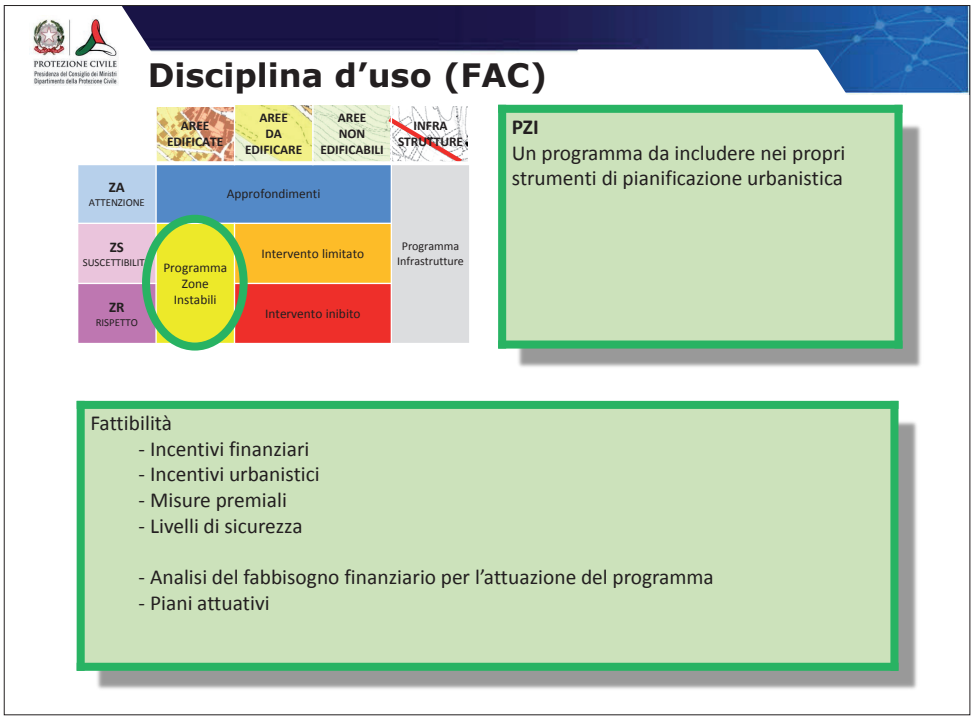
Alta	≥ 2 A
Media	Altre combinazioni
Bassa	≤3 B

APPENDICE A8

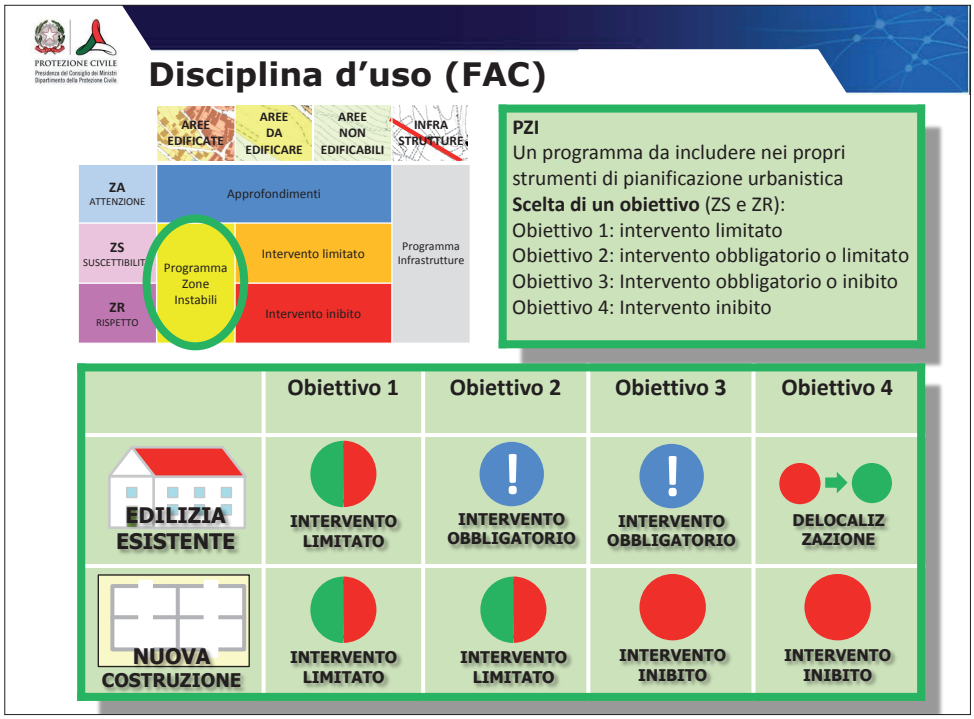
SCHEMA RIASSUNTIVO DELLA DISCIPLINA D'USO



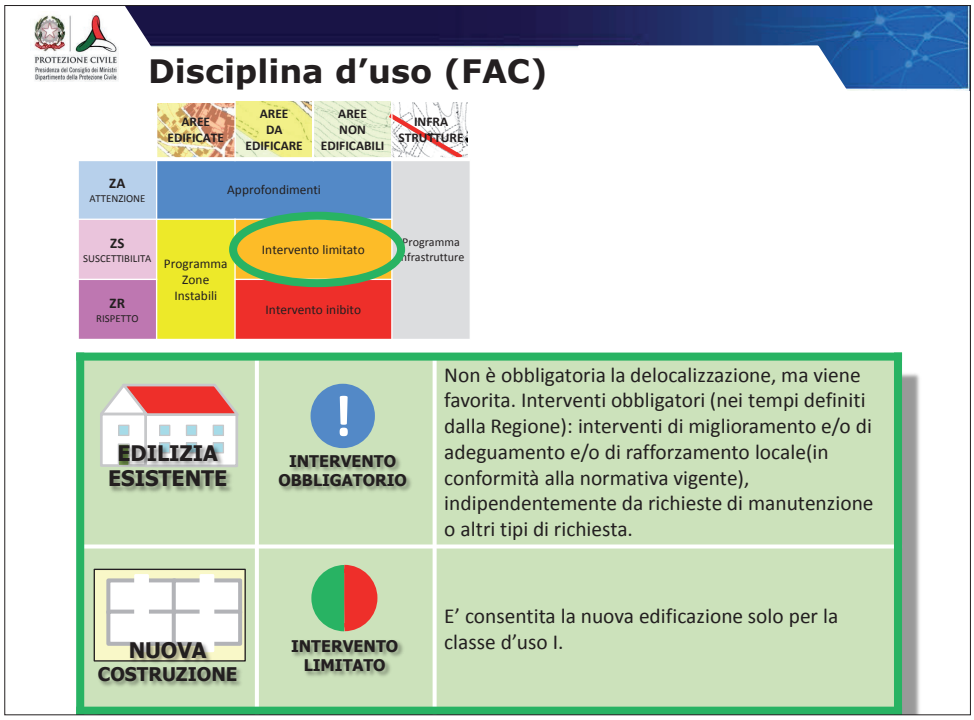
Slide 1 → Zone di Attenzione: Interventi limitati per l'edilizia esistente e inibizione per le nuove costruzioni.



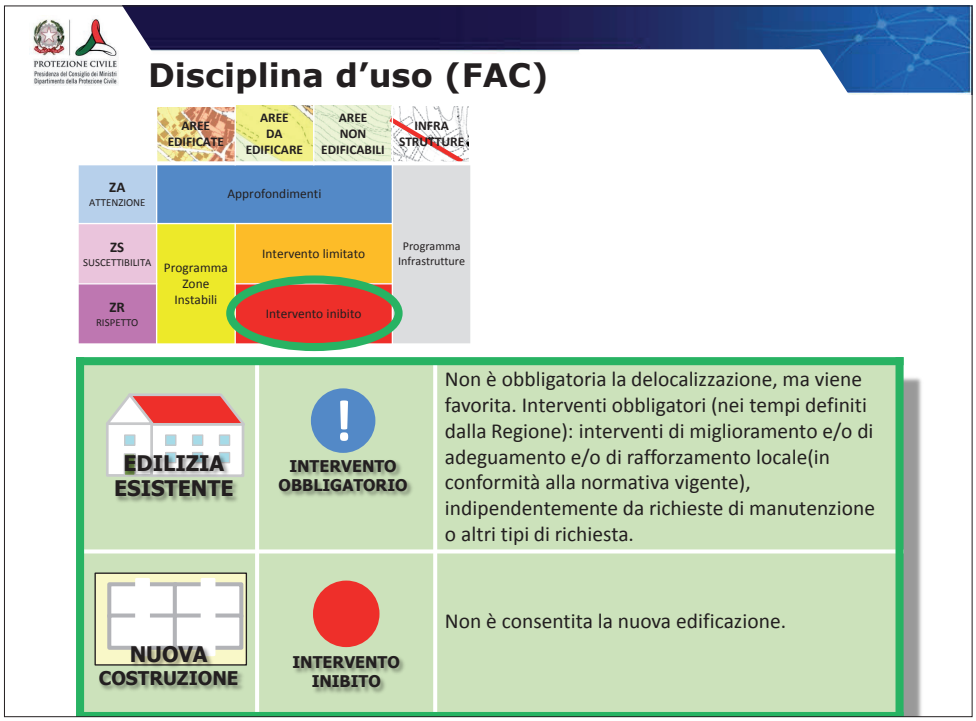
Slide 2 → Zone di Suscettibilità e Zone di Rispetto per Aree Edificate: Definizione del Programma Zone Instabili (PZI).



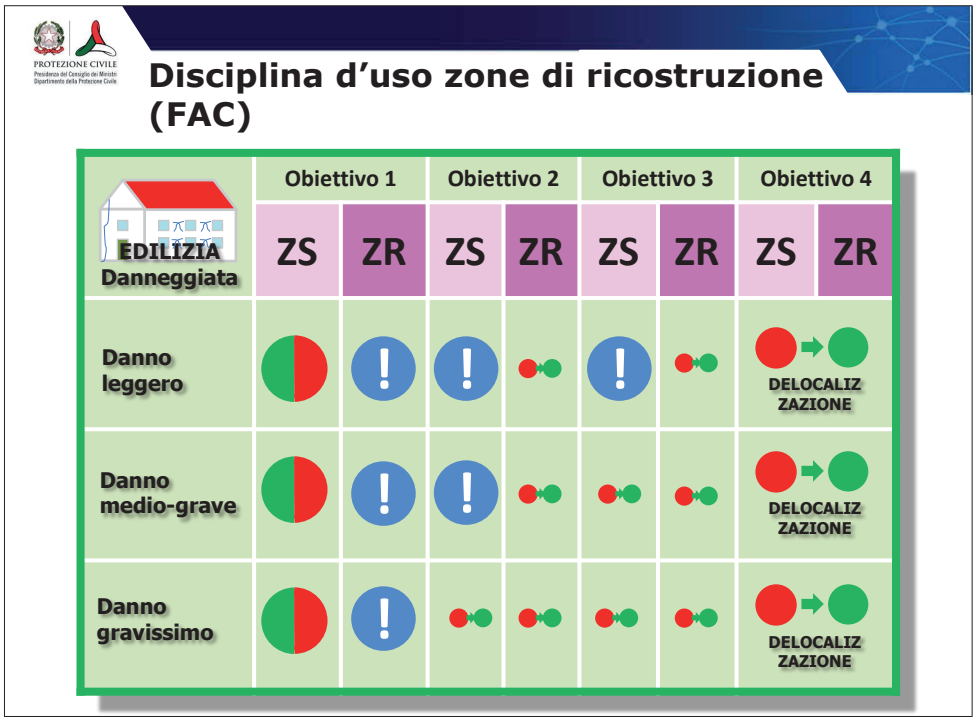
Slide 3 → **Zone di Suscettibilità e Zone di Rispetto per Aree Edificate: Scelta Obiettivo del PZI.**



Slide 4 → **Zone di Suscettibilità per Aree non Edificate e Aree non Edificabili: Interventi obbligatori per l'edilizia esistente e Interventi limitati per le Nuove costruzioni.**



Slide 5 → Zone di Rispetto per Aree non Edificate e Aree non Edificabili: Interventi obbligatori per l'edilizia esistente e Interventi inibiti per le Nuove costruzioni.



Slide 6 → Disciplina d'uso per le zone di ricostruzione, in funzione dell'obiettivo prescelto per il PZI.

Pagina bianca presente nell'originale

STAMPA Arti Grafiche Celori

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

Via Ulpiano, 11 - Via Vitorchiano, 2 - Roma (IT)
www.protezionecivile.gov.it

Commissione tecnica per la microzonazione sismica
(articolo 5, comma 7, OPCM 13 novembre 2010, n. 3907)

Microzonazione sismica

Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR)

versione 1.0

Roma, 2017

Pagina bianca presente nell'originale

Microzonazione sismica
Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR)

Versione 1.0

A cura di
Fabrizio Bramerini (DPC), Sergio Castenetto (DPC), Margherita Giuffrè (CNR-IGAG), Giuseppe Naso (DPC)

Gruppo di lavoro

Regione Emilia Romagna: L. Martelli
Regione Friuli Venezia Giulia: F. Kranitz
Regione Liguria: D. Bottero
Regione Lombardia: S. De Andrea
Regione Piemonte: V. Giraud
Regione Toscana: M. Baglione
Regione Veneto: R. Mariani

Politecnico Milano: M. Compagnoni, F. Pergalani
Univ. Bicocca Milano: F. Agliardi, G.B. Crosta, P. Frattini, A. Valagussa
Univ. Genova: S. Barani, R. De Ferrari, G. Ferretti
Università di Pescara: Valter Fabietti

DPC: Fabrizio Bramerini, Sergio Castenetto, Giuseppe Naso, Emanuela D'Agostini

CNR-IGAG: Silvia Giallini, Massimiliano Moscatelli

COMMISSIONE TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA (*ex art. 5 OPCM 3907/2010*)
Mauro Dolce (DPC, Presidente), Walter Baricchi (Consiglio Nazionale degli Architetti Pianificatori Paesaggisti Conservatori), Fabrizio Bramerini (DPC), Sergio Castenetto (DPC, segreteria tecnica), Serafino Frisullo (Collegio nazionale geometri), Giuseppe Ianniello (Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti), Luca Lo Bianco (UNCEM), Luca Martelli (Conferenza Unificata), Rossella Monaco (Conferenza Unificata), Raffaele Nardone (Consiglio nazionale dei Geologi), Giuseppe Naso (DPC), Antonio Ragonesi (ANCI), Fabio Sabetta (DPC), Raffaele Solustri (Consiglio nazionale degli Ingegneri), Elena Speranza (DPC)
Rappresentanti delle Regioni e delle Province autonome
Maria Basi (Regione Abruzzo), Gerardo Colangelo (Regione Basilicata), Giovanna Petrungaro (Regione Calabria), Crescenzo Minotta (Regione Campania), Luca Martelli (Regione Emilia - Romagna), Graziano Cecchi (Regione Friuli-Venezia Giulia), Adelaide Sericola (Regione Lazio), Daniele Bottero (Regione Liguria), Silvio De Andrea (Regione Lombardia), Pierpaolo Tiberi (Regione Marche), Rossella Monaco (Regione Molise), Vittorio Giraud (Regione Piemonte), Angelo Carlo Sileo (Regione Puglia), Andrea Motti (Regione Umbria), Massimo Baglione (Regione Toscana), Massimo Broccolato (Regione Valle d'Aosta), Enrico Schiavon (Regione Veneto), Giovanni Spampinato (Regione Sicilia), Saverio Cocco (Provincia Autonoma di Trento), Claudio Carrara (Provincia Autonoma di Bolzano)

Hanno inoltre partecipato ai lavori della Commissione tecnica
Giuliano Basso (Regione Veneto), Antonio Colombi (Regione Lazio), Marina Credali (Regione Lombardia), Eugenio Di Loreto (Regione Lazio), Antonio Gerardi (Regione Lazio), Norman Natali (Regione Umbria), Isabella Trulli (Regione Puglia), Rocco Onorati (Regione Basilicata), Giuseppe Iiritano (Regione Calabria), Giorgio Pipponzi (Regione Abruzzo), Antonio Torrisi (Regione Siciliana)

L'attività di supporto e monitoraggio è svolta in accordo con CNR-IGAG (responsabile scientifico Gian Paolo Cavinato e Massimiliano Moscatelli)

Struttura tecnica di supporto
Gianluca Acunzo, Maria Sole Benigni, Flavio Bocchi, Monia Coltella, Chiara Conte, Noemi Fiorini, Margherita Giuffrè, Federico Mori, Roberto Razzano

Indice

Premessa 6

PARTE PRIMA Descrizione del fenomeno fisico e delle zone di instabilità di versante sismoindotte 9

1 Definizioni generali 9

2 Generalità 11

3 Carte, livelli di microzonazione sismica e zone di instabilità di versante 13

3.1 Screening preliminare: definizione di una soglia di pericolosità sismica di base (H_{FR}) 16

3.2 Carta delle MOPS – livello 1 (ZA_{FR} - Zone di Attenzione per instabilità di versante) 17

3.2.1 Frane in terra 18

3.2.2 Frane di crollo 19

3.3 Carta di MS - livello 3 (ZS_{FR} - Zone di Suscettibilità per l'instabilità di versante) 21

3.3.1 Frane in terra 22

3.3.2 Frane di crollo 25

3.4 Carta di MS - livello 3 (ZR_{FR} - Zone di rispetto per l'instabilità di versante) 27

3.4.1 Frane in terra 28

3.4.2 Frane di crollo 29

3.5 Riepilogo dei metodi e delle zone per la Carta delle MOPS e per la Carta di MS 31

4 Modalità di rappresentazione e perimetrazione delle zone 32

4.1 Modalità di rappresentazione delle zone 32

4.2 Modalità di perimetrazione delle zone 32

PARTE SECONDA Disciplina d'uso del suolo in zone interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR) 34

5 Individuazione delle categorie di aree urbanistiche interessate da instabilità di versante sismoindotte 34

6 Disciplina d'uso 35

6.1 Aree edificate 36

6.1.1 Obbligo di approfondimento (Aree edificate) 36

6.1.2 Programma Zone Instabili 36

6.2 Aree non edificate o non urbanizzate 38

6.2.1 Obbligo di approfondimento (Aree non edificate o non urbanizzate) 38

6.2.2 Intervento limitato 38

6.3 Programma Infrastrutture 39

7 Disciplina d'uso per le zone di ricostruzione post-terremoto 39

7.1 Aree edificate 39

7.1.1 Obbligo di approfondimento (Aree edificate) 39

7.1.2 Programma Zone Instabili 39

8 Ruoli delle Istituzioni pubbliche 41

9 BIBLIOGRAFIA 42

ELENCO APPENDICI

PARTE PRIMA

APPENDICE A1 – Metodologia per l'identificazione della coppia M-D di soglia (a cura di Università di Genova)

APPENDICE A2 – Indicazioni operative per la Carta delle MOPS e programmazione nuove indagini

A2.1 - Omogeneizzazione dei dati desunti da inventari (PAI, IFFI) (a cura di Regione Liguria)

A2.2 - Individuazione delle aree potenzialmente franose (APF) e delle aree di evoluzione della frana (AE) (a cura di Regione Toscana)

A2.3 - Definizione di indagini e parametri per la programmazione degli approfondimenti superiori (a cura di Regione Emilia Romagna).

APPENDICE A3 – Calcolo dei coefficienti Kh e Kh_{eq} (a cura di DPC)

APPENDICE A4 – Progetto MASSMOVE per frane di crollo (a cura di Regione Friuli Venezia Giulia, Regione Veneto e Università Bicocca di Milano, Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie)

APPENDICE A5 - Soglia di PGA per identificazione delle ZS_{FR} (a cura di Università Bicocca di Milano, Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie)

PARTE SECONDA

APPENDICE B1 – Schema di Programma Zone Instabili

APPENDICE B2 - Schemi sintetici di classificazione

APPENDICE B3 - Schema riassuntivo della disciplina d'uso

Premessa

Il presente documento è stato predisposto con la finalità di modificare e integrare quanto indicato in "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" (ICMS, 2008) nella parte riguardante i fenomeni di instabilità di versante sismoindotti. Si evidenzia immediatamente che l'oggetto di questo documento sono unicamente le instabilità di versante che devono il loro movimento, oltre a caratteri predisponenti, alla forzante sismica, quindi in tutto il testo si intende, anche se non specificato, "instabilità di versante sismoindotte", rimandando ad altri documenti la trattazione del fenomeno generale delle instabilità.

Il documento è stato redatto con la collaborazione di alcune Regioni, che hanno inteso condividere alcune specifiche esperienze territoriali e con il supporto di alcune università ed enti di ricerca. Nelle procedure si è anche fatto riferimento alle esperienze maturate in occasione dei recenti terremoti che hanno interessato il nostro paese e agli studi ad essi seguiti.

L'obiettivo principale di queste linee guida è definire i criteri generali e le procedure operative, in coordinamento tra lo Stato, le Regioni e gli Enti Locali, per:

- raccogliere accurate informazioni sul rischio indotto dalla presenza di terreni suscettibili di instabilità di versante;
- mitigare il rischio nelle aree con previsioni di trasformazione;
- mitigare il rischio nelle aree edificate.

Secondo gli ICMS (2008), la carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (Carta delle MOPS; livello 1 di MS) può essere redatta con l'utilizzo di dati pregressi, se sufficienti. Nella maggior parte dei casi i dati pregressi, cosiddetti "poveri" (in questo testo definiti "elementi informativi minimi"), consistono in informazioni di base quali la descrizione delle unità litologiche, gli elementi geomorfologici, i livelli di falda rilevati durante le perforazioni. Pertanto, per l'identificazione e definizione della suscettibilità di instabilità di versante, negli studi per la Carta delle MOPS si propongono metodologie che utilizzano dati immediatamente disponibili (ad esempio, inventari dei fenomeni franosi) perché raccolti *in situ* per precedenti studi o presenti in letteratura o in database pubblici. Per la realizzazione della Carta di Microzonazione Sismica (Carta di MS, livello 3 di MS) si rende necessaria, invece, l'esecuzione di indagini specifiche e approfondimenti per la caratterizzazione dei terreni.

Per quanto riguarda le metodologie di elaborazione, queste Linee Guida, che a seguito della condivisione con le Regioni sono parte integrante degli ICMS (2008), devono necessariamente basarsi sulla documentazione tecnico-normativa (NTC, 2008 e AGI, 2005 e successivi aggiornamenti) e scientifica, disponibile, rimandando ad altri contesti l'utilizzo di metodologie innovative.

In figura 1 è rappresentato uno schema, applicabile a tutte le possibili instabilità sismiche (frane, liquefazioni, faglie attive e capaci e cedimenti differenziali), che sintetizza le attività, i risultati attesi e il tipo di zona suscettibile di instabilità nell'ambito dei diversi livelli di approfondimento degli studi per la microzonazione sismica (MS).

E' da sottolineare l'opportunità di rendere totalmente omogenea, per le diverse instabilità, l'identificazione, il significato e la denominazione delle zone suscettibili di instabilità che, come si evince dallo schema, sono di tre tipi:

- Zone di Attenzione (ZA) negli studi per la Carta delle MOPS
- Zone di Suscettibilità (ZS) negli studi per la Carta di MS
- Zone di Rispetto (ZR) negli studi di per la Carta di MS.

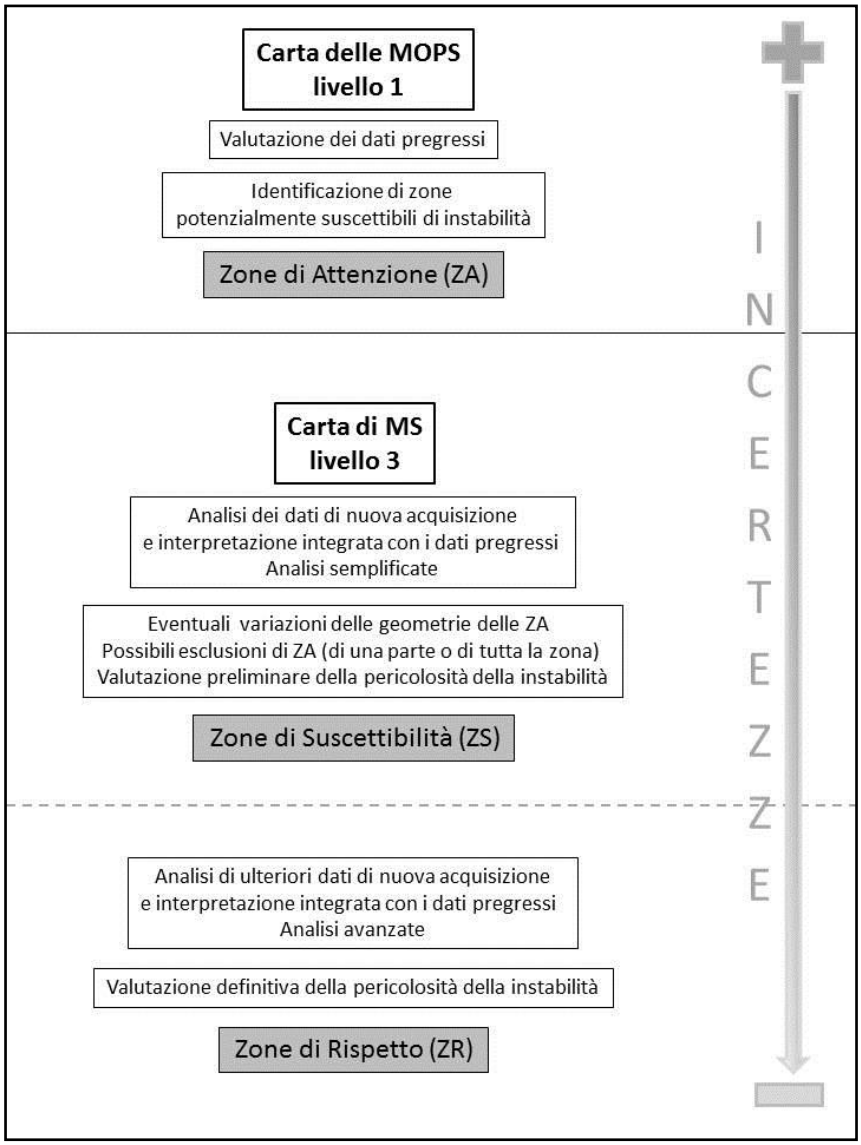


Figura 1 – Schema illustrativo del tipo di zona di instabilità nelle carte MOPS e MS. La raccolta dati e le analisi permettono di ridurre le incertezze dal livello 1 al livello 3.

Concettualmente, il significato dei tre tipi di zone è il seguente:

- Zone di Attenzione (ZA): sono zone nelle quali i dati a disposizione indicano la presenza di condizioni predisponenti l'instabilità in esame ma non sono sufficienti, in quantità e tipologia, per definire se l'instabilità possa effettivamente verificarsi in caso di evento sismico; è possibile, tuttavia, ad esempio attraverso la consultazione di inventari, stabilire la presenza e/o l'accadimento di eventuali fenomeni in occasione di eventi sismici passati.
- Zone di Suscettibilità (ZS): sono zone nelle quali, a seguito di una raccolta dati specifica per l'instabilità in esame e l'applicazione di metodi di analisi il più delle volte semplificati (per permettere

un'applicazione dei risultati a un'area estesa), è possibile fornire una stima quantitativa della pericolosità[1].

- Zone di Rispetto (ZR): sono zone nelle quali, a seguito di una raccolta dati specifica per l'instabilità in esame e l'applicazione di metodi di analisi il più delle volte avanzati (per analizzare dettagliatamente aree limitate e/o particolarmente importanti), è possibile quantificare in modo affidabile la pericolosità.

La differenza tra Zona di Suscettibilità e Zona di Rispetto, al termine dello studio, è data, oltre che dall'applicazione dei metodi diversi di analisi ("avanzati" in ZR), dal diverso livello di pericolosità (più elevato nella ZR), espresso attraverso uno specifico parametro descrittivo dell'instabilità considerata (faglia attiva e capace, instabilità di versante, liquefazione, cedimenti differenziali).

Il presente documento è costituito da due parti:

PARTE PRIMA, nella quale si definisce il fenomeno fisico delle instabilità di versante per le frane in terra e per le frane di crollo, e si descrive una procedura tecnico operativa per stabilire forma e dimensioni delle zone investite dal fenomeno.

PARTE SECONDA, nella quale si forniscono indicazioni per la disciplina degli usi del suolo nelle zone investite dal fenomeno, sia dal punto di vista urbanistico che dal punto di vista delle classi d'uso dei manufatti.

Nelle APPENDICI vengono riportate alcune elaborazioni indispensabili per il complemento del testo.

Le presenti linee guida sono state approvate dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica (articolo 5, comma 7, OPCM 13 novembre 2010, n. 3907), nella seduta del 2 marzo 2017 e costituiscono un'integrazione e un approfondimento degli ICMS (2008). Vengono messe a disposizione delle Regioni e delle Province Autonome affinché ne favoriscano l'uso come strumento operativo e ne definiscano il livello prescrittivo.

La struttura del presente documento è analoga a quella delle Linee guida per la gestione del territorio interessato da Faglie Attive e Capaci (FAC), approvate dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome nella seduta del 7 maggio 2015. In particolare la seconda parte, riguardante la disciplina d'uso del suolo, riporta lo stesso schema di indicazioni urbanistiche e edilizie.

[1] Nel testo il concetto di "zona di suscettibilità per instabilità di versante" è inteso in maniera diversa da come lo si intende in una parte della letteratura di settore, che per suscettibilità intende una valutazione del fenomeno nella quale non sono compresi i termini quantitativi (e la frequenza di accadimento). Negli studi di MS, invece, le Zone di Suscettibilità (ZS) per tutte le instabilità sono intese come aree nelle quali si sono condotte elaborazioni quantitative semplificate. In termini generali, le Zone di Attenzione (ZA) sono aree che potrebbero definirsi suscettibili di instabilità secondo l'accezione della letteratura.

PARTE PRIMA

Descrizione del fenomeno fisico e delle zone di instabilità di versante sismoindotte

1 Definizioni generali

Si definiscono alcuni termini generali che descrivono il fenomeno fisico delle instabilità di versante sismoindotte. Nel testo, a meno di esplicita distinzione, i termini "instabilità di versante" e "frana" sono sinonimi.

Frana (instabilità di versante). Il movimento di una massa di roccia, di blocchi, di detrito o di terra lungo un versante.

I tipi di movimento si possono classificare come[2]:

- Crolli
- Ribaltamenti
- Colamenti
- Scorrimenti traslazionali e/o rotazionali
- Complessi

Frana in terra. Il movimento di una massa di terra che comporta uno spostamento per taglio lungo una o più superfici. Per la maggior parte sono frane per colamento o scorrimento.

Frana di crollo. E' caratterizzata dalla caduta libera di blocchi di roccia e detrito, distaccatisi dal versante lungo discontinuità prevalentemente verticali. Per la maggior parte sono frane di crollo s.s. e ribaltamento.

Frana attiva. Una frana che è attualmente in movimento; può essere un movimento di primo distacco o di riattivazione. Tra le frane attive può essere utile distinguere, in relazione alle modalità di esplicazione (occorrenza) nel tempo e nello spazio:

- frane con ricorrenza continua
- frane con ricorrenza intermittente:
    - ricorrenza a intervalli stagionali
    - ricorrenza a intervalli annuali
    - ricorrenza a intervalli decennali

Frana inattiva. Tra le frane inattive sono comprese quelle riferibili a condizioni morfoclimatiche diverse dalle attuali sia quelle che, pur essendo prodotte nell'attuale sistema morfoclimatico, sono state stabilizzate e rese inattive per intervento antropico.

Frana quiescente. E' una frana che, pur non mostrando attività al momento del rilevamento, per indizi geomorfologici o testimonianze (dirette, storiche, ecc.) possiede un'oggettiva possibilità di riattivazione nell'attuale sistema morfoclimatico.

---

[2] In una prossima revisione si affronterà anche il problema delle DGPV, deformazioni gravitative profonde di versante

Frana riattivata. Una frana che è nuovamente attiva dopo essere stata inattiva.

Frana sismoindotta. Una frana per la quale, tra le forzanti possibili per la sua mobilitazione, è prevista anche quella sismica.

2 Generalità

Le finalità di questa prima parte del documento sono:

- fissare dei requisiti minimi per gli studi di MS al fine di individuare le zone suscettibili di instabilità;
- definire procedure standard per l'individuazione delle zone instabili per frana in funzione della tipologia, della qualità delle indagini svolte e dei metodi di analisi;
- specificare il grado di incertezza dei risultati;
- definire il sistema di rappresentazione delle zone.

La letteratura geotecnica è ricca di notizie di frane in pendii naturali e artificiali avvenute in tempi lontani e recenti in occasione di terremoti.
Dall'osservazione dei fenomeni franosi sismoindotti è stato rilevato che il rapporto causa-effetto è molto complesso:

- terremoti di bassa magnitudo possono scatenare frane imponenti;
- terremoti forti possono non attivare movimenti di pendii in condizioni di stabilità precarie.

Le instabilità osservate sono molto varie:

- crolli
- distacchi parziali
- rotture generalizzate
- collassi istantanei
- movimenti ritardati, più o meno lenti

I materiali coinvolti possono essere:

- terreni granulari, argille (frane in terra)
- rocce lapidee, rocce tenere alterate (frane in roccia, di crollo).

Le numerose ed attente osservazioni effettuate negli ultimi 30 anni hanno permesso di evidenziare che il rapporto causa-effetto dipende dalla combinazione di molti fattori. E' stato possibile, inoltre, identificare i principali fenomeni fisici che si manifestano in condizioni dinamiche e i relativi parametri descrittivi. In condizioni dinamiche i cinematismi e le fenomenologie sono in generale diversi rispetto a quelli che si manifestano in condizioni statiche e in alcuni casi i movimenti sono ritardati rispetto all'evento sismico.

Il comportamento di un pendio durante l'evento sismico e per un periodo successivo all'evento stesso è strettamente legato alla natura del terreno e alle condizioni esistenti prima del terremoto e al regime idraulico del pendio. Per questo motivo, le analisi di stabilità di un pendio in zona sismica devono sempre essere effettuate con riferimento alle tre condizioni:
a) PRIMA del terremoto: condizioni statiche;

b) DURANTE il terremoto: condizioni dinamiche;

c) DOPO il terremoto: condizioni statiche, con resistenza al taglio eventualmente modificata per effetto residuo del carico ciclico o altre modifiche delle condizioni al contorno.

Limitandosi alla fase cosismica, i principali fattori che influenzano la stabilità di un pendio DURANTE un terremoto sono:

Caratteristiche del pendio

- caratteristiche morfologiche, geologiche e strutturali
- posizione e orientazione rispetto alla zona di attivazione del "piano di faglia"
- proprietà fisiche e parametri meccanici dei terreni, in condizioni statiche, dinamiche e cicliche
- regime delle pressioni interstiziali

Condizioni contingenti

- entità e posizione di eventuali carichi esterni
- uso del suolo
- modifiche alla morfologia di origine antropica e/o naturale
- condizioni climatiche antecedenti e contemporanee

Caratteristiche del terremoto

- forma, ampiezza, durata e contenuto in frequenza del moto sismico
- posizione dell'epicentro

Quindi, gli studi, le indagini e i dati necessari per la verifica della stabilità dei pendii in condizioni sismiche includono:

- acquisizione e analisi di dati esistenti
- rilievi topografici, indagini geomorfologiche, indagini geologiche
- prove geotecniche e geofisiche in sito e di laboratorio
- monitoraggio delle pressioni interstiziali
- individuazione e controllo di eventuali movimenti preesistenti
- definizione delle condizioni ambientali e di carico
- identificazione dell'azione sismica di progetto e delle strutture sismogenetiche.

3 Carte, livelli di microzonazione sismica e zone di instabilità di versante

Le carte geologiche di base e la Carta Geologico Tecnica per la Microzonazione Sismica (CGT_MS), descrivendo le caratteristiche geologico tecniche dei litotipi e l'assetto geomorfologico dell'area d'interesse, hanno un ruolo fondamentale per l'individuazione della presenza, o meno, delle condizioni locali predisponenti l'instabilità di versante. Pertanto è necessario che vengano anche rappresentati eventuali elementi antropici di interesse (es. aree di cava attive e abbandonate, discariche di inerti, ecc.).
La CGT_MS in particolare rappresenta un vero e proprio studio propedeutico per l'individuazione delle zone di instabilità di versante. In particolare, un'area nella quale è stata già individuata una frana, sarà segnalata nella CGT_MS (e accompagnata da una descrizione specifica nelle note illustrative) come un'area sulla quale sono necessari approfondimenti per verificare l'effettiva presenza di condizioni predisponenti l'instabilità.

In termini generali i metodi di verifica della zone di instabilità di versante in condizioni sismiche sono (NTC, 2008; AGI, 2005)[3]:

- metodi pseudostatici (analisi semplificate)
- metodi dinamici degli spostamenti (analisi dinamiche semplificate)
- metodi dinamici sforzi-deformazioni (analisi dinamiche avanzate).

Questi metodi si differenziano per:

- modalità di schematizzazione dell'azione sismica (costante o funzione del tempo, descritta mediante uno o più parametri rappresentativi o mediante l'intera storia temporale)
- modello di comportamento dei terreni (es. rigido-plastico, elasto-plastico,…)
- parametro di riferimento per la valutazione delle condizioni di stabilità (fattore di sicurezza, entità dello spostamento, livello tensionale)
- tipo di approccio analitico o numerico utilizzato (es. equilibrio limite, analisi limite, differenze finite, elementi finiti)
- condizione limite di riferimento (stato limite ultimo o di esercizio).

La metodologia generale, adottata in queste linee guida, si basa su procedure di *screening* successivi che, partendo da tutte le instabilità di versante segnalate in documentazione pregressa e in database (PAI, IFFI,…), consentono di individuare le frane attivabili con una forzante sismica e che interessano le aree urbanizzate e urbanizzabili (fig. 2).

Uno *screening* preliminare escluderà, solo sulla base della pericolosità sismica di base, le aree che, pur essendo in frana, non saranno soggette a forzante sismica tale da provocarne l'attivazione.

---

[3] Per una trattazione sintetica dei metodi di studio e di verifica della stabilità dei versanti in condizioni sismiche si rimanda anche a http://people.dicea.unifi.it/clau/14a%20Pendii%20AA-2012_13.pdf

http://people.dicea.unifi.it/clau/14b%20Pendii%20AA-2012_13.pdf

http://people.dicea.unifi.it/johannf/disp_18.pdf

Uno *secondo* screening, applicando metodi pseudostatitici che considerano dati geologici e geotecnici, consentirà di escludere altre aree.

Il terzo e ultimo *screening* permetterà di definire solo le frane che potenzialmente possono interessare le aree urbanizzate e urbanizzabili, valutando e calcolando gli spostamenti.

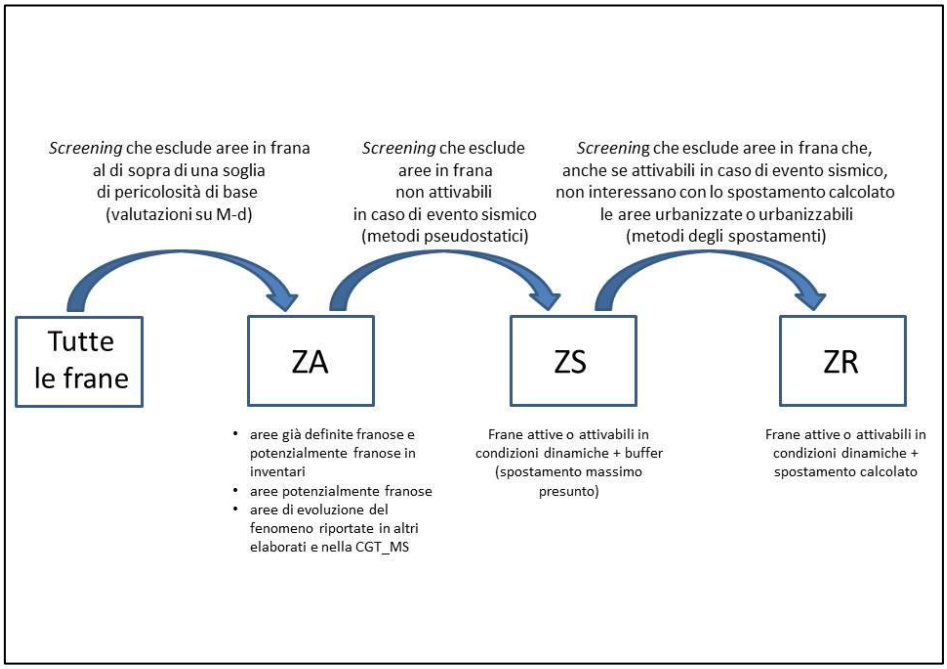


Figura 2 – Metodologia generale di individuazione delle ZA, ZS e ZR per le instabilità di versante (frane).

I livelli di approfondimento e le carte (tab. 1) per l'individuazione delle instabilità di versante, descritti nel presente documento, sono:

- livello 1 (Carta delle MOPS) per l'individuazione di Zone di Attenzione per le instabilità di versante (ZA_{FR}), nel quale vengono utilizzati elementi informativi minimi[4] (es. segnalazioni di aree in frana o potenzialmente franose in inventari esistenti, confronto con CGT_MS ed eventuali dati pregressi raccolti durante lo studio di MS di livello 1)
- livello 3 (Carta di MS) nel quale vengono distinte due modalità di approfondimento delle analisi in funzione di due tipologie di zone previste:
    - Zone di Suscettibilità per instabilità di versante (ZS_{FR}), da identificare con elementi informativi specifici e analisi semplificate (AGI, 2005);
    - Zone di Rispetto per instabilità di versante (ZR_{FR}), da identificare con elementi informativi specifici e analisi dinamiche semplificate o avanzate (AGI, 2005).

Gli studi di MS con approfondimenti di livello 2, poiché richiedono particolari condizioni di assetto geologico del sottosuolo (strati del sottosuolo piano paralleli e morfologia piatta), non sono compatibili

[4] Tra gli elementi informativi minimi si intendono i dati pregressi, incrociati con soglie preliminari della pericolosità sismica a scala regionale

con le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dei versanti instabili e quindi, come si dirà in dettaglio più avanti, non sono utilizzabili per questo tipo di instabilità permanente cosismica. Pertanto, nelle carte di MS con approfondimenti di livello 2 si riporteranno le ZA_{FR} definite nel livello 1.

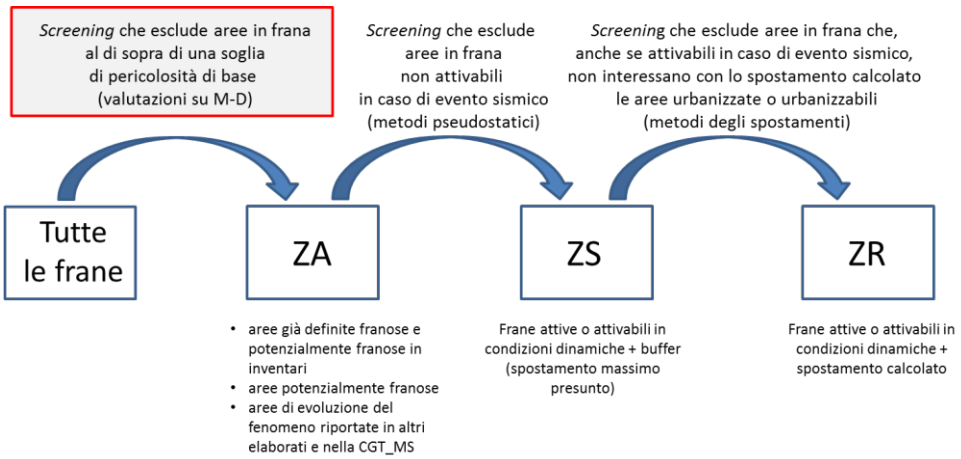
Come si può notare, i diversi tipi di zona di instabilità di versante sono propri di livelli diversi di approfondimento. A ciascun tipo di zona corrispondono indicazioni per la pianificazione urbanistica e per gli interventi di trasformazione che saranno trattate nella PARTE SECONDA di questo documento.

Livello di MS	**Carta**	**Zone di instabilità di versante**	**Elementi informativi**	**Analisi e metodi**
1	MOPS	Zone di Attenzione (ZA_{FR})	Minimi Dati pregressi	-
2	MS	Zone di Attenzione (ZA_{FR})	-	*Non si effettuano studi sulle instabilità di versante*
3	MS	Zone di Suscettibilità (ZS_{FR})	Specifici	Semplificate (*sensu* AGI, 2005) Metodi pseudostatici per frane in terra Metodi semplificati per definire la suscettibilità e *la runout distance* per frane di crollo
3	MS	Zone di Rispetto (ZR_{FR})	Specifici	Dinamiche semplificate o avanzate (*sensu* AGI, 2005). Metodi degli spostamenti e calcolo *runout distance*

Tabella 1 – Livelli, carte e corrispondenti tipi di zone di instabilità di versante.

Gli studi di microzonazione sismica secondo ICMS (2008) sono svolti nelle aree urbanizzate e/o soggette a trasformazione. Il fenomeno delle instabilità di versante e la sua evoluzione coinvolgono un territorio più vasto di quello di interesse per la mappa di microzonazione sismica, quindi, per le instabilità di versante, bisognerà considerare un'area di studio estesa fino a comprendere il territorio che può essere influenzato dal fenomeno e che, nella sua evoluzione, potrebbero investire la parte urbanizzata e urbanizzabile (come da piani territoriali). Quindi la zonazione (ZA_{FR}, ZS_{FR}, ZR_{FR}) occuperà aree anche non necessariamente previste dagli ICMS (2008).

3.1 Screening preliminare: definizione di una soglia di pericolosità sismica di base (H_{FR})



Anche se la definizione della forzante sismica e le conseguenze della sua applicazione sul pendio si affronteranno nel livello successivo di approfondimento (livello 3), in questa fase preliminare agli studi di MS è richiesta la valutazione di un parametro di pericolosità sismica (coppia Magnitudo-Distanza; M-D) che permetta, definendo una soglia minima, di operare un primo *screening* e limitare le porzioni di territorio della Regione dove concentrare gli studi successivi.

Nell'ambito degli studi di microzonazione sismica di livello 1, al fine di individuare le zone di instabilità di versante in condizioni sismiche è possibile selezionare preliminarmente le aree ove sussistono le condizioni sismiche necessarie per l'attivazione del fenomeno franoso sulla base di specifici parametri sismici.

Il comportamento di un pendio in condizioni dinamiche, durante il terremoto, dipende infatti anche dalle caratteristiche intrinseche del moto sismico cioè da ampiezza, durata e contenuto in frequenza.

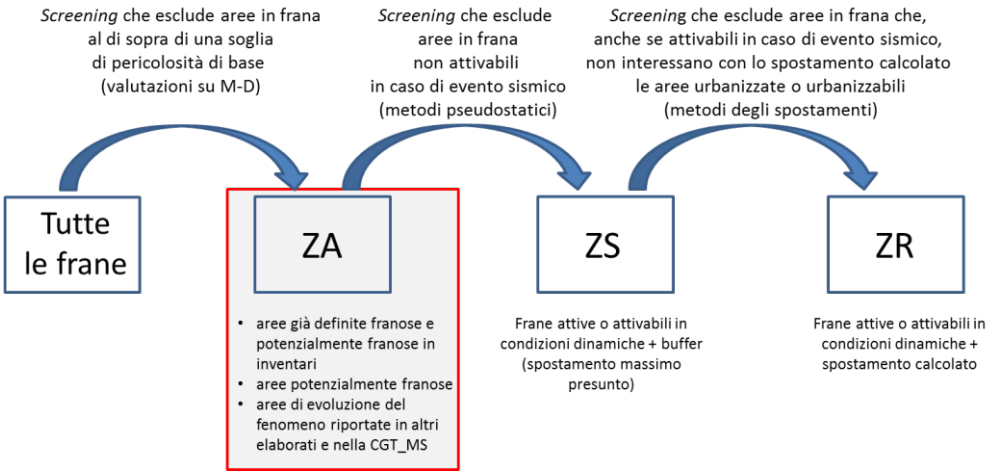
In Appendice A1 viene proposta una metodologia attraverso cui individuare le aree, definite in funzione dei limiti comunali, ove sia possibile escludere l'attivazione di frane sismoindotte sulla base di specifici parametri sismici (M-D). La metodologia proposta in appendice rappresenta solo un'indicazione e ovviamente le singole Regioni potranno utilizzare altri metodi che riterranno più congrui alle proprie esigenze.

La metodologia proposta si basa su tre fasi di analisi:

- disaggregazione della pericolosità sismica (Barani *et alii*, 2009) in termini di Magnitudo e Distanza (M-D),
- confronto degli scenari M-D con i valori di soglia, o valori critici (M_c-D_c), derivati da Keefer (1984) per l'attivazione delle frane sismoindotte
- calibrazione della procedura attraverso una validazione *ex-post*.

La coppia M-D di ogni comune esaminato sarà identificata con un parametro unico H_{FR}. In altri termini, il parametro H_{FR} corrisponderà alla coppia M-D associata al periodo spettrale e al periodo di ritorno tale da individuare sul territorio in esame tutte (o la maggior parte) le aree comunali interessate storicamente da frane sismoindotte.

3.2 Carta delle MOPS – livello 1 (ZA_{FR} - Zone di Attenzione per instabilità di versante)



Il risultato atteso del livello 1 di MS è la delimitazione della Zone di Attenzione per instabilità di versante (ZA_{FR}) costituite dalle seguenti aree:

- aree in frana (FR)
- aree potenzialmente franose (APF)
- aree di evoluzione del fenomeno franoso (AE).

L'obiettivo di questo livello di approfondimento viene perseguito utilizzando elementi informativi minimi. Alcuni di questi elementi, che attengono alle caratteristiche del sottosuolo, devono essere raccolti dando priorità alle aree già preventivamente segnalate nella CGT_MS.

Tra gli elementi informativi minimi si citano:

- segnalazioni di instabilità dei pendii in eventi sismici passati. Le informazioni sui fenomeni di instabilità di versante osservati in occasione di eventi sismici storici possono essere reperite in pubblicazioni scientifiche o nel catalogo CEDIT (2013): *Italian Catalogue Of Seismic Ground Failures* (http://www.ceri.uniroma1.it/cn/gis.jsp);
- consultazione di inventari di fenomeni franosi (PAI, IFFI, studi regionali, studi di dettaglio per piani urbanistici, ecc.); nell'ambito di questa attività è necessario verificare la coerenza reciproca dei dati provenienti dalle varie fonti considerate, laddove sorgano incongruità (es. perimetrazioni o stati di attività diversi per lo stesso corpo di frana tra le fonti conoscitive utilizzate) e occorrerà pervenire ad una sintesi. Ciò al fine di assicurare l'allineamento del tematismo "aree interessate da instabilità di versante – frane" della carta delle MOPS con le cartografie di riferimento che producono vincoli territoriali (carta di suscettività d'uso degli strumenti urbanistici o cartografia di pericolosità del PAI);
- valutazioni desunte dall'analisi della CGT_MS (soprattutto per derivare le APF).

Ulteriore obiettivo degli studi di livello 1 è la programmazione delle indagini da effettuare nel livello 3.

Si rimanda al livello di approfondimento superiore (Carta di MS - livello 3) la valutazione della possibilità di mobilitazione con forzante sismica.

Nella figura 3 è sintetizzata la procedura per la definizione delle ZA_{FR}.

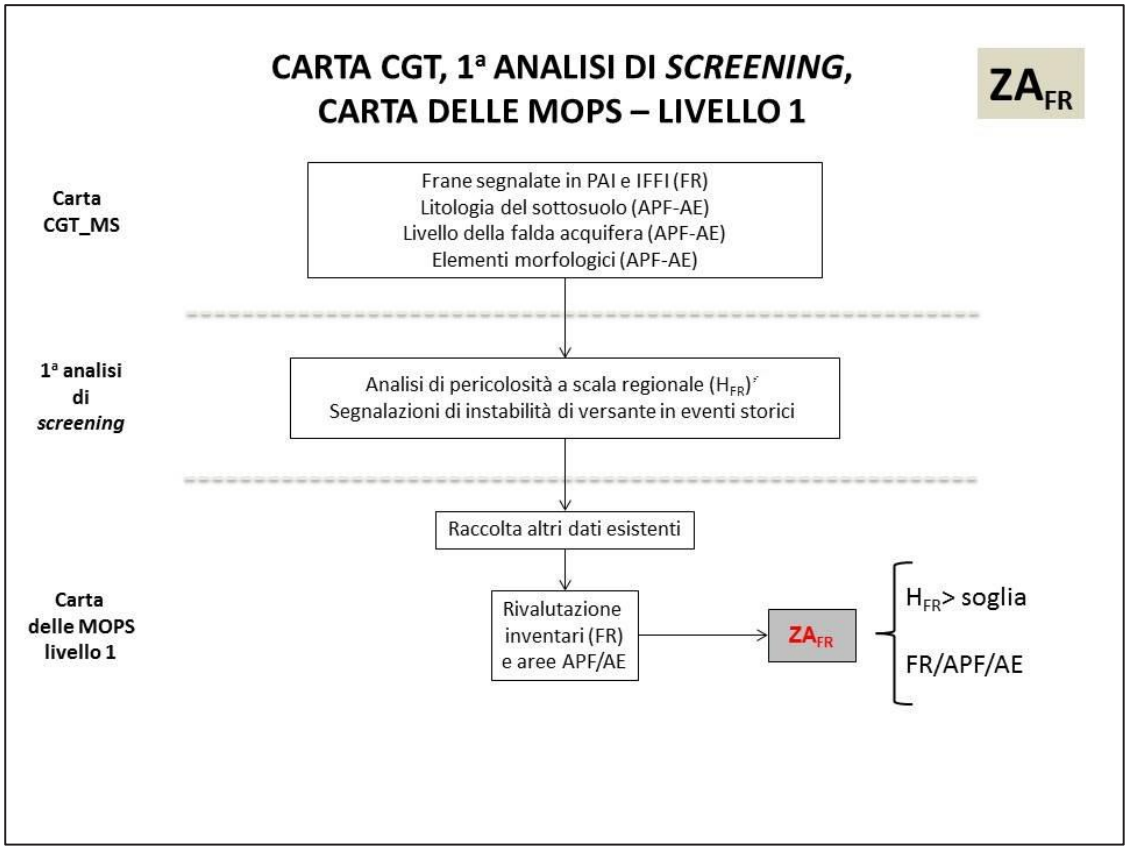


Figura 3 – Diagramma di flusso che illustra la metodologia per definire le ZA_{FR}. Per i dettagli vedi testo.

Le ZA_{FR} sono rappresentate nella Carta delle MOPS (livello 1).

Nel capitolo 4 sono illustrati i criteri per la perimetrazione della ZA_{FR}.

3.2.1 Frane in terra

Per tutti i territori che sono al di sopra della soglia di H_{FR} definita, per le frane in terra le ZA_{FR} nella Carta delle MOPS saranno composte dall'unione di:

- aree già definite franose e potenzialmente franose in inventari (FR)
- aree potenzialmente franose (APF)
- le aree di evoluzione del fenomeno (AE) riportate in altri elaborati e nella CGT_MS.

Si fa notare che nel rapporto ISPRA (2015) è riportata la seguente indicazione: "…*Le aree a pericolosità da frana dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) includono quindi, oltre alle frane già verificatesi, anche le zone di possibile evoluzione dei fenomeni e le zone potenzialmente suscettibili a nuovi fenomeni franosi*…" Questa indicazione si riferisce generalmente a situazioni statiche.

Le aree in frana che non superano la soglia H_{FR} non verranno riportate nella carta delle MOPS, ma rimarranno segnalate nella carta CGT_MS.

In Appendice A2 sono riportati documenti che definiscono i seguenti standard operativi:

A2.1 - omogeneizzazione dei dati desunti da inventari (PAI, IFFI) ed eventualmente disponibili

A2.2 - individuazione delle Aree Potenzialmente Franose e le Aree di Evoluzione del fenomeno (APF e AE)

A2.3 - definizione di indagini e parametri per la programmazione degli approfondimenti superiori.

Si raccomanda che nella descrizione in legenda di queste zone sia riportata la dicitura "zone con instabilità di versante da verificare con studi di livello superiore".

Nella Relazione illustrativa, oltre alle modalità di identificazione della ZA_{FR}, saranno riportate informazioni specifiche su:

- assetto geologico, idrogeologico, geomorfologico e geotecnico dell'area, derivante dalle analisi dei dati pregressi;
- eventuali segnalazioni di instabilità di versante in occasione di eventi sismici passati;
- ubicazione e tipologia delle indagini da condurre nei livelli di approfondimento successivi;
- metodi di analisi da impiegare nei livelli di approfondimento successivi.

L'individuazione di queste zone rimanderà obbligatoriamente al livello superiore di approfondimento (Carta di MS – livello 3).

3.2.2 Frane di crollo

Le condizioni affinché possa avvenire il fenomeno della frana di crollo sono:

- esistenza in parete o lungo il pendio di blocchi separati da giunti aperti predisponenti il distacco
- presenza di una forza scatenante (es. sisma) che inneschi il dissesto.

Le frane di crollo si manifestano in 3 fasi principali:

- rottura con distacco del materiale
- transito del materiale lungo il pendio
- arresto al piede.

Per tutti i territori che sono al di sopra della soglia di H_{FR}, le ZA_{FR} nella Carta delle MOPS per frane che coinvolgono ammassi rocciosi fratturati si basa sulla stima e sulla conseguente delimitazione dell'area di accumulo di frana. La delimitazione areale (ZA_{FR}) deriva, anche in questo caso, dall'analisi degli elementi informativi minimi e da relazioni empiriche e da nuove osservazioni sul territorio, eseguite per gli studi di livello 1.

In sostanza, le analisi devono portare a una valutazione della:

- potenzialità di innesco, ovvero classificazione delle pareti e pendii in genere (es. crolli secondari) in termini di potenzialità a generare frane di crollo

- area di accumulo connessa alle massime distanze percorse dai blocchi di roccia provenienti dalle pareti soggette a crollo (*runout distance*).

La potenzialità di innesco potrà derivare da dati desunti da inventari e/o da osservazioni di carattere prevalentemente geologico e geomorfologico su forme e depositi legati a precedenti fenomeni di crollo (area sorgente, area occupata dai depositi di precedenti frane in roccia, area di arresto di singoli blocchi), dall'analisi delle CGT_MS e da osservazioni dirette in caso di eventi sismici passati particolarmente documentati. In tal caso, come per le frane in terra, è necessario prevedere l'omogeneizzazione dei dati desunti da inventari (PAI, IFFI,…).

La valutazione semiquantitativa delle traiettorie attese e delle massime distanze percorse dai blocchi soggetti a crollo è basata sulla stima dei massimi avanzamenti potenziali, in modo da ottenere una zonazione del territorio (Varnes, 1984), per mezzo di approcci empirici.

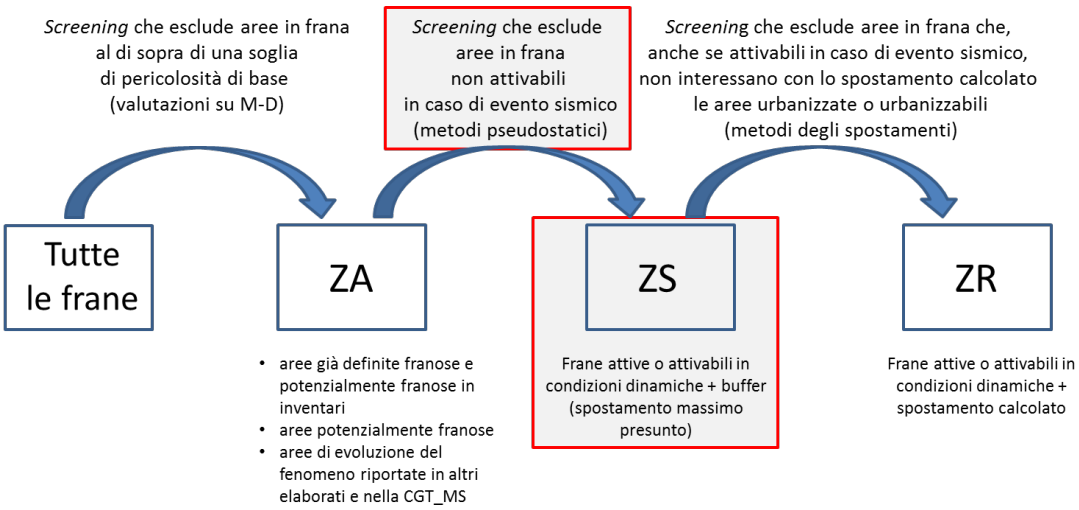
Tra gli approcci empirici per il calcolo della *runout distance* si ricordano:

- metodo del cono d'ombra (Evans e Hungr, 1993)
- metodo dell'angolo di inclinazione del versante (Onofri e Candian, 1979)
- *height fuction model* (Keylock e Domaas, 1999)
- $\alpha-\beta$ *model* (Heim, 1932 e Korner, 1980)
- *runout ratio model* (McClung e Lied, 1987)
- *simple dynamics rockfall model* (Kirkby e Statham,1975).

Si sottolinea che esperimenti e simulazioni hanno mostrato che esiste una correlazione positiva tra *runout distance* e il volume di roccia interessato dalla frana.

Come per le frane in terra, le aree che non superano la soglia H_{FR} non verranno riportate nella carta delle MOPS, ma conservate nella carta CGT_MS.

3.3 Carta di MS - livello 3 (ZS_{FR} - Zone di Suscettibilità per l'instabilità di versante)



Il risultato atteso da questo livello di approfondimento è l'individuazione di Zone di Suscettibilità per l'instabilità di versante (ZS_{FR}). Le frane attive e le frane attivabili in caso di evento sismico costituiscono le ZS_{FR}. Per queste frane, in questa fase di valutazione, non è ancora calcolato lo spostamento in caso di attivazione: per ovviare a questa mancanza di informazione si definisce un buffer intorno all'area in frana che rappresenta una sorta di spostamento massimo ipotizzabile. Le ZS_{FR} saranno pertanto costituite dalle aree in frana attive o attivabili con la forzante sismica più un buffer.

L'intera procedura che porta alla definizione delle ZS_{FR} permette di operare una prima selezione (*screening*) tra le zone identificate come ZA_{FR} nel livello 1, riducendo il numero di quelle di interesse in caso di terremoto. In pratica solo alcune ZA_{FR} saranno ZS_{FR}. Lo scopo della procedura di *screening*, infatti, è quello di filtrare le aree che hanno bassissimo o nessun potenziale di sviluppo di frane sismoindotte.

Nella prima fase della procedura di *screening*, dovrà essere valutata l'attività della frana, distinguendo frane attive (FR_{att}), frane quiescenti (FR_{quie}) e frane stabilizzate (FR_{stabil}).

Per supportare chi che deve fattivamente operare questa distinzione, si riporta una tabella di confronto tra la classificazione dello stato di attività delle frane e la classificazione di pericolosità attribuito dal PAI (tab. 2).

Tipo di attività	Attiva	Quiescente	Stabilizzata
Pericolosità PAI	Molto elevata	Elevata	Media-Moderata
Codice PAI	P4	P4/P3	P2-P1

Tabella 2 - Correlazione tra tipo di attività e pericolosità attribuita dal PAI

Una volta attribuito lo stato di attività, le FR_{att} sono direttamente identificate come ZS_{FR}, mentre per le FR_{quie} e FR_{stabil} si procederà con la seconda fase che definirà la possibile attivazione in caso di terremoto.

La seconda fase della metodologia è diversificata per le frane in terra (cap. 3.3.1) e per le frane di crollo (cap. 3.3.2). La scelta di adottare due procedure per i due tipi di frana è necessariamente conseguente alle conoscenze tecniche scientifiche e alle indicazioni normative inerenti i due fenomeni che, anche dal punto di vista fisico, sono molto diversi. La metodologia per le frane in terra si basa sul rapporto di due

coefficienti legati a un'accelerazione critica (a_c) e all'accelerazione massima in superficie (a_{max}). La metodologia per le frane di crollo è invece basata su elementi geologici rilevati *in situ* (caratteristiche delle pareti in roccia), avendo definito a priori una soglia inferiore per l'accelerazione massima in superficie (a_{max}).

Nella figura 4 è sintetizzata la procedura per definire le ZS_{FR}.

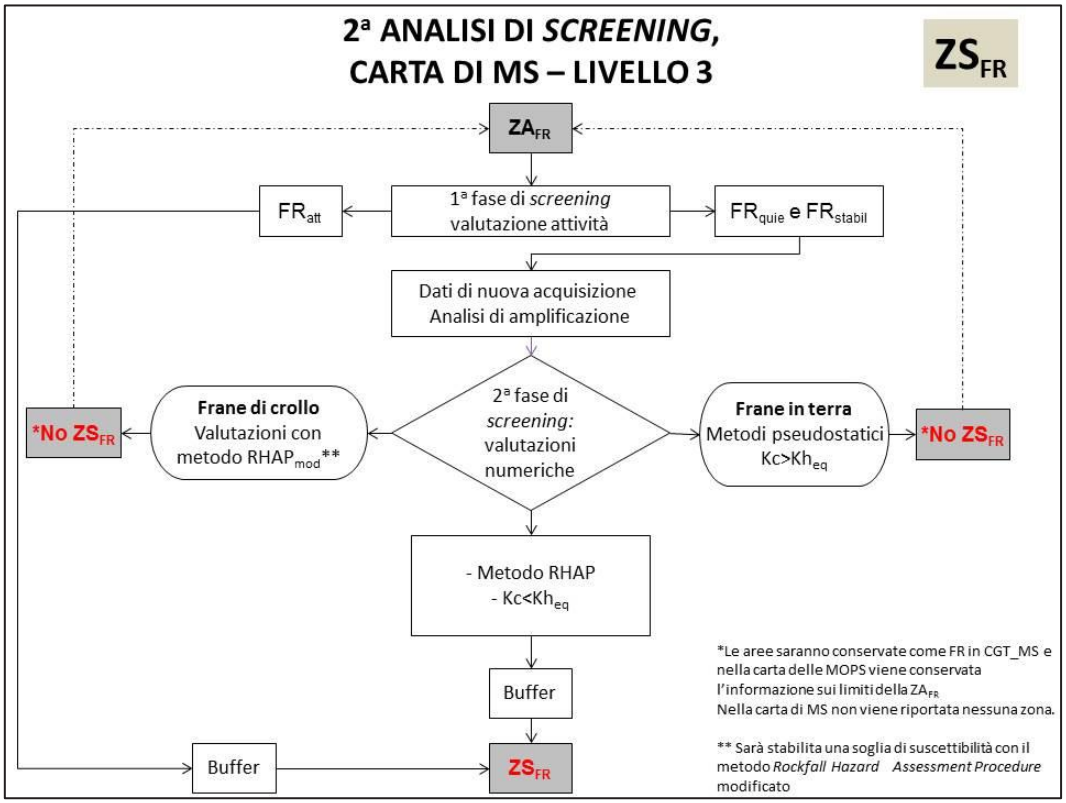


Figura 4 – Diagramma di flusso che illustra la metodologia per definire le ZS_{FR}. Per i dettagli vedi testo.

Le ZS_{FR} sono rappresentate nella Carta di MS (livello 3).

Nel capitolo 4 sono illustrati i criteri per la perimetrazione delle zone ZS_{FR}.

3.3.1 Frane in terra

Per definire le ZS_{FR} è necessario:

- sottoporre a nuova valutazione, con i nuovi dati acquisiti in questo livello di approfondimento, le Aree in Frana (FR), Aree Potenzialmente Franose (APF) e Aree di Evoluzione del fenomeno (AE);
- identificare eventuali Aree Potenzialmente Franose (APF) e Aree di Evoluzione del fenomeno (AE) non identificate nel livello 1 e/o non comprese nelle aree in frana definite nei documenti PAI.

Il metodo di identificazione delle ZS_{FR} prevede che nella prima fase della procedura di *screening* le ZA_{FR} relative a FR_{att} vengano direttamente identificate come ZS_{FR}, mentre per le aree ZA_{FR} relative a FR_{quie} e FR_{stabil} debbano essere calcolati con metodi numerici (analisi di amplificazioni litostratigrafiche e analisi

pseudostatiche) Kh_{eq} e Kc. La seconda fase della procedura di *screening* prevede la valutazione e il confronto tra Kc e Kh_{eq}: le ZS_{FR} saranno costituite dalle aree FR, APF, AE per le quali risulti Kc< Kh_{eq}.

La procedura prevede 3 passi:

1) calcolo del coefficiente sismico critico (Kc) in condizioni di collasso incipiente, ovvero quando FS=1.2[5] (analisi pseudostatica inversa);
2) calcolo dell'accelerazione massima equivalente (a_{max_eq}) e del coefficiente sismico orizzontale equivalente (Kh_{eq}) con un'analisi numerica (si sottolinea ancora una volta che non sono applicabili i risultati di abachi propri del livello 2, in quanto le aree in frana sono geologicamente complesse);
3) confronto tra Kc e Kh_{eq} e individuazione delle ZS_{FR} (Kc< Kh_{eq}).

Le zone ZA_{FR} per le quali Kc>Kh_{eq} superano lo *screening* e non sono riportate nelle carte di MS, ma il loro perimetro sarà conservato nella carta delle MOPS.

Le zone ZA_{FR} per le quali Kc<Kh_{eq} non superano lo *screening* e sono definite come ZS_{FR}.

Il calcolo dei parametri necessari per la procedura di *screening* richiede l'acquisizione dei risultati di specifiche prove geotecniche, *in situ* e di laboratorio, con i seguenti obiettivi:

- determinare le caratteristiche di resistenza dei materiali (c' e ϕ'),
- ricostruire il profilo dell'accelerazione alla base e all'interno del corpo franoso attraverso modellazioni numeriche
- stimare la massima accelerazione in superficie (a_{max} in superficie in condizioni di *free field* e nel corpo di frana)
- definire con dati più accurati la geometria della zona nella quale è possibile il verificarsi della instabilità di versante
- stimare le incertezze/variabilità dei risultati ottenuti dalle indagini *in situ* e in laboratorio e dei metodi di analisi.

Una particolare attenzione dovrà essere posta nelle analisi di terreni saturi per i quali può essere necessario considerare la riduzione della resistenza al taglio indotta da condizioni di carico ciclico a causa dell'incremento delle pressioni interstiziali e della degradazione dei parametri di resistenza. Anche in questo caso, per relazioni empiriche del calcolo di Δu e δ_{cu} ci si può riferire a AGI (2005).

Altra raccomandazione riguarda la scelta delle caratteristiche di resistenza dei materiali (c' e ϕ'), per le quali è bene distinguere tra terreni a comportamento duttile e terreni a comportamento fragile. Di seguito sono riassunte quelle riportate in AGI (2005).

- Terreni a comportamento duttile, caratteristiche di resistenza corrispondenti alle condizioni di volume costante (c'=0, $\phi'=\phi'_{cv}$)

[5] Valore ritenuto ragionevole per le verifiche di stabilità dei pendii naturali in condizioni sismiche (cfr. cap. 8 delle Linee guida AGI, 2005)

- Terreni a comportamento fragile, caratteristiche di resistenza corrispondenti alle condizioni di volume costante di post-picco ($c'=0$, $\phi'=\phi'_{pp}$)

- Terreni coesivi in presenza di superfici di scivolamento relative, caratteristiche di resistenza corrispondenti alle condizioni residue ($c'=0$, $\phi'=\phi'_{r}$)

- Terreni coesivi consistenti e sovraconsolidati su pendii integri in presenza di superfici di discontinuità preesistenti (es. stratificazione), caratteristiche di resistenza corrispondenti alle condizioni post picco ($c'=0$, $\phi'=\phi'_{pp}$)

- Terreni coesivi consistenti e sovraconsolidati su pendii integri, caratteristiche di resistenza corrispondenti alle condizioni di picco ($c'\neq 0$, $\phi'=\phi'_{p}$).

In Appendice A3 si riportano alcuni riferimenti di letteratura tecnica e di normativa per il calcolo di Kc e Kh_{eq}. In particolare i metodi per la determinazione di Kh_{eq} sono riportate nell'appendice "G" di AGI (2005).

3.3.1.1 Buffer per le frane in terra

Le ZS_{FR} saranno costituite dalle aree in frana attivabili con una forzante sismica (o già definite attive con valutazioni statiche) e un buffer che sostituisce la mancanza di informazioni rispetto allo spostamento ipotizzabile della frana in condizioni dinamiche. Il buffer dovrebbe rappresentare una sorta di valutazione per eccesso dello spostamento effettivo.

La definizione di questo buffer è un'operazione critica perché dipendente da una serie di fattori tra i quali i più importanti sono: la dimensione dell'area in frana, l'acclività del versante, la litologia dei terreni coinvolti, la profondità della falda, il meccanismo di rottura e le caratteristiche energetiche e cinematiche della forzante sismica. Per una completa trattazione sulle problematiche di identificazione di buffer per aree in frana si consiglia di consultare Fell *et alii* (2008).

Si ritiene che, a giudizio esperto del realizzatore dello studio, per le frane in terra questo buffer possa essere fissato a 10 m, anche tenendo conto di regressioni riportate nella letteratura scientifica (fig. 8).

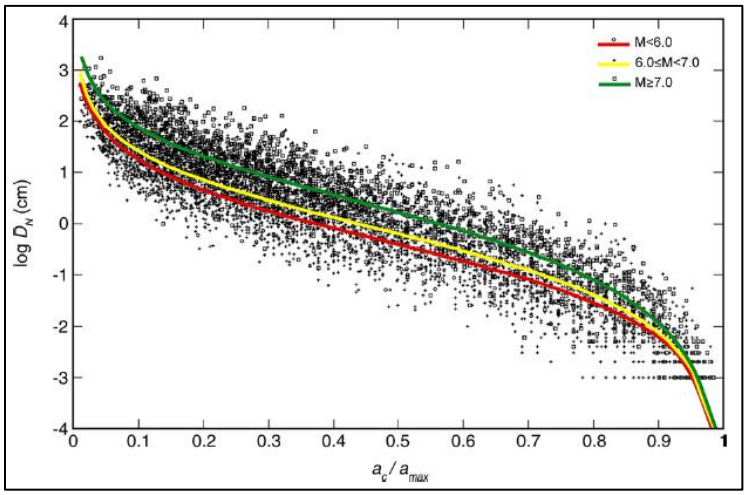


Figura 8 – Logaritmi degli spostamenti calcolati con il metodo di Newmark, in funzione dell'accelerazione critica per differenti magnitudo (da Jibson et alii, 2007).

3.3.2 Frane di crollo

Anche per le frane in roccia si procede definendo una procedura di *screening*: le zone ZA_{FR} che superano lo *screening* non dovranno essere ulteriormente analizzate con metodi più accurati, non saranno riportate nelle carte di MS, ma il loro perimetro sarà conservato nelle carte MOPS; le zone che falliscono lo *screening* sono le Zone di Suscettibilità per frane di crollo (ZS_{FR}) (Figura 3).

Come per il livello 1, le analisi in questo livello devono portare a una valutazione della:

- potenzialità di innesco ovvero classificazione delle pareti in termini di potenzialità a generare frane di crollo
- area di accumulo connessa con le massime distanze percorse dai blocchi/diedri di roccia provenienti dalle pareti soggette a crollo (*runout distance*).

Il problema della valutazione semiquantitativa della suscettibilità a frana dei pendii in roccia (quindi non solo quelle sismoindotte) è molto complesso in quanto il comportamento reale dei blocchi dipende da una serie di fattori che possono combinarsi in maniera casuale. Negli ultimi anni sono stati sviluppate varie metodologie tra le quali si segnala la Rockfall Hazard Assessment Procedure, già adottata dalla Regione Lombardia (Mazzoccola e Sciesa, 2000; Regione Lombardia-CNR, 2001).

Per valutazioni congrue agli studi di microzonazione sismica è stata messa a punto una modifica della stessa metodologia (RHAP-MS, a cura dell'Università Bicocca di Milano) per l'identificazione delle ZS_{FR} per le frane di crollo con forzante sismica.

La metodologia permette una zonazione delle aree di distacco sulla base di sei elementi di instabilità:

1. fratture aperte con evidenze di attività associate a cinematismi possibili;
2. blocchi ruotati;
3. zone intensamente fratturate;
4. superfici non alterate che testimoniano recenti distacchi;
5. emergenze di acqua alla base dei blocchi.
6. accelerazione di picco al suolo (PGA) con probabilità del 10% in 50 anni > 0.15 g (Appendice A5)

Per applicare la metodologia è necessario innanzitutto individuare e delimitare aree omogenee sulla base delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso ricavate da rilievi in sito e delle caratteristiche morfologiche del versante (es. altezza della parete e pendenza del versante sottostante). In seguito, si effettua la valutazione della probabilità di accadimento del fenomeno in ciascuna delle aree omogenee, definendone la propensione al distacco dei blocchi. A tale scopo la parete viene suddivisa in un reticolo di maglie quadrate con lato variabile da 5 m fino ad un massimo di 20 m, in funzione della complessità geomeccanica dell'area omogenea in esame o in base alle dimensioni della parete investigata. In sintesi, quindi, una parete soggetta a crolli è divisa in aree omogenee e le aree omogenee a loro volta sono divise in un reticolo di maglie quadrate. Per ciascuna maglia del reticolo si verifica la presenza dei 6 elementi di instabilità precedentemente elencati. Ad ogni maglia viene quindi associato un valore di instabilità, I_{maglia}, dato dalla somma del numero di elementi di instabilità presenti. Poi, per ogni area omogenea viene calcolata la percentuale di instabilità, I%, come:

$$I\% = {\sum_1^N I_{maglia}}/{N * 6}$$

I%= percentuale di instabilità per area omogenea
I_{maglia}= somma del numero degli elementi di instabilità
N= numero di maglie per area omogenea

La soglia per lo *screening* viene posta cautelativamente ad una valore pari a 1/6 = 0.167, assumendo che un'area omogenea che presenti in media solo un elemento di instabilità per ogni maglia non sia da considerarsi critica.

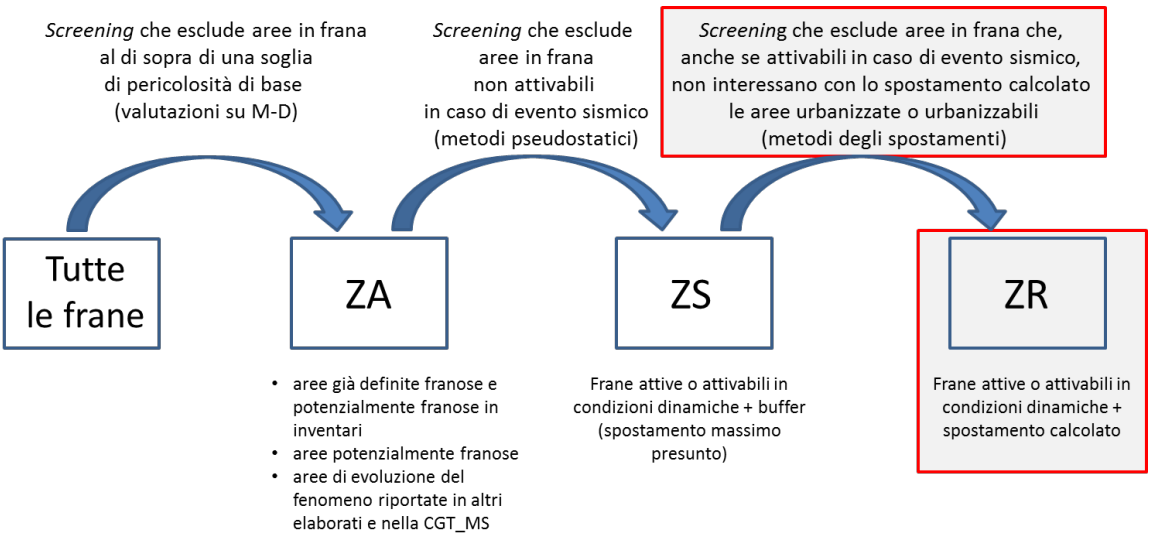
Per quel che concerne la valutazione della *runout distance*, segnalando ancora una volta l'opportunità dell'utilizzo dei codici numerici 2D e 3D, in questo livello si confermano i risultati ottenuti nel livello 1 con metodi empirici che comunque dovranno rappresentare semplicemente un orientamento per una valutazione più accurata.

In definitiva quindi, per le frane di crollo di questo livello, le ZS_{FR} saranno le aree che per la suscettibilità da crollo non superano lo *screening*, la cui *runout distance* è stata calcolata con metodi empirici nel livello 1.

3.3.2.1 Buffer per le frane di crollo

Per le frane di crollo il buffer delle ZS_{FR} si considera compreso nella *runout distance* calcolata empiricamente con il livello 1.

3.4 Carta di MS - livello 3 (ZR_{FR} - Zone di rispetto per l'instabilità di versante)



L'EC8 prescrive che, in generale, le analisi di stabilità siano condotte con metodi dinamici, riservando i metodi pseudostatici ai casi in cui la topografia e la stratigrafia non presentino forti irregolarità e i terreni non presentino, in condizioni cicliche, significativi incrementi delle pressioni interstiziali o degradazione della resistenza. Sulla base di queste indicazioni, sul fatto che si stanno analizzando frane con forzate sismica e sulla base delle analisi di *screening* operate in precedenza, è necessario affrontare un ulteriore livello di approfondimento. In questo capitolo si descrivono le analisi che permettono di definire le Zone di Rispetto (ZR_{FR}).

Nelle aree individuate come Zone di Suscettibilità (ZS_{FR}) che interessano aree urbanizzate e urbanizzabili, si procede ad acquisire nuovi dati e condurre analisi dinamiche semplificate (metodi degli spostamenti) o avanzate, allo scopo di:

- rivalutare la dimensione delle aree in frana con possibile attivazione in caso di evento sismico
- determinare l'entità dello spostamento cumulato del pendio per le frane in terra (FRT) e la *runout distance* per le frane di crollo (FRR).

Le ZS_{FR} per le quali l'area di buffer è stata sostituita con l'area dello spostamento calcolato (FRT e FRR) saranno le Zone di Rispetto (ZR_{FR}).

Per le ZS_{FR} che con la loro zona di buffer non interessano le aree urbanizzate e urbanizzabili non è necessario calcolare le aree di spostamento.

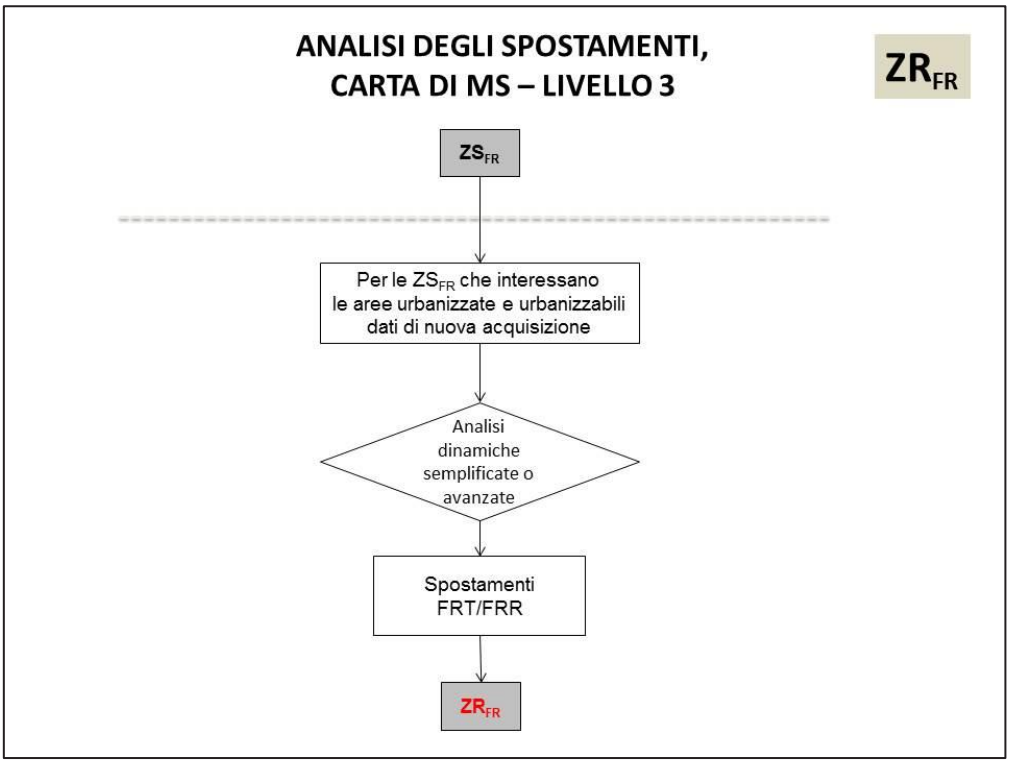


Figura 5 – Diagramma di flusso, valido per le frane in terra e di crollo, che illustra il percorso metodologico per la definizione delle ZR_{FR}.

Nel capitolo 4 sono illustrati i criteri per la perimetrazione delle ZR_{FR}.

3.4.1 Frane in terra

In conformità e continuità con il percorso metodologico delineato per l'identificazione delle ZS_{FR}, e sulla scorta dei nuovi dati raccolti , si operano, per le zone che non hanno superato lo *screening*, i seguenti passi:

- Rivalutazione, con i nuovi dati raccolti, di Kc e Kh_{eq}
- Conferma o meno della disequazione $Kc < Kh_{eq}$
- Analisi pseudodinamiche 1D (metodo di Newmark,1965 o, in alternativa, Makdisi e Seed, 1978) in tutte le aree individuate come ZS_{FR}.

Nelle analisi previste dai metodi dinamici semplificati (metodi degli spostamenti):

- l'azione sismica è definita da una funziona temporale (accelerogramma);
- gli effetti dell'azione sismica vengono valutati in termini di spostamenti cumulati;
- la pericolosità è stimata confrontando lo spostamento cumulato con quello ammissibile.

Questo approccio supera il limite intrinseco dei metodi pseudostatici che utilizzano sollecitazioni statiche e costanti nel tempo e tiene conto del fatto che la risposta del pendio dipende anche dalle caratteristiche dell'accelerogramma.

Le fasi che permettono la valutazione dello spostamento cumulato (FRT) sono le seguenti:

- valutazione, con metodi numerici di simulazione, della *time history* rappresentativa dell'input agente nella zona ZS_{FR} analizzata
- rivalutazione con altri dati, se necessario, del Kc
- calcolo dell'accelerazione critica (a_c=Kc*g) ovvero dell'accelerazione relativa ad una condizione di equilibrio limite (FS=1.2, vedi nota 3)
- calcolo dello spostamento cumulato (FRT), tramite doppia integrazione dell'accelerazione eccedente (parte dell'accelerogramma che supera a_c)

Valutato FRT lo si sostituisce all'area del buffer della ZS_{FR} e si definisce la ZR_{FR}.

Le ZR_{FR} sono rappresentate nella Carta di MS (livello 3).

A prescindere dalla scelta delle indagini *in situ*, delle prove di laboratorio e delle metodologie di analisi del potenziale di instabilità di versante, si raccomanda una particolare attenzione alla coerenza interna dei metodi utilizzati sia per quanto riguarda la scelta dei parametri, che per il loro utilizzo nelle analisi.

3.4.1.1 Analisi avanzate sforzi-deformazioni per le frane in terra

Le analisi sforzi-deformazioni sono da intendersi come analisi avanzate delle condizioni di stabilità di un pendio, ma non possono, allo stato attuale delle conoscenze, considerarsi sostitutive dei metodi pseudostatici e dei metodi degli spostamenti (AGI, 2005 e circolare esplicativa NTC, 2008).

Le analisi sforzi-deformazioni sono comunemente eseguite con tecniche di integrazione numerica, agli elementi o alle differenze finite, implementate in codici di calcolo, alcuni dei quali anche disponibili in commercio.

Questa tipologia di analisi è in grado di identificare la modalità più probabile dello scivolamento, di predire la deformazione e di localizzare il punto di origine della frana. Tali vantaggi però presentano un costo notevole. Infatti si deve tener conto della natura polifase dei terreni e del loro comportamento meccanico in condizioni cicliche. Questi metodi hanno bisogno di grande affidabilità del modello geotecnico del pendio e dello scenario sismico di riferimento.

Al fine di ottenere un'affidabile modellazione numerica, occorre una stima accurata della litostratigrafia del sottosuolo, dello stato di tensione efficace iniziale e della storia del carico, del regime delle pressioni interstiziali e delle caratteristiche di resistenza e rigidezza dei terreni.

3.4.2 Frane di crollo

In questo livello di studio è indispensabile la conoscenza di metodi e l'utilizzo di strumenti avanzati, sia per la valutazione della suscettibilità all' innesco, sia per le valutazioni di propagazione dei fenomeni di crollo.

Le *runout distance* sono gli spostamenti FRR da calcolare per definire le ZR_{FR}. E' importante sottolineare che le elaborazioni avanzate per le frane di crollo richiedono l'ausilio di codici di calcolo dedicati[6], alcuni

[6] Un gruppo di lavoro (marzo 2017) sta sviluppando un codice semplificato per valutazioni preliminari ma comunque affidabili, che sarà reso disponibile dopo una fase di sperimentazione.

dei quali disponibili in commercio. Pertanto si è ritenuto opportuno non descrivere una procedura in particolare, invitando l'operatore ad approfondire e utilizzare tali codici di calcolo.

Per una disamina delle problematiche connesse a tali valutazioni e sui metodi disponibili si rimanda al documento "Linee Guida per la Redazione di Carte di Suscettibilità e di Pericolosità" (Progetto MASSMOVE, 2013 e Valagussa *et alii*, 2014; Appendice A4), utilizzato nella Regione Friuli Venezia Giulia.

Le ZR_{FR} per le frane di crollo sono in definitiva costituite dall'area della parete sorgente dei massi in caduta e dall'area definita dalla *runout distance* (FRR), calcolata con metodi avanzati. Questo risultato (FRR) è dato dalla definizione specifica di diverse modellazioni dell'innesco e di diverse modellazioni della propagazione.

3.5 Riepilogo dei metodi e delle zone per la Carta delle MOPS e per la Carta di MS

In tabella 4 è riportato uno schema riassuntivo per l'individuazione delle zone per frane in terra.

Metodi	Parametro	ZONE	CARTA	LIVELLO MS
Analisi inventari		ZA_{FR} (Zona di Attenzione)	MOPS	1
Non si effettuano studi sulle instabilità		ZA_{FR} (Zona di Attenzione)	MS	2
Valutaz. attività Pseudostatici Buffer	FR_{att} $Kc<Kh_{eq}$ area	ZS_{FR} (Zona di Suscettibilità)	MS	3
Spostamenti	FRT	ZR_{FR} (Zona di Rispetto)	MS	3

Tabella 4 – Schema riassuntivo per la verifica delle condizioni per l'individuazione delle zone per le frane in terra.

In tabella 5 è riportato uno schema riassuntivo per l'individuazione delle zone per frane di crollo.

Metodi	Parametro	ZONE	CARTA	LIVELLO MS
Analisi inventari Metodi empirici	*Runout distance*	ZA_{FR} (Zona di Attenzione)	MOPS	1
Non si effettuano studi sulle instabilità		ZA_{FR} (Zona di Attenzione)	MS	2
Valutaz. attività RHAP-MS Metodi empirici	FR_{att} Soglia *Runout distance*	ZS_{FR} (Zona di Suscettibilità)	MS	3
Spostamenti	*Runout distance* FRR	ZR_{FR} (Zona di Rispetto)	MS	3

Tabella 5 – Schema riassuntivo per la verifica delle condizioni per l'individuazione delle zone per le frane di crollo.

4 Modalità di rappresentazione e perimetrazione delle zone

4.1 Modalità di rappresentazione delle zone

Le zone di instabilità per frana devono essere cartografate a una scala adeguata, preferibilmente non inferiore a 1:5.000.

Le ZA_{FR} sono zone rappresentate nella Carta delle MOPS e, nel caso si eseguano studi di livello 2 limitatamente alle amplificazioni litostratigrafiche (utilizzo di abachi), anche nelle Carte di MS. Le Carte di MS con zone di approfondimento di livello 2, infatti, nel caso non si proceda oltre questo livello di approfondimento, vengono spesso assunte come cartografia di riferimento per la pianificazione urbanistica ed è quindi importante conservare l'informazione sulle ZA_{FR} individuate.

Le aree per le quali la pericolosità non supera la soglia H_{FR}, nel livello 1 di MS, ma che risultano descritte come FR, APF AE, saranno riportate solo nella CGT_MS.

Le ZS_{FR} e le ZR_{FR} sono zone rappresentate nelle Carte di MS (livello 3).

4.2 Modalità di perimetrazione delle zone

In termini generali, le informazioni che guidano la perimetrazione delle zone, in ordine decrescente di significatività (affidabilità), sono ricavate da:

a) descrizioni del fenomeno fisico rilevato sul campo, se si è in fase di immediato post evento;
b) segnalazioni di fenomeni di instabilità di versante in eventi storici (fonti storiche);
c) valutazioni sull'attività del fenomeno (FR_{att}, FR_{quie}, FR_{stabil})
d) valutazioni effettuate con analisi semplificate (Kc e Kh_{eq} e RHAP e *runout distance* con metodi empirici)
e) valutazioni effettuate con analisi avanzate (spostamenti e *runout distance* con metodi avanzati).

Sulla base di tali informazioni, vengono definite le seguenti procedure di perimetrazione delle zone.

1) ZA_{FR} (Carta delle MOPS)

La Zona di Attenzione (ZA_{FR}) si identifica sulla base di elementi informativi minimi e pertanto la perimetrazione dovrà tener conto di tale grado di incertezza.

La perimetrazione della ZA_{FR} si realizzerà sulla base di:

- perimetrazione delle frane selezionate in inventari, secondo lo standard IFFI (= corpo + corona), suscettibili di generare fenomeni cosismici in relazione ai risultati dell'analisi di pericolosità su base territoriale (H_{FR})
- valutazioni sulla CGT_MS (scala non inferiore a 1:10.000) ed eventuali dati pregressi raccolti durante lo studio di MS di livello 1

La procedura di perimetrazione prevede che la ZA_{FR} debba essere caratterizzata dalla successione litostratigrafica del sottosuolo.

Per le modalità di rappresentazione delle ZA_{FR} si vedano gli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" versione 4.0.

Le ZA_{FR}, riportate nelle Carte di MS nelle quali gli studi di approfondimento non superano il livello 2, saranno sempre caratterizzate dalla successione litostratigrafica.

2) ZS_{FR} (Carta di MS)

La Zona di Suscettibilità (ZS_{FR}) non necessariamente coincide con la Zona di Attenzione (ZA_{FR}).

La perimetrazione della ZS_{FR} si realizzerà sulla base di:

- CGT_MS rielaborata sulla base delle nuove indagini ad una scala di grande dettaglio (1:5000-1:1000);
- valutazioni sull'attività del fenomeno (FR_{att} si trasformano direttamente in ZS_{FR});
- risultati delle analisi semplificate (metodi pseudostatici, RHAP-MS e *runout distance*) attraverso prove e indagini differenti, con vari livelli di incertezza per le frane in terra;
- definizione del buffer (10 m).

La procedura di perimetrazione delle ZS_{FR}, partendo dalla ZA_{FR} definita nel livello 1, prevede:

- rivalutazione delle informazioni contenute nella CGT_MS;
- valutazione dei nuovi dati acquisiti;
- tipo di attività del fenomeno;
- calcolo di Kc e Kh_{eq};
- RHAP-MS per valutazione suscettibilità delle pareti al crollo e valutazione della *runout distance* con metodi semplificati.

Le ZS_{FR} delle frane in terra saranno caratterizzate anche da un fattore di amplificazione.

Per le modalità di rappresentazione delle ZS_{FR} si vedano gli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" versione 4.0.

3) ZR_{FR} (Carta di MS)

La Zona di Rispetto (ZR_{FR}) non necessariamente coincide con la Zona di Suscettibilità (ZS_{FR}), poiché tiene conto dello spostamento calcolato che modifica, quindi, il buffer attribuito alla zona.

La perimetrazione della ZR_{FR} si realizzerà sulla base di:

- calcolo del moto sismico del sito (*time history* e fattori di amplificazione);
- calcolo del FRT medio sulla base delle sezioni studiate con il metodo degli spostamenti per le frane in terra;
- calcolo del FRR con metodi avanzati per le frane di crollo.

Le ZR_{FR} delle frane in terra saranno caratterizzate anche da un fattore di amplificazione.

Per le modalità di rappresentazione delle ZR_{FR} si vedano gli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" versione 4.0.

PARTE SECONDA

Disciplina d'uso del suolo in zone interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR)

5 Individuazione delle categorie di aree urbanistiche interessate da instabilità di versante sismoindotte

La pianificazione urbanistica e territoriale in zone interessate da instabilità di versante sismoindotte è chiamata a disciplinare gli usi del suolo e le previsioni di trasformazione urbana, tenendo conto della relazione tra la pericolosità sismica e i diversi contesti insediativi.

È bene evidenziare che, in questo contesto, viene introdotta una condizione di pericolosità aggiuntiva (forzante sismica), per cui la disciplina d'uso, pur tenendo conto di quella già esistente per le instabilità di versante in condizioni statiche, dovrà tenerne conto in modo commisurato sia alle condizioni di pericolosità complessive che ai livelli di approfondimento conoscitivo.

Nell'ambito degli strumenti di pianificazione urbanistica, gli studi di MS, ai vari livelli, come definiti negli ICMS (2008), sono integrati con quanto specificato dalle presenti linee guida.

Al fine di definire tale disciplina, si farà riferimento convenzionalmente a **tre categorie di aree urbanistiche**:

- **Aree edificate** (recenti o consolidate)
- **Aree non edificate** (con previsione di trasformazione)
- **Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata**

Ciascuna delle tre categorie di aree è definita da specifici caratteri insediativi, infrastrutturali e di destinazione d'uso la cui relazione con la presenza di ZA_{FR}, ZS_{FR} e ZR_{FR} va sottoposta a specifiche normative.

In particolare le tre categorie di aree urbanistiche possono essere definite nel modo seguente:

- **Aree edificate** (recenti o consolidate)
  Aree urbanizzate ed edificate di diverso livello di completamento, consolidamento e stratificazione. Comprendono centri storici, tessuti consolidati, aree in completamento con usi residenziali, produttivi, a servizio o misti.
- **Aree non edificate** (con previsione di trasformazione)
  Aree non edificate, parzialmente edificate o con previsione di nuovi insediamenti - residenziali, produttivi, a servizio o misti - di manufatti edilizi, di infrastrutture e reti. Tali aree possono trovarsi sia in adiacenza ad aree edificate, sia in contesti ancora non urbanizzati.
- **Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata**
  Aree non edificabili o con limitate previsioni di edificabilità, sia per destinazione d'uso (aree agricole), che per la presenza di vincoli e forme di tutela.

Queste tre categorie vanno riferite alle previsioni dello strumento di piano vigente e alle sue effettive condizioni di attuazione.

Per quanto riguarda le specifiche articolazioni della normativa urbanistica nelle suddette aree, ogni Regione potrà predisporre opportune corrispondenze tra le tre categorie urbanistiche e le zone omogenee individuate dai rispettivi strumenti di governo del territorio.

6 Disciplina d'uso

I criteri definiti per indirizzare la disciplina d'uso del suolo in zone interessate da instabilità di versante sismoindotte devono tener conto di alcuni fattori:

- per le instabilità di versante sismondotte l'area di studio da considerare non è solo quella che riguarda la parte urbanizzata e urbanizzabile, ma include anche quella a monte e a valle del centro abitato, interessata dal fenomeno.
- a differenza di altre forme di instabilità (FAC) è possibile mettere in atto opere di riduzione della pericolosità, attraverso interventi di stabilizzazione del suolo (cfr. NTC 2008 par.6.3.5)[7].
- a differenza delle altre forme di instabilità (FAC e liquefazioni), la disciplina urbanistica per le aree sottoposte a instabilità di versante (non sismoindotta) può essere già stata individuata in alcuni strumenti di pianificazione territoriale di settore (Piani di Assetto Idrogeologico - PAI) o dalla normativa regionale. Nell'Appendice B1 è riportata una sintesi di alcune normative PAI.

  Si fa riferimento quindi alle normative già esistenti e agli orientamenti generali della disciplina.

Tenuto conto di questo, la disciplina degli usi del suolo e delle previsioni di trasformazione nelle zone di instabilità di versante sismoindotte viene articolata in una serie di **indicazioni urbanistiche**, che definiscono possibili regolamentazioni dallo strumento urbanistico anche in termini di categorie di intervento e di destinazioni d'uso[8] e modalità attuative.

Con riferimento alle tre categorie di aree urbanistiche sopra definite e alle zone interessate da instabilità di versante sismoindotte in cui esse ricadono, viene proposto un abaco di diverse tipologie di indirizzi (Tabella B2). Nella tabella viene riportata anche una colonna relativa alle infrastrutture, come ambito distinto e in questa sede non approfondito.

Nell'Appendice B2 vengono riportati gli schemi sintetici di classificazione.

<table>
<tr><th colspan="2">Categorie urbanistiche</th><th>Aree edificate (recenti o consolidate)</th><th>Aree non edificate (con previsione di trasformazione)</th><th>Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata</th><th>Infrastrutture</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Zone instabilità di versante</td><td>ZA_{FR}</td><td>Obbligo di approfondimento (6.1.1)</td><td colspan="2">Obbligo di approfondimento (6.2.1)</td><td rowspan="3">Programma Infrastrutture (6.3)</td></tr>
<tr><td>ZS_{FR}</td><td rowspan="2">Programma Zone Instabili (6.1.2)</td><td colspan="2" rowspan="2">Intervento limitato (6.2.2)</td></tr>
<tr><td>ZR_{FR}</td></tr>
</table>

Tabella B1 - Indicazioni urbanistiche (fra parentesi i riferimenti ai paragrafi)

6.1 Aree edificate

6.1.1 Obbligo di approfondimento (Aree edificate)

Nel caso di ZA_{FR}, nelle **Aree edificate (recenti o consolidate)**, per interventi di nuova edificazione (nei lotti vuoti) e per interventi sull'edificato esistente, devono essere espletati i necessari approfondimenti geologici e geotecnici, propri del Livello 3 di MS al fine di individuare le ZS_{FR} e le ZR_{FR}, oppure, per interventi puntuali, gli approfondimenti previsti dalla normativa tecnica vigente. E' prerogativa delle Regioni definire eventuali limiti temporali, in ragione delle risorse disponibili, per l'espletamento dei suddetti approfondimenti.

L'assenza di approfondimento determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	**Tipo Intervento**	**Descrizione**
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, degli interventi di adeguamento igienico-sanitario, o altri interventi obbligatori di settore, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente). Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione

6.1.2 Programma Zone Instabili

Per le ZS_{FR} e ZR_{FR}, nelle **Aree edificate (recenti o consolidate)**, le amministrazioni locali nell'ambito dei propri strumenti di pianificazione urbanistica e secondo le prescrizioni e gli indirizzi dei soggetti sovraordinati, individuano e perseguono uno o più obiettivi per il *Programma Zone Instabili (PZI)*, assumendone i contenuti nelle forme opportune, al fine di mitigare le condizioni di rischio. Il PZI rappresenta un programma d'intervento complesso in cui vengono definiti obiettivi e ambiti di intervento, fattibilità e modalità attuative. Il PZI riguarda più in generale tutte le aree suscettibili di instabilità, fra cui anche quelle interessate da faglie attive e capaci (FAC)[9] e liquefazione[10]. Nell'Appendice B3 viene riportato uno schema di Programma utilizzabile anche come lista di verifica dei temi trattati.

L'assenza di un PZI determina la stessa disciplina d'uso prevista per le ZA_{FR} (6.1.1).

6.1.2.1 Scelta obiettivo del PZI

La definizione di uno specifico PZI implica la scelta di uno dei seguenti obiettivi, eventualmente differenziati in funzione di ZS_{FR} e ZR_{FR}:

- Intervento limitato (Obiettivo 1)
- Intervento obbligatorio o inibito (Obiettivo 2)

- Intervento inibito (Obiettivo 3)

Per ciascuno di questi obiettivi di seguito vengono elencate le rispettive discipline d'uso.

6.1.2.1.1 1a ipotesi: Intervento limitato (Obiettivo 1).

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, degli interventi di adeguamento igienico-sanitario, o altri interventi obbligatori di settore, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente). Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.
Nuova costruzione	Limitato	E' consentita la nuova edificazione con valutazione di interventi di riduzione della pericolosità in conformità alla normativa vigente). Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.

6.1.2.1.2 2a ipotesi: Intervento obbligatorio o inibito (Obiettivo 2)

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da qualunque tipo di richiesta di intervento.
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

6.1.2.1.3 3a ipotesi: Intervento inibito (Obiettivo 3).

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Delocalizzazione	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente, perché oggetto di delocalizzazione obbligatoria.
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

Per i centri storici, oltre alle indicazioni sopra riportate riguardanti la categoria delle Aree edificate (recenti o consolidate), dovrà essere valutata l'opportunità, in sede di predisposizione del PZI, di introdurre un

piano attuativo che contempli interventi finalizzati alla conservazione e al riuso, compatibili con le nuove condizioni di rischio intervenute.

6.2 Aree non edificate o non urbanizzate

6.2.1 Obbligo di approfondimento (Aree non edificate o non urbanizzate)

Le **Aree non edificate (con previsione di trasformazione)** e le **Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata**, ricadenti in ZA_{FR}, sono soggette ad un regime di limitazione di edificabilità che non autorizza alcun intervento di trasformazione, fintantoché non vengano effettuati i necessari approfondimenti al fine di individuare le ZS_{FR} e le ZR_{FR}.

E' ammessa in tali aree la sistemazione di spazi aperti, senza realizzazione di volumetrie, a servizio delle funzioni e delle attività presenti nelle aree limitrofe, insediate e urbanizzate, o per incrementare la dotazione urbana di aree verdi, spazi pubblici e verde privato attrezzato.

Pertanto, l'assenza di approfondimento determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	**Tipo Intervento**	**Descrizione**
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, degli interventi di adeguamento igienico-sanitario, o altri interventi obbligatori di settore, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente). Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

6.2.2 Intervento limitato

Nelle **Aree non edificate (con previsione di trasformazione)** e nelle **Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata**, ricadenti in ZS_{FR} e in ZR_{FR}, è prevista la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	**Tipo Intervento**	**Descrizione**
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, degli interventi di adeguamento igienico-sanitario, o altri interventi obbligatori di settore, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente). Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.
Nuova costruzione	Limitato	E' consentita la nuova edificazione con valutazione di interventi di riduzione della pericolosità in conformità alla normativa vigente). Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.

6.3 Programma Infrastrutture

Per le infrastrutture, le opere connesse a sistemi infrastrutturali e, più in generale le *lifelines* in programma di realizzazione, deve essere favorita la delocalizzazione, ove possibile. Se preesistenti, o non delocalizzabili, deve essere predisposto uno specifico programma, eventualmente nell'ambito del *Programma Zone Instabili*, per essere sottoposte a verifica, prevedendo specifici approfondimenti conoscitivi e interventi finalizzati alla minimizzazione dei rischi.

7 Disciplina d'uso per le zone di ricostruzione post-terremoto

Nel caso di zona di ricostruzione post-terremoto allo schema di disciplina d'uso precedentemente descritto, si andrà ad aggiungere la condizione, ben più gravosa, di manufatti danneggiati e la necessità di predisporre piani e norme specifici per l'intera area oggetto dell'evento sismico.

Pertanto, la prima delle precedenti categorie di aree urbanistiche (Aree edificate - recenti o consolidate), così come definita, deve essere integrata con i manufatti (Unità minime di intervento) classificati in funzione del danno e della vulnerabilità. Nell'Appendice B2 vengono riportati gli schemi sintetici di classificazione.

7.1 Aree edificate

7.1.1 Obbligo di approfondimento (Aree edificate)

Nel caso di ZA_{FR}, nelle **Aree edificate (recenti o consolidate)**, per interventi di ricostruzione o riparazione l'assenza di approfondimento determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Limitato	Qualsiasi tipo di intervento deve prevedere (nei tempi definiti dalla Regione) interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente). Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.

7.1.2 Programma Zone Instabili

A quanto già previsto per le ZS_{FR} e ZR_{FR}, nelle **Aree edificate (recenti o consolidate)**, dovranno essere aggiunte le seguenti indicazioni.

L'assenza di un PZI determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Limitato	Qualsiasi tipo di intervento deve prevedere (nei tempi definiti dalla Regione) interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente). Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.

7.1.2.1 Scelta obiettivo del PZI

Nel PZI dovrà essere valutata progressivamente la possibilità di adozione di uno dei seguenti obiettivi riferibili all'edilizia danneggiata:

- Intervento limitato (Obiettivo 1)
- Intervento obbligatorio (Obiettivo 2)

Per ciascuno di questi obiettivi di seguito vengono elencate le rispettive discipline d'uso.

7.1.2.1.1 1a ipotesi: Intervento limitato (Obiettivo 1).

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

In ZR_{FR} e ZS_{FR}

Edilizia	**Tipo Intervento**	**Descrizione**
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Limitato	Qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere (nei tempi definiti dalla Regione) interventi di miglioramento e/o adeguamento e/ rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente). Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.

7.1.2.1.2 2a ipotesi: Intervento obbligatorio (Obiettivo 2).

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

In ZS_{FR} e ZR_{FR}

Edilizia	**Tipo Intervento**	**Descrizione**
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta. Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.

8 Ruoli delle Istituzioni pubbliche

I ruoli delle Istituzioni pubbliche sono sintetizzate di seguito:

- Stato:
  - formula definizioni, indirizzi, criteri generali per le Regioni ed Enti Locali;
  - definisce programmi di risorse finanziarie;
  - stabilisce i criteri tecnici generali per definire le ZA_{FR}, ZS_{FR} e ZR_{FR};
  - definisce i criteri generali di utilizzo del suolo nelle ZA_{FR}, ZS_{FR} e ZR_{FR};
  - propone e attua l'aggiornamento degli ICMS (Gruppo di lavoro MS, 2008);
  - definisce modalità e strumenti operativi per la valutazione delle aree interessate da instabilità di versante simoindotta individuate negli studi di MS1.
- Regioni e Province autonome:
  - adottano i criteri generali formulati dallo Stato e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome;
  - formulano ulteriori criteri specifici con riferimento alle peculiarità regionali;
  - esaminano, propongono integrazioni e osservazioni e/o approvano gli studi delle aree in liquefazione già definite nel territorio regionale, in coordinamento con lo Stato (Livello 1 di MS);
  - promuovono e coordinano gli studi per definire nuove aree interessate da instabilità di versante simoindotta sul territorio regionale e li trasmettono allo Stato (livello MS3);
  - definiscono le mappe delle ZA_{FR}, ZS_{FR} e ZR_{FR} (livelli MS1 e MS3);
  - richiedono agli Enti Locali di informare e notificare ai cittadini l'individuazione delle ZA_{FR}, ZS_{FR} e ZR_{FR} e i criteri specifici di utilizzo del suolo all'interno delle zone.
- Enti Locali:
  - adottano i criteri specifici formulati dalle Regioni e dalle Province autonome;
  - regolano l'utilizzo del suolo nelle ZA_{FR}, ZS_{FR} e ZR_{FR};
  - predispongono i Programmi per le aree interessate da instabilità di versante simoindotta;
  - informano, in coordinamento con le Regioni e le Province autonome, i cittadini in merito all'individuazione delle ZA_{FR}, ZS_{FR} e ZR_{FR} e ai criteri specifici di utilizzo del suolo all'interno delle zone.

9 BIBLIOGRAFIA

AGI, 2005 - Associazione Geotecnica Italiana - Linea guida. Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica. Patron Editore, Bologna.

Barani S., Spallarossa D. e Bazzurro P., 2009 - Disaggregation of probabilistic ground motion hazard in Italy. Bull. Seismol. Soc. Am. 99, 2638-2661.

Barani S., P. Bazzurro e F. Pelli, 2010 - A probabilistic method for the prediction of earthquake-induced slope displacements", Proceedings of the Fifth International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, May 24-29, San Diego, California, Paper No 4.31b, ISBN: 1-887009-15-9.

Bray J. D., 2007 - Simplified seismic slope displacement procedure. Earthquake Geotechnical Engineering, 327-353. D. Pitilakis Ed.

Bray J.D. e Travasarou, T., 2007 - Simplified procedure for estimating earthquake-induced deviatoric slope displacements. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 133, 381-392.

CEDIT, 2013 - Italian Catalogue Of Seismic Ground Failures (http://www.ceri.uniroma1.it/cn/gis.jsp). Ultimo accesso giugno 2016.

Evans S.G. e Hungr O., 1993 - The assessment of rock fall hazard at the base of talus slopes. Canadian Geotechnical Journal, 30, 620–636

Fell R., Corominas J., Bonnard C., Cascini L., Leroi E., Savage W.Z. (2008) - On behalf of the JTC-1 Joint Technical Committee on Landslides and Engineered Slopes, « Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning », Engineering Geology, vol. 102, n° 3-4, 2008, p. 85-98.

Heim A., 1932 - Bergsturz und Menschenleben. Zurich, Fretz and Wasmuth Verlag, 218 pp.

ICMS, 2008 - Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica. Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province autonome; 3 vol. e 1 DVD.

ISPRA, 2015 – Rapporto 2015 sulle instabilità di versante.

Jibson, R.W., 2007 - Regression models for estimating coseismic landslide displacement. Engineering Geology 91, 209-218.

Keefer D.K., 1984 - Landslides caused by earthquakes. Bulletin of Geological Society of America, 95, pp. 406-421.

Keylock C. e Domaas U., 1999 - Evaluation of topographic models of rockfall travel distance for use in hazard applications. Arctic, Antarctic, and Alpine Research, 31(3), 312–320

Kirkby M.J. e Statham I., 1975 - Surface stone movement and scree formation. Journal of Geology 83, 349–62. Korner, 1980

Makdisi F.I. e Seed H.B., 1978 - Simplified procedure for estimating dam and embankment earthquake-induced deformations. ASCE Journal of the Geotechnical Engineering Division 104, 849-867.

Mazzoccola D. e Sciesa E., 2000 - Implementation and comparison of different methods for rockfall hazard assessment in the Italian Alps. Proc. 8th Int. Symp. on Landslides, Cardiff, Balkema, Rotterdam, 2, 1035-1040

McClung D.M. e Lied K., 1987 - Statistical and geometrical definition of snow avalanche runout. Cold Regions Science and Technology 13, 107–19

NTC, 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni - DM 14 gennaio 2008, Gazzetta Ufficiale, n. 29 del 4 febbraio 2008, Supplemento Ordinario n. 30, www.cslp.it, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.

Newmark N.M., 1965 - Effects of earthquakes on dams and embankments. Geotechnique 15, 139-159.

Onofri R. e Candian C., 1979 - Indagine sui limiti di massima invasione dei blocchi rocciosi franati durante il sisma del Friuli del 1976. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia: CLUET, 42 pp.

Progetto MASSMOVE, 2013 - Programma INTERREG IV A; Standard minimi per la stesura di carte di pericolosità per frane di scivolamento e di crollo quale strumento per la prevenzione dei dissesti franosi.

Regione Lombardia-CNR, 2001 – Analisi di stabilità in condizioni statiche e pseudostatiche di alcune tipologie di frane di crollo finalizzata alla stesura di modelli di indagine e di intervento. 223 pp e mappe. Milano

Valagussa A., Frattini P. e Crosta G.B., 2014 - Earthquake-induced rockfall hazard zoning. Engineering Geology 182, 213-225

Varnes D.J., 1984 - Hazard Zonation: A Review of Principal and Practice. Commission of Landslide of IAEG, UNESCO, Natural Hazard, No.3, 61 p.

APPENDICE A1 - Metodologia per l'identificazione della coppia M-D di soglia

1. Disaggregazione della pericolosità sismica ovvero definizione delle coppie M-D media e modale (H_{FR}) per ciascun baricentro comunale

In questa proposta sono stati presi in considerazione 3 periodi medi di ritorno, corrispondenti a 475, 975 e 2475 anni e 6 periodi spettrali (PGA, 0.2s, 0.5s, 1.0s, 1.5s e 2.0s), per un totale di 18 combinazioni possibili. In questa fase di lavoro, la scelta di prendere in considerazione diversi periodi spettrali nasce dalla necessità di sviluppare una procedura in grado anche di valutare la risposta sismica dei corpi di frana a diverse frequenze di oscillazione; in funzione della profondità del piano di scivolamento e/o della frequenza di risonanza del corpo franoso, il comportamento del versante instabile in condizioni sismiche può infatti variare (Bray, 2007; Barani *et alii*, 2010).

2. Confronto degli scenari *M-D* con i valori di soglia M_C-D_C

Confronto dei valori M-D (medi e modali) associati a ciascun baricentro comunale con i valori critici (Mc-Dc) derivati da Keefer (1984). Il confronto viene effettuato per tutti i periodi di ritorno e i periodi spettrali considerati. Sono possibili 2 casistiche (fig. 3):

a. se il punto di coordinate *M-D* si trova al di sotto della curva "upper bound" (curva limite definita per "disrupted slides or falls") determinata da Keefer (1984), il territorio comunale può essere interessato da frane sismoindotte;
b. se il punto di coordinate *M-D* si trova al di sopra della curva di Keefer (1984), il territorio comunale è potenzialmente esente da fenomeni di instabilità di versante sismoindotti.

3. Calibrazione/validazione del metodo

In questa fase di lavoro è necessario dapprima raccogliere tutte le informazioni disponibili riguardanti la distribuzione sul territorio delle frane sismoindotte osservate storicamente. A tal proposito è possibile riferirsi a banche dati per il territorio nazionale, quale ad esempio il Catalogo italiano degli Effetti Deformativi del suolo Indotti dai forti Terremoti (CEDIT, 2013) (Centro di Ricerca Previsione, Prevenzione e Controllo de Rischi Geologici, Università La Sapienza, Roma, http://www.ceri.uniroma1.it/cn/gis.jsp) e/o a specifici archivi compilati a scala regionale.

Si procede verificando la corrispondenza tra le aree comunali ove sussistono le condizioni sismiche necessarie all'attivazione di frane sismoindotte, definite al punto precedente, e la franosità sismoindotta avvenuta storicamente. Da tale confronto è possibile selezionare la combinazione media/moda - periodo di ritorno - periodo spettrale in grado di giustificare al meglio le osservazioni storiche, definendo quindi la combinazione più conservativa per il territorio in esame (fig. 4). L'identificazione di H_{FR} condurrà alla lista dei Comuni ove sussistono le condizioni sismiche necessarie all'attivazione di movimenti franosi sismoindotti (H_{FR}> soglia).

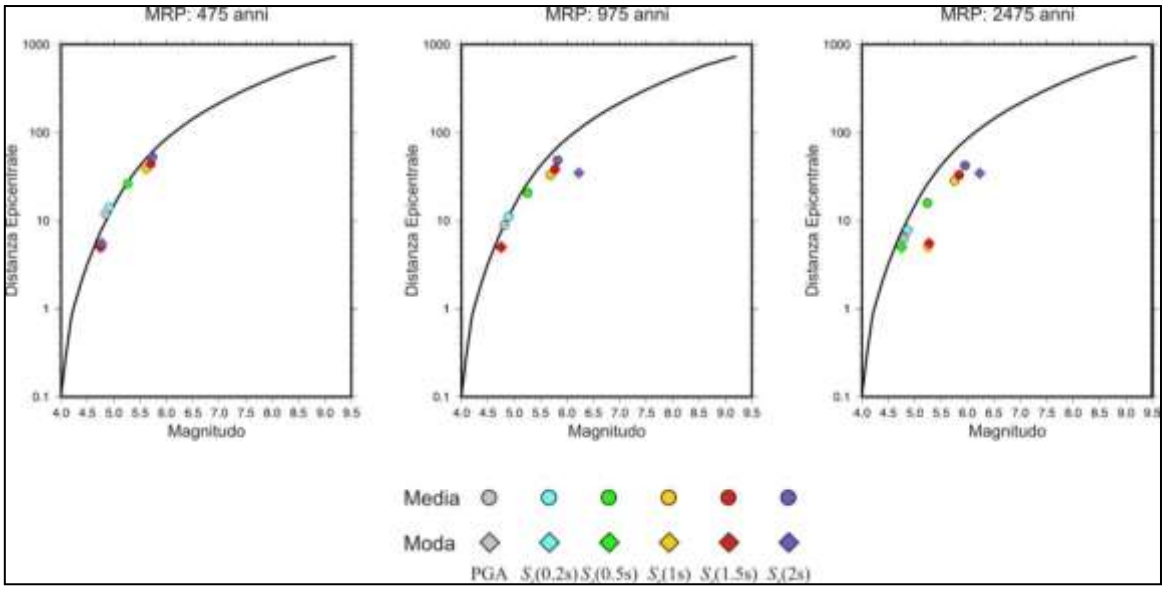


Figura 3 - Confronto tra le coppie M-D medie (cerchi) e modali (rombi) ottenute dalla disaggregazione della pericolosità sismica (a 6 diversi periodi spettrali) per 3 differenti periodi medi di ritorno (MRP) e la curva limite derivata da Keefer (1984) per il Comune di Capraia e Limite (FI), cerchiato in Figura 2.

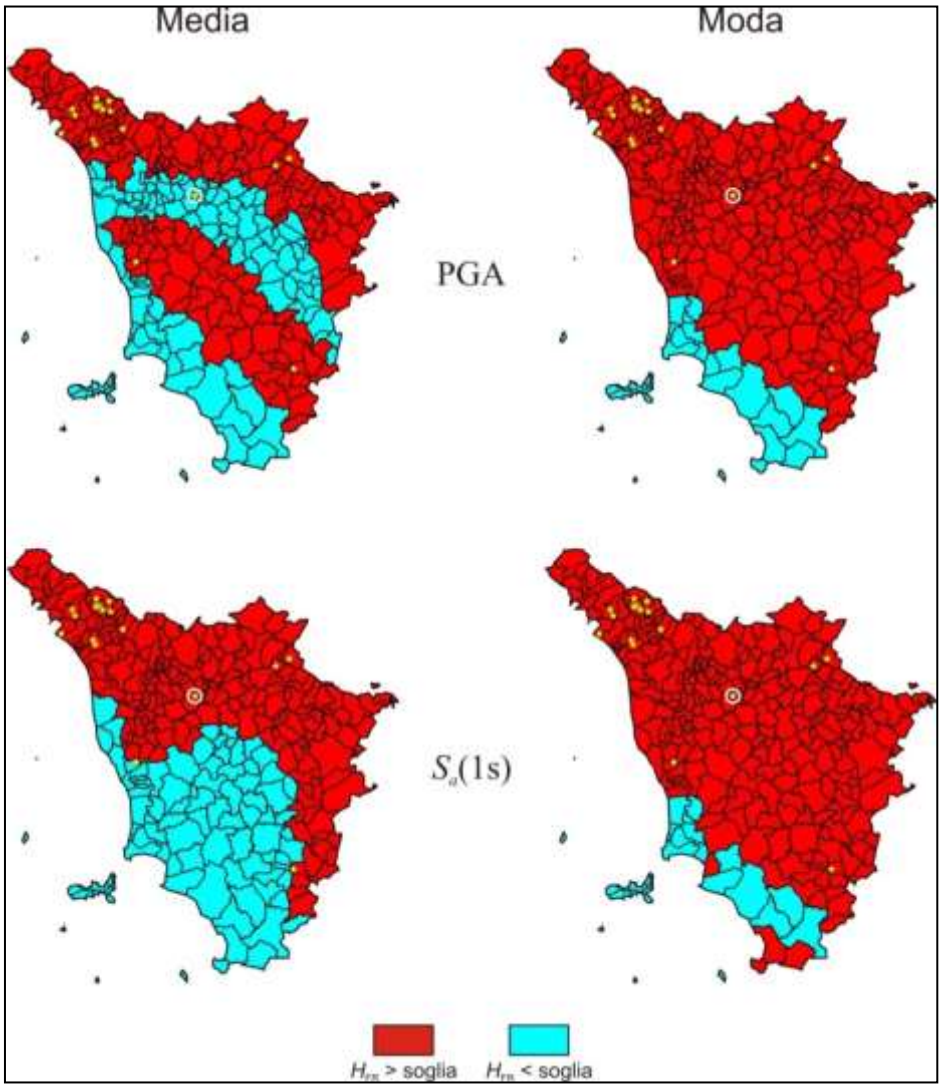


Figura 4 - Mappe dei comuni toscani passibili di fenomeni franosi sismoindotti (comuni in rosso) così come derivate dal confronto delle coppie M-D medie e modali ottenute dalla disaggregazione della pericolosità sismica (in termini di PGA e accelerazione spettrale a 1s) per un periodo di ritorno di 475 anni con la curva limite di Keefer (1984). Le stelle in giallo indicano le frane sismoindotte occorse storicamente così come riportate nel CEDIT (2013). La frana di Capraia e Limite, associata al terremoto della Garfagnana del 1920, è cerchiata in bianco (corrisponde all'esempio in figura 3). Si noti come questo Comune risulti passibile di fenomeni franosi in tutti i casi tranne che in quello ottenuto considerando i valori medi M-D determinati dalla disaggregazione della pericolosità sismica in termini di PGA (pannello in alto a sinistra).

Ulteriori note applicative

- E' bene ricordare che, in ottemperanza ai criteri adottati per gli studi di microzonazione sismica, potrebbero essere trascurati i risultati della disaggregazione per periodi medi di ritorno diversi da 475 anni (gli studi di microzonazione sono soliti riferirsi a un periodo medio di ritorno di 475 anni).
- Nella metodologia proposta non sono state considerate le caratteristiche delle frane censite sul territorio quali, per esempio, la tipologia di materiale (frane in roccia o frane in terra), il tipo di movimento (crollo, ribaltamento, colamento, scorrimento traslazionale e/o rotazionale, espansione laterale, movimenti complessi) e le dimensioni del corpo di frana (profondità del piano di scivolamento, estensione areale). La conoscenza dettagliata del territorio, ovvero della tipologia prevalente di frana, potrebbe essere utilizzata per la definizione a priori del periodo spettrale più opportuno per l'areale, indipendentemente dal

confronto con la franosità storica. In questo caso la definizione di H_{FR} dipenderà solo dal periodo di ritorno (a meno che non sia prefissato a 475 anni) e dai valori medi o modali di *M* e *D* che, come specificato al punto 3, dovranno permettere l'individuazione di tutte (o la maggior parte) le aree comunali interessate storicamente da frane sismo-indotte.

- Riguardo alla scelta tra valori medi o modali di *M* e *D*, non esiste una linea di pensiero dominante (fig. 5). Si precisa che la moda della distribuzione corrisponde alla coppia *M-D* che fornisce il maggior contributo alla pericolosità sismica e pertanto corrisponde a uno scenario "reale". Il principale svantaggio nell'uso dei valori modali è legato al fatto che questi risultano sensibili all'ampiezza degli intervalli di magnitudo e distanza adottati in fase di calcolo. La media, al contrario, è indipendente dall'ampiezza degli intervalli, ma non sempre corrisponde a uno scenario "reale" dal momento che i contributi della sismicità locale e regionale concorrono alla sua definizione. In altre parole, la media potrebbe rappresentare uno scenario improbabile.

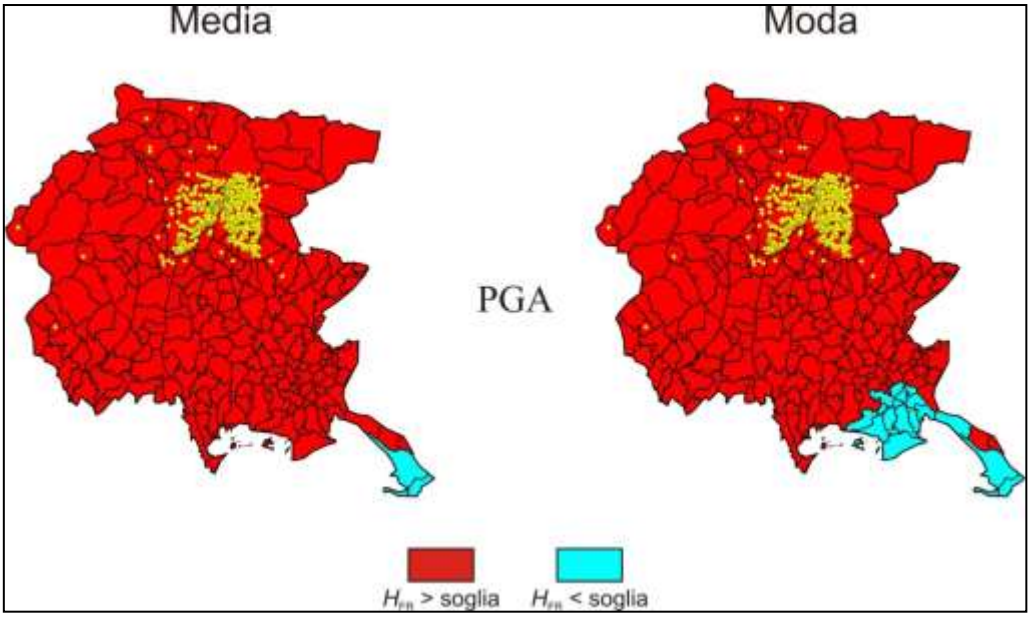


Figura 5 - Come figura 4, ma per la Regione Friuli Venezia Giulia. Le frane sismoindotte in giallo sono state ricavate sia dal CEDIT (2013) che da un archivio compilato dal gruppo di lavoro dell'Università Bicocca Milano. Poiché la maggior parte dei fenomeni franosi indotti da eventi sismici nella regione in esame è associata a crolli in roccia, il parametro di scuotimento corrispondente alla PGA appare quello maggiormente idoneo a circoscrivere le aree comunali passibili di frane sismo-indotte.

- Se non è possibile sviluppare il punto 3 della metodologia: calibrazione/validazione del metodo, per mancanza di informazioni riguardo a frane sismoindotte per eventi del passato, si consiglia di sviluppare la disaggregazione per un periodo spettrale T=0.5 s (circa media tra 0.2 e 0.7 s) che Bray e Travasarou (2007) indicano come più frequente *range* di eccitazione per frane sismoindotte.

APPENDICE A2 – Indicazioni operative per la Carta delle MOPS e programmazione nuove indagini

A2.1 - Omogeneizzazione dei dati da inventari (PAI, IFFI, …) ai fini della redazione della Carta delle MOPS – livello 1 (a cura della Regione Liguria)

L'obiettivo fondamentale del livello 1 di MS è l'identificazione delle aree in frana e delle eventuali aree potenzialmente franose [1], rimandando al livello di approfondimento superiore (Carta MS - livello 3) la valutazione della possibilità di mobilitazione dinamica con forzante sismica.

Questo obiettivo viene perseguito utilizzando elementi informativi minimi, intendendo, tra questi, le informazioni relative alle caratteristiche del sottosuolo già utilizzate per la redazione della carta CGT_MS ed il quadro dei dissesti desumibile dalle carte inventario dei fenomeni franosi.

Con riferimento ai dati derivanti da inventari frane, si osserva che, per un determinato territorio, gli studi che determinano il riconoscimento dei fenomeni di instabilità di versante sono molteplici: PAI, IFFI, Studi regionali, Studi di dettaglio per Piani Urbanistici, Studi a supporto della cartografia Geologica, ecc. (Tab. A2_1). Questi studi sono spesso realizzati con tempistiche e finalità diverse, che vanno dalla conoscenza geologica s.l. alla costruzione del quadro di indirizzo dei piani direttori, e presentano così, anche rispetto alla disciplina d'uso del suolo ad essi connessa, un grado di cogenza differente.

Risulta pertanto opportuno/necessario assicurare l'allineamento del tematismo '*aree interessate da instabilità di versante - frane*' rappresentate nella carta delle MOPS rispetto alle cartografie che producono vincoli territoriali, nello specifico la Carta di Suscettività d'uso dello strumento urbanistico o la cartografia di pericolosità del PAI; ciò per non ingenerare confusione nel quadro di pericolosità o contraddittorietà nell'applicazione dei vincoli normativi.

Al momento della definizione del quadro dei dissesti di versante della carta delle MOPS si dovrà pertanto verificare la coerenza reciproca dei dati provenienti dalle varie fonti considerate e laddove sorgano incongruità (es. perimetrazioni o stati di attività diversi per lo stesso corpo di frana tra le fonti conoscitive utilizzate) occorrerà pervenire ad una sintesi e, qualora necessario, provvedere, anche, all'aggiornamento dei piani direttori.

A tal riguardo occorre rimarcare come l'obiettivo del lavoro non sia quello di una revisione o di una valutazione di qualità delle fonti, quindi prioritariamente bisogna ricondursi ad una delle geometrie già presenti, piuttosto che introdurne di nuove, seguendo un ordine gerarchico tra le fonti in ragione dei vincoli d'uso del territorio che queste producono, sulla base di un criterio di seguito espresso:

	TIPO FONTE	DATI DI RIFERIMENTO	NOTA
↓	Piano di Bacino	perimetro e stato di attività	-
	Strumento Urbanistico Comunale	perimetro e stato di attività	subordinati a quanto indicato dal PdB vigente
	Censimento IFFI	perimetrazione	stato di attività a conferma delle fonti gerarchiche superiori; nel caso di incongruenze il dato IFFI sempre in subordine
	Progetto CARG CGR (Cartografia Geologica regionale)	perimetrazione	definizione dello stato di attività non coerente con gli altri strumenti

Tab. A2_1 – Tipi di fonte e altre informazioni in inventari e altri documenti.

[1] La definizione ed il riconoscimento delle aree potenzialmente franose sono trattati in un'altra appendice tecnica della presente Linea Guida.

Il processo analitico attraverso cui pervenire ad una omogeinizzazione dei dati da inventario si concretizza nell'identificazione, su base geomorfologica, del corpo di frana ovvero del perimetro di frana che presenta il maggior grado di coerenza rispetto ai caratteri morfologici distintivi di un fenomeno franoso (indicatori cinematico-morfologici), poiché un fenomeno franoso si manifesta sul territorio tramite *Indicatori Geomorfologici*, quali la presenza di scarpate, sconvolgimento del sistema di drenaggio, assenza di sviluppo di suolo, ecc., la presenza, o assenza, di tali evidenze rappresenta un punto fondamentale qualora si voglia intraprendere una procedura perimetrazione ex novo o di revisione/verifica della stessa.

Omogeneizzazione dei dati, fasi di lavoro

Le attività da svolgersi per giungere all'omogeneizzazione dei dati da inventari diversi sono di seguito elencate:

- prima fase, raccolta dati bibliografici inerenti la distribuzione dei fenomeni franosi nel territorio di indagine, avendo come riferimento fonti conoscitive che rivestono carattere ufficiale nel panorama nazionale e/o regionale;

- seconda fase, allineamento cartografico dei dati, producendo la cosidetta "carta di insieme" che riporta, appunto, le perimetrazioni, derivanti dalle diverse fonti, su un layer informativo unico [2] e permette di evidenziare le eventuali situazioni di incongruità;

- terza fase, identificazione del perimetro di frana, tra quelli presenti, che *i*) si presenta come un corpo geomorfologico unitario ed omogeneo e che *ii*) a suo interno presenta la maggior ricorrenza di indicatori cinematico-morfologici. In questa fase si provvederà a svolgere l'analisi fotointerpretativa (multitemporale) e le verifiche di campagna.

Nel caso in cui la carta di insieme riporti un'unica perimetrazione si provvede ad una conferma 'di default' della perimetrazione, e dello stato di attività, delle fonti gerarchicamente superiori (PdB e PRG) e ad una verifica di massima delle altre tenendo presente il principio di coerenza ed allineamento relativo delle diverse fonti a seguito del trasferimento della perimetrazione nella carta di sintesi dello studio di MS.

Riconoscimento Indicatori Cinematici

L'analisi geomorfologica si basa sul riconoscimento, per il corpo di frana in esame, della presenza di indicatori geomorfologici (*Ii*), cioè quegli elementi che per la loro natura danno indicazioni di un movimento presente e/o passato. Nell'ambito di questo studio gli indicatori considerati, in parte ripresi da Crozier (1986), sono i seguenti:

- ✓ I1:Evidenza di scarpate con bordi netti, rotture di pendio, fessurazioni fratture ;
- ✓ I2: Nette variazioni di pendenza lungo il profilo longitudinale del versante e/o anomalie topografiche (depressioni, contropendenze);
- ✓ I3: Sconvolgimento e/o disordine del sistema di idrografico, ristagni d'acqua, depressioni a drenaggio interno, deviazioni dell'alveo fluviale;
- ✓ I4: Assenza di sviluppo di suolo e/o di affioramenti di substrato; nel caso di affioramenti di litotipi riconducibili al substrato geologico possono essere elementi indicativi di deformazione gravitativa la presenza di intensa fratturazione e deformazione e un assetto (giacitura degli strati) estremamente variabile e non coerente con quello degli affioramenti circostanti. Corpo di accumulo caratterizzato da coperture detritiche grossolane non classate con presenza di trovanti e massi anche di grandi dimensioni e con clasti non arrotondati;
- ✓ I5: Differenze nette di vegetazione all'interno del perimetro della frana;

[2] dal confronto cartografico delle fonti conoscitive possono evidenziarsi diverse situazioni di incoerenza, che spesso non riguardano tanto il riconoscimento dei corpi di franosi, quanto piuttosto una diversa sensibilità con la quale tali corpi sono stati mappati dalle fonti, ad esempio: a) situazioni di sovrapposizione di più perimetri tra loro simili ma comunque diversi, b) situazioni in cui vi è un'unica fonte che indica la presenza di un fenomeno franoso.

- ✓ I6: Alberi inclinati;
- ✓ I7: Lesioni negli edifici od in altre opere antropiche.

L'indicatore I7, ovvero le lesioni sugli edifici ed altri manufatti, è un parametro che generalmente non costituisce parte integrante del rilievo geomorfologico *s.s.*, ma in genere, una volta escluse altre cause ad es. geotecniche o strutturali, si manifesta in maniera evidente in concomitanza di fenomeni franosi.

L'individuazione degli indicatori geomorfologici avviene mediante l'utilizzo di due metodi: *fotointerpretazione e rilievo di campagna*. Alcuni indicatori geomorfologici sono meglio osservabili e riconoscibili da foto aerea mentre altri elementi richiedono per una migliore identificazione una ulteriore indagine di campagna. A tal proposito nelle tabelle che seguono vengono fornite indicazioni per l'individuazione degli indicatori mediante fotointepretazione e rilievo di campagna (Tab. A2_2): e, anche, circa l'età" e la scala delle foto aeree e delle CTR da utilizzare nell'analisi fotointerpretativa (Tab. A2_3):.

	Rilievo di campagna	Fotointerpretazione
I_1:Evidenza di scarpate, terrazzi e crepacci con bordi netti	XXX	XXX
I_2: Nette variazioni di curvatura lungo il profilo longitudinale del versante	X	XXX
I_3:Sconvolgimento del sistema di drenaggio, ristagni d'acqua, depressioni a drenaggio interno, deviazioni dell'alveo fluviale	XX	XXX
I_4: Assenza di sviluppo di suolo, affioramenti di substrato denudato	XXX	XX
I_5:Differenza netta di vegetazione all'interno della frana	XX	XXX
I_6:Alberi inclinati	XXX	X
I_7:Lesioni negli edifici	XXX	-

Tab. A2_2 – Suggerimenti per scelta del metodo di analisi nel rilievo geomorfologico (xxx: ottima; xx: buona; x: scarsa)

Indicatori	Fotointerpretazione
I_1:Evidenza di scarpate, terrazzi e crepacci con bordi netti	Foto aerea e CTR: Scala >1:10.000 Tempo: la più recente e comunque non più vecchia di 10 a
I_2: Nette variazioni di curvatura lungo il profilo longitudinale del versante	Foto aerea e CTR: Scala >1:10.000 Tempo: la più recente e comunque non più vecchia di 10 a
I_3:Sconvolgimento del sistema di drenaggio, ristagni d'acqua, depressioni a drenaggio interno, deviazioni dell'alveo fluviale	Foto aerea e CTR: Scala >1:10.000 Tempo: la più recente e comunque non più vecchia di 10 a
I_4: Assenza di sviluppo di suolo, affioramenti di substrato denudato	Foto aerea: Scala ≥1:5.000 Tempo ≤ 2 a
I_5:Differenza netta di vegetazione all'interno della frana	Foto aerea : Scala >1:10.000 Tempo: la più recente e comunque non più vecchia di 10 a
I_6:Alberi inclinati	Foto aerea: Scala ≥1:5.000 Tempo: la più recente e comunque non più vecchia di 10 a

Tab. A2_3 – Suggerimenti per la scala e l'età da utilizzare nell'analisi

Stato di Attività

Al fine di una valutazione sommaria dello stato di attività delle forme in campo, su base esclusivamente geomorfologica, ed in assenza di strumentazione di controllo e monitoraggio, si richiama la direttiva tecnica prodotta nell'ambito del Progetto IFFI "Determinazione dello stato di attività dei fenomeni gravitativi nella scheda di 1° livello", a cura di A. Giglia, L. Paro e M. Ramasco (Regione Piemonte).

Questo documento propone di valutare lo stato di attività in relazione ad un determinato *grado di rimodellamento* che esprime di "quanto" (in termini qualitativi) forme e corpi, le cui origini sono legate ad un particolare

processo, risultino modificati dall'azione di processi di altro o dello stesso tipo. In relazione alle forme legate alla dinamica gravitativa, il grado di rimodellamento è considerato:

- *da nullo a basso*: quando l'elemento conserva praticamente l'aspetto originale (superfici di taglio nette, accumuli ben individuabili, indicatori cinematici evidenti);

- *da basso a medio*: quando l'elemento presenta ancora l'aspetto originale ma è stato interessato, del tutto o in parte, da una blanda azione di rimodellamento operata sia dalle acque ruscellanti, sia dalle attività antropiche o da altri tipi di processo ad azione prevalentemente superficiale;

- *da medio ad alto*: quando l'elemento risulta in gran parte o del tutto modificato rispetto alle condizioni originarie ma, nonostante ciò, è ancora possibile definirne l'origine gravitativa. Il grado di rimodellamento da medio ad alto è caratterizzato anche dalla presenza di un reticolo idrografico in parte gerarchizzato che incide il corpo di accumulo e talvolta anche la zona di distacco.

Per la determinazione dello stato di attività, sulla base del grado di rimodellamento delle forme, si propone la seguente correlazione (Tab. A2_4):

GRADO DI RIMODELLAMENTO	STATO DI ATTIVITA'
Da nullo a basso	Attivo
Da basso a medio	Quiescente
Da medio a alto	Stabilizzato o relitto (inattivo)

Tab. A2_4 – Correlazione grado di rimodellamento-stato di attività.

A2.2 - Individuazione delle aree potenzialmente franose (APF) e delle aree di evoluzione della frana (AE) (a cura della Regione Toscana)

Premessa

Con il presente documento si intende predisporre uno standard finalizzato alla individuazione delle "***Aree Potenzialmente Franose***" (APF) e delle "***Aree di evoluzione della Frana***" (AE).

E' opportuno preliminarmente chiarire alcuni aspetti salienti:

• il presente standard ha l'obiettivo di fornire esclusivamente una definizione delle "Aree Potenzialmente franose" (APF) e delle "Aree di evoluzione della Frana" (AE), indicando i criteri e gli elementi utili per la sua individuazione. Si sottolinea infatti come invece la perimetrazione di tale area sia, in alcuni casi, già prevista all'interno delle cartografie ufficiali (IFFI, Cartografia della franosità delle Autorità di Bacino, Cartografie geomorfologiche regionali e/o relative agli strumenti urbanistici comunali) ed a queste è quindi opportuno riferirsi al fine di evitare ambiguità (Vedi Fig. A2_1). Nel caso in cui tali aree (APF e/o AE) non siano già state perimetrale nell'ambito dei suddetti documenti, potrà essere necessario provvedere alla loro delimitazione secondo le indicazioni riportate di seguito;

• le valutazioni che si effettueranno di seguito sono finalizzate ad evidenziare principalmente quelle problematiche che si ritengono particolarmente critiche dal punto di vista sismico. In altre parole, ciò che interessa in questa fase è affrontare la problematica legata ai meccanismi gravitativi di versante dal punto di vista dell'azione sismica che può indurre una sollecitazione dinamica in grado di riattivare movimenti gravitativi preesistenti o produrre rotture di neoformazione.

• proprio in quest'ottica, perciò, si è ritenuto necessario individuare e definire oltre al movimento gravitativo esistente, anche quelle porzioni di versante, apparentemente stabili, che invece potrebbero essere coinvolte in scivolamenti, crolli, ecc.

Area Potenzialmente Franosa (APF)

Si intende per "Area Potenzialmente Franosa" (APF) quella porzione di versante, sia in roccia che in terra, ubicata in aree esterna rispetto al corpo di frana, per la quale, pur non presentando evidenze di instabilità pregressa, sono verificate le condizioni di potenziale instabilità in relazione all'azione sismica.

Le condizioni di potenziale instabilità (Nardi et al., 1987; Fell et al., 2008) possono essere collegate sia a fattori connessi con le caratteristiche stesse dei materiali coinvolti (litologia, fratturazione, assetto strutturale, caratteristiche geomeccaniche, giacitura, regime idrico sotterraneo e superficiale, uso del suolo), sia alle caratteristiche morfologiche dell'area in esame (forte acclività).

Più in dettaglio si riepilogano di seguito le principali condizioni di potenziale instabilità date dalla combinazione di elementi topografici e caratteristiche geologico-tecniche e sismiche.:

Condizioni topografiche

- versanti naturali con pendenze superiori a 15°;
- tagli sub-verticali di origine antropica;
- versanti acclivi soggetti a processi di degradazione derivante da disboscamento, incendi e/o attività antropiche;

Condizioni geologico-tecniche

- rocce lapidee alterate sovrastanti rocce a più elevata resistenza, con giacitura a franapoggio;
- rocce deboli o intensamente fratturate e/o costituite da alternanze di litologie a differente competenza, con giacitura a franapoggio;
- argini, orli di terrazzo in erosione attiva;
- versanti caratterizzati da materiali argillosi, limosi o granulari poco o per niente consolidati;
- accumulo di materiali detritici (conoidi di versante, falde detritiche, ecc.)
- versanti con fenomeni di scalzamento al piede del pendio.

Condizioni legate all'amplificazione sismica

Una condizione legata alla forzante sismica può essere introdotta, valutando in maniera estremamente semplificata, anche in relazione a quanto riportato nella CGT ed alle informazioni acquisite nell'ambito della redazione della Cartografia MOPS, se la successione litostratigrafica e topografica dell'area è particolarmente gravosa dal punto di vista sismico.

Tenendo presente che l'obiettivo è una valutazione di massima della forzante sismica, si consiglia di utilizzare le categorie di sottosuolo e la pendenza media del versante, per calcolare il coefficiente di amplificazione S (Ss*St) e il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima al sito βs (NTC, 2008).
Questi 2 coefficienti permetteranno infatti di calcolare Kh= βs * S*ag/g.
Per Kh minori 0.1 g si considera il pendio stabile.

Ai fini della individuazione e successiva perimetrazione delle APF deve essere verificata la condizione legata all'amplificazione sismica e almeno una tra le condizioni topografiche e geologico-tecniche.

Tali aree potenzialmente instabili, possono originarsi prevalentemente in aree esterne, quindi separate geometricamente, rispetto ai corpi di frana esistenti. Si ipotizza infatti che il meccanismo di rottura non sia influenzato dalla presenza di fenomeni gravitativi esistenti.

Area di evoluzione della frana (AE)
La previsione dell'evoluzione consente di individuare l'area che può essere interessata, direttamente o indirettamente, da una frana. Tali "Aree di evoluzione (AE)" sono ubicate prevalentemente in aree limitrofe/adiacenti al corpo di frana esistente (per opera di meccanismi di regressione a partire dalla zona di innesco e/o propagazione areale) e quindi presentano meccanismi di rottura/evoluzione direttamente influenzati dalla presenza di fenomeni gravitativi esistenti. Nel caso di frane di scivolamento l'area di evoluzione può essere generalmente limitata; nel caso di colate di detrito, che interessano spesso impluvi o aste fluviali montane, tale area può invece essere molto più estesa. In linea di massima le aree di evoluzione della frana possono essere definite secondo criteri geomorfologici e non puramente geometrici, quindi variano da frana a frana, in relazione alla tipologia e stile di attività. Nel caso di frane a cinematica lenta, per le quali è riconoscibile la corona di distacco, il perimetro del deposito può essere esteso verso monte fino a comprendere la corona stessa ed oltre per identificare l'area di retrogressione, mentre verso valle le aree di possibile evoluzione sono limitate alle immediate vicinanze (per es. 20 m). Nel caso invece di movimenti rapidi, come colate detritiche, le aree di evoluzione possono essere molto più ampie.
La previsione dell'evoluzione di una frana prevede i seguenti tre punti:
a) previsione della distanza di propagazione,
b) previsione dei limiti di retrogressione,
c) previsione dell'espansione areale.
La previsione della distanza di propagazione (*run-out*) è particolarmente importante nel caso di frane di crollo, di colate per flusso di terre granulari (*flowslides*), di detrito umido (*debris flows*) o di detrito secco (*sturzstroms*), che sono spesso caratterizzate da un'elevata mobilità. In generale per la previsione della distanza di propagazione possono essere impiegati criteri geomorfologici connessi con la geometria del pendio. La distanza di propagazione può essere valutata mediante la stima dell'angolo di attrito apparente, che può essere ricavata da quella dell'angolo di attrito dinamico effettivo e delle pressioni dei fluidi interstiziali durante il moto. Tali parametri sono molto difficili da misurare sia perché sono necessarie apparecchiature speciali, sia perché sono estremamente variabili anche nel corso del movimento. Per tali motivazioni, la stima dell'angolo di attrito apparente si basa spesso su analisi di tipo empirico.
Nel caso dei crolli, l'angolo di attrito apparente può essere stimato in base all'osservazione della posizione dei blocchi già distaccati o determinato con metodi sperimentali. In genere l'angolo d'attrito apparente risulta compreso fra 28° e 45°. Sempre per quanto riguarda i crolli, nei casi in cui si disponga di dati sufficientemente dettagliati, si può optare per analisi cinematiche o dinamiche delle traiettorie di caduta dei massi, in funzione della forma e della dimensione dei blocchi e delle
caratteristiche morfologiche del pendio. La traiettoria dei blocchi è analizzata considerando le leggi fisiche che regolano la successione dei diversi tipi di movimento dei blocchi, ovvero: scorrimento o ribaltamento, caduta libera, rimbalzo e rotolamento.
La perimetrazione delle aree di regressione di una frana si effettua essenzialmente sulla base dei caratteri geomorfologici osservabili sul terreno, riferibili alla distribuzione degli elementi/indicatori che suggeriscono tale evoluzione (fratture di tensione, contropendenze, ecc.). Alcune tipologie di frana sono in genere caratterizzate da

un'evoluzione retrogressiva come, ad esempio, i ribaltamenti in ammassi rocciosi fratturati, gli scivolamenti traslativi in roccia, gli scivolamenti rotazionali, specialmente nel caso in cui questi ultimi interessino materiali sensitivi (es. *quick clays*) oppure rocce fratturate sovrapposte ad argille ed argilliti (Fig. A3_1).
Per quanto riguarda la delimitazione dell'espansione areale, tale aspetto è particolarmente critico nel caso di colate di terra o di fenomeni di liquefazione nei quali la massa spostata è molto fluida e può espandersi. La previsione, molto complessa, dipende essenzialmente dalla morfologia del versante, da granulometria e contenuto d'acqua dei terreni, dai parametri di resistenza al taglio, dalle pressioni interstiziali e dal coefficiente di spinta laterale.

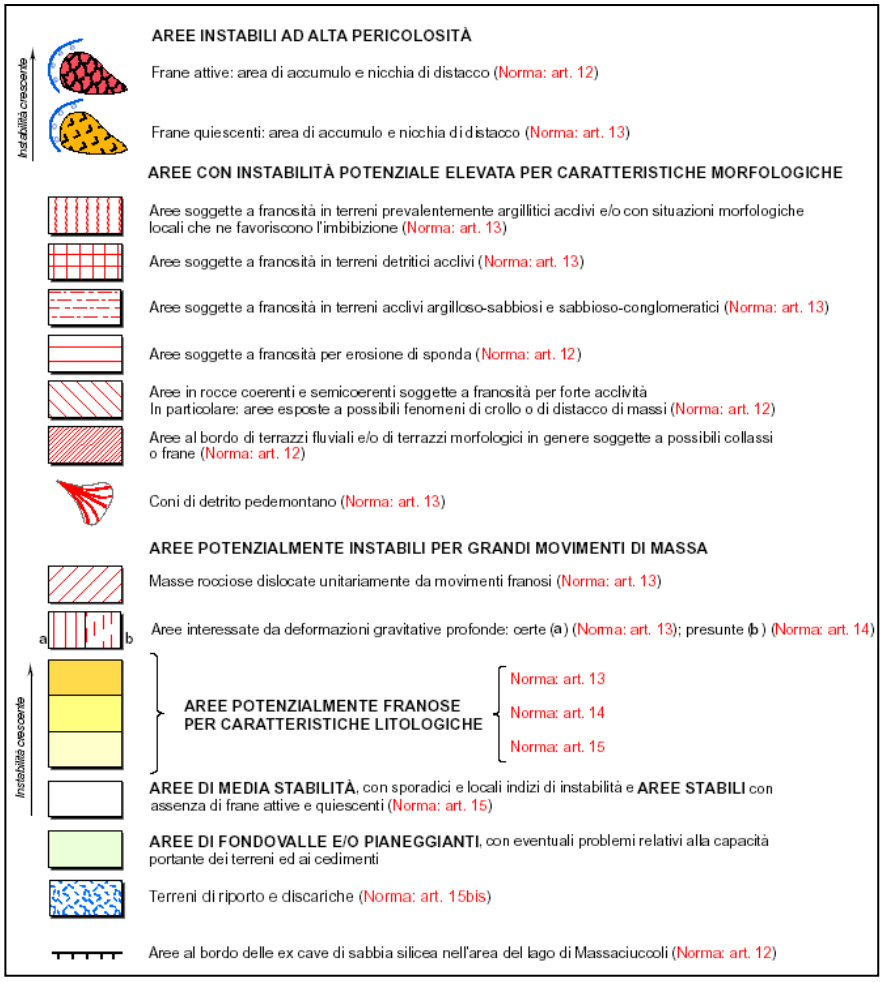


Fig. A2_1 – Legenda Carta della Franosità dell'AdB_Serchio. Estratto

In sintesi, per la delimitazione delle AE, fermo restando le suddette indicazioni ed ulteriori e necessarie valutazioni tecniche desunte dalle conoscenze puntuali dei fenomeni franosi da cartografare, nella tabella A2_5sono riportati alcuni valori indicativi di riferimento per la delimitazione delle AE, scaturiti da applicazioni in ambito regionale e definite su base esperta.

Tab. A2_5 – Valori di riferimento puramente indicativi per la delimitazione dell'AE

Tipologia meccanismo di movimento	Distanza H (in m) dal limite dell'area in frana (FR)		
	retrogressione	espansione laterale	propagazione/accumulo
Crollo e/o ribaltamento	**10** (in caso di scarpate piccole[2]) **20** (per scarpate alte[2]) **≥h/2** (per scarpate molto alte[2])		**10** (in caso di scarpate piccole[2]) **20** (per scarpate alte[2]) **≥h/2** (per scarpate molto alte[2])
Scorrimenti/scivolamenti lenti e colamenti lenti	**10** (in caso di frane piccole[1]) **20** (in caso di frane grandi[1])	**10** (in caso di frane piccole[1]) **20** (in caso di frane grandi[1])	**10** (in caso di frane piccole[1]) **20** (in caso di frane grandi[1])
Colate e Scorrimenti/scivolamenti rapidi		**20**	**fino al punto di rottura** del versante e/o all'impluvio

[1] La distinzione tra frane grandi e piccole è basata sulla estensione (soglia indicativamente pari a 1000mq)

[2] Per scarpate "piccole" si intendono quelle con dislivello di quota "h" inferiore a 10m, scarpate "alte" con dislivello inferiore a 40m, le restanti sono classificate "molto alte"

A2.3 - Definizione di indagini e parametri per la programmazione degli approfondimenti superiori (a cura della Regione Emilia Romagna)

Indagini in sito per la caratterizzazione della ZA_{FR} in caso di frana in terra (Carta delle MOPS).
Per una corretta caratterizzazione di una ZA_{FR} occorre definire:

- la perimetrazione dettagliata di FR AE e APF (v. cap. 8 e Appendici A2.1 e A2.2);
- la profondità del substrato geologico non alterato, presumibilmente assimilabile al substrato rigido (bedrock sismico), con identificazione dell'eventuale spessore di alterazione del substrato, per valutare lo spessore della coltre detritica in tutta l'area di estensione di AF+APF, in modo da suddividere quest'ultima in MOPS, cioè microzone con spessore e caratteristiche litostratigrafiche della coltre circa omogenee.

Come indicato nel cap. 8 e nelle Appendici A2.1 e A2.2, per il riconoscimento e la perimetrazione delle AF+APF la base di partenza è la cartografia geologica e geotematica disponibile.
In assenza di cartografia geologica/geotematica dovrà essere effettuato uno specifico rilevamento geologico finalizzato ad acquisire le informazioni relative agli elementi geomorfologici indicati nel cap. 8 e nelle Appendici A2.1 e A2.2, tramite l'analisi di foto aeree e rilievi di terreno ad una scala di dettaglio, non inferiore a 1:10.000, meglio 1:5000-1:2000.
Nel caso invece sia disponibile una cartografia geologica/geotematica, questa andrà verificata analizzando foto aeree, in particolare, se disponibili, successive all'epoca del rilevamento, e con mirati controlli sul terreno.

Per la caratterizzazione della coltre di copertura si farà ricorso a dati pregressi; qualora però i dati pregressi non siano in numero sufficiente dovranno essere realizzate nuove indagini.

<u>Prove in sito per la caratterizzazione dello spessore della coltre</u>

Per la definizione dello spessore della coltre detritica dovrà essere privilegiata l'analisi di logs litostratigrafici da indagini dirette, segnatamente sondaggi geognostici, preferibilmente a carotaggio continuo, ed indirette, quali prove geofisiche di sismica a rifrazione in onde P ed SH, ovvero prove di sismica a riflessione qualora si vogliano anche ricercare motivi strutturali profondi.
In tale contesto si richiama che migliori risultati si ottengono integrando tra loro le diverse tecniche di indagine geofisica: ad esempio accoppiare la sismica a rifrazione in onde P con le indagini MASW consente di associare la ricostruzione lito-stratigrafica del sottosuolo alla distribuzione delle onde di taglio Vs (indagini MASW) che, confrontate con le onde di compressione, permette di definire i moduli di deformabilità del terreno attraversato.
Analogamente dal confondo tra le sezioni sismostratigrafiche derivate da indagini di tomografia sismica a rifrazione in onde P e SH (ovvero MASW 2D) si può evidenziare la presenza di una falda entro i terreni indagati considerato che le onde di taglio (Vs) non risentono dell'influenza del "saturo", come accade invece per le onde di compressione (Vp).

Tra le indagini geofisiche funzionali alla caratterizzazione della geometria sepolta occorre segnalare anche l'indagine geoelettrica che oltre a presentare un'estrema versatilità nella messa in opera della configurazione di misura e fornisce utili indicazioni sul passaggio coltre/substrato roccioso (in funzione delle variazioni dei valori del profilo di resistività) come pure sul limite saturo/insaturo entro coltri detritiche.

In linea generale, poiché i profili sismici offrono il vantaggio di disporre di dati lineari che permettono un'analisi bidimensionale dell'area di indagine, e quindi la possibilità di correlare dati puntuali, è importante che nella progettazione di una campagna di indagine si preveda lo svolgimento di indagini sia dirette che indirette e che i profili sismici intercettino le verticali dei sondaggi, ciò sia ai fini della taratura dei dati geofisici per la ricostruzione del modello geologico, sia per la correlazione dei dati tra sondaggi.

Per quanto concerne altre tipologie di prove dirette, si richiamano le prove penetrometriche, dinamiche e statiche, che trovano un utilizzo ottimale nei casi di coperture di versante presumibilmente derivanti da substrato a granulometria fine (es. frane e coperture detritiche di versanti costituite da Argille Azzurre plioceniche, Sabbie

Gialle pleistoceniche, …). Questo poiché, nel caso di coltri a granulometria eterogenea l'eventuale rifiuto di avanzamento della punta potrebbe essere dovuto alla presenza di trovanti e/o clasti grossolani e quindi non essere significativo per l'individuazione del substrato geologico e la valutazione dello spessore della coltre.
Con riferimento terreni granulari, quindi, la prova penetrometrica dinamica è quella che viene principalmente impiegata, ma è opportuno raccomandare l'utilizzo di strumentazione di tipo "superpesante"(DPSH), secondo la classificazione ISSMFE, che presenta configurazioni di prova molto simili all'SPT tradizionale[3] e che in ragione della "energizzazione" dello strumento pone al riparto dagli errori interpretativi connessi alla natura eterogena e grossolana degli accumuli di frana. A tal riguardo ai fini delle indagini di dettaglio sui corpi franosi deve escludersi, di norma, l'utilizzo di prove penetrometriche dinamiche leggere e medie (tipo DL-030) che invece risultano fortemente condizionate dalla pezzatura grossolana propria degli accumuli di frana.

Per la stima della profondità del substrato rigido, e quindi dello spessore della coltre, e per la correlazione/interpolazione dei dati possono risultare di estrema utilità le registrazioni di rumore ambientale (indagini di sismica passiva) a stazione singola. Tali misure possono non essere sempre applicabili in questi contesti, a causa della presenza di significative variazioni stratigrafiche laterali del sottosuolo, che potrebbero inficiare le registrazioni.
Data la facilità e rapidità di esecuzione di questo tipo di prove e fermo restando i suddetti limiti metodologici, considerando anche la più agevole accessibilità ad aree difficilmente o per nulla raggiungibili con strumentazione pesante, le registrazioni di rumore ambientale a stazione singola permettono l'acquisizione di dati in diversi siti, consentendo la correlazione e interpolazione delle informazioni puntuali disponibili da prove geotecniche in sito, generalmente di numero limitato.
Questo tipo di indagine fornisce il valore della frequenza fondamentale f_0 della successione stratigrafica al di sopra della superficie di contrasto di impedenza, assimilabile al tetto del substrato rigido, nei primi 100÷150 m da piano campagna; f_0 è legato alla profondità H della superficie di contrasto di impedenza dalla nota relazione:

$$f_0 = \frac{Vs}{4H}$$

dove Vs è la velocità media di propagazione delle onde di taglio S nella successione al di sopra della superficie di contrasto di impedenza.
Per avere informazioni sulla profondità H i risultati di questo tipo di indagine devono essere associati ai risultati di indagini che forniscano informazioni sul valore medio di Vs della coltre. Nelle analisi di primo livello in genere non sono ancora disponibili valori di Vs della copertura detritica e quindi una stima della profondità del tetto del substrato è possibile solo associando i risultati della registrazione a dati litostratigrafici derivanti da prove geotecniche in sito attendibili (v. sopra), considerando le relazioni f_0-H indicativamente riportate nella seguente tabella:

f0 < 0,9 Hz	H > 100 m
0,9 Hz < f0 < 1,1 Hz	80 m < H < 100 m
1,1 Hz < f0 < 2 Hz	50 m < H < 80 m
2 Hz < f0 < 3 Hz	25 m < H < 50 m
3 Hz < f0 < 5 Hz	10 m < H < 25 m
5 Hz < f0 < 10 Hz	5 m < H < 10 m
f0 > 10 Hz	H < 5 m

I risultati delle registrazioni di rumore ambientale sono utili anche per le elaborazioni successive (approfondimento di livello 3 per la Carta di MS, v. paragrafo successivo).
Indagini in sito per la caratterizzazione delle FR AE e APF per le elaborazioni successive (terzo livello di approfondimento).

[3] In Italia è alquanto diffuso il penetrometro dinamico super-pesante tipo "EMILIA" che presenta un maglio di 63.5 kg ed un'altezza di caduta di 75 cm.

Per le elaborazioni richieste per il livello 3 di approfondimento (Carta di MS) occorre definire:

- la profondità della falda acquifera, se presente, e relative variazioni stagionali;
- le proprietà meccaniche della coltre detritica, del substrato non alterato e dell'eventuale fascia di alterazione del substrato;
- la profondità e le caratteristiche del substrato rigido (bedrock sismico), se raggiungibile;
- la frequenza fondamentale f_0 della coltre.

Per caratterizzare la coltre detritica di copertura ed il substrato andranno privilegiati i sondaggi a carotaggio continuo, con l'esecuzione di prove SPT, il prelievo di campioni indisturbati, l'installazione di piezometri per il monitoraggio della falda o la predisposizione dei fori per analisi geofisiche in foro, tipo down-hole e cross-hole che permettono di misurare Vp e Vs e ricavare i valori del coefficiente di Poisson, del modulo di taglio, del modulo di Young e del modulo di compressibilità.
Poiché, come già evidenziato, le coperture di genesi gravitativa sono generalmente costituite da una granulometria eterogenea, spesso grossolana, il prelievo di campioni indisturbati per analisi di laboratorio può anche risultare molto difficoltoso, in questi casi le prove in sito divengono le indagini che meglio permettono di caratterizzare l'ammasso dal punto di vista meccanico. Con le cautele indicate nel paragrafo precedente, le prove penetrometriche, sia statiche che dinamiche, consentono allora di realizzare delle diagrafie "profondità *vs* resistenza all'avanzamento/nr. di colpi" continue lungo la verticale di indagine da cui derivare i parametri meccanici attraverso formule di correlazione empiriche[4].

La perforazione di sondaggi permette anche l'esecuzione di prove di permeabilità, mentre per la valutazione della profondità della falda e delle sue variazioni stagionali è indispensabile disporre di piezometri.
Per la determinazione delle variazioni di falda stagionali e del regime di flusso occorre predisporre una rete di più piezometri e i dati dei piezometri possono essere eventualmente integrati con rilievi del livello della falda in pozzi per acqua, se disponibili.
Tra le tecniche di indagine indiretta finalizzata al riconoscimento dei livelli di saturazione nei terreni un ruolo predominate è rappresentato dalle prospezioni geoelettriche ERT che attraverso la misura dei valori di resistività elettrica del sottosuolo consentono di rappresentare il livello del "saturo" in una sezione bidimensionale elettro-tomografica.

Per quanto sopra appare è evidente come i sondaggi geognostici, in particolare quelli a carotaggio continuo, grazie anche alle varie prove che questi consentono (SPT, misure geofisiche in foro, prove di permeabilità, prelievo di campioni, installazione di piezometri, …) sono le indagini geotecniche in sito più utili per la caratterizzazione della coltre e del substrato di versanti instabili e potenzialmente instabili. In ogni caso deve essere sempre rispettata la regola di buona pratica di integrare i dati puntuali derivati da queste prove dirette con i dati da profili sismici a rifrazione e da misure di rumore ambientale da antenna sismica.

Per quanto concerne i parametri sismici di sottosuolo, risulta come i dati di Vs possono essere ottenuti anche con prove MASW, Re.Mi., profili sismici a rifrazione e registrazioni di rumore ambientale in configurazione di antenna sismica (ESAC/SPAC); queste ultime sono particolarmente importanti anche per la determinazione della frequenza fondamentale f_0 della coltre e della profondità del substrato rigido, soprattutto se questo è a profondità elevata, difficilmente raggiungibile con prove geotecniche in sito di tipo standard (sondaggi e prove penetrometriche).

[4] Nella pratica corrente è sempre più diffusa l'applicazione di sistemi automatici di acquisizione dei principali parametri di perforazione alle sonde idrauliche a rotazione per indagini geognostiche, nelle perforazioni a distruzione di nucleo o, più raramente, nelle carotaggio continuo. Tali sistemi, che consentono la registrazione in continuo dei parametri caratteristici che definiscono l'energia spesa per la perforazione, sono stati inizialmente impiegati come modalità di controllo di qualità nelle perforazioni a scopo di consolidamento (micropali, *jet-grouting*, tiranti, ecc) e trovano attualmente un utilizzato in numerose applicazioni geologiche/idrogelogiche, e geotecniche.

L'insieme degli elementi caratterizzanti la modellazione geologica del sito, integrati coi dati geotecnici di sottosuolo concorrono alla definizione del modello geotecnico (e geologico) dell'area in esame che è essenziale sia per condurre le analisi funzionali alle zonazioni di pericolosità per instabilità sismoindotta che per condurre l'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico ai sensi delle norme tecniche di settore (NTC, Cap. 6.2.2).

Volendo sintetizzare quanto sopra esposto ed al fine di garantire il rispetto dei principi di qualità si richiamano le istruzioni tecniche riferite alle le prove ed indagini geognostiche degli ICMS2008, Parte III – Cap.3.4 ponendo particolare risalto verso alcuni requisiti minimi di una campagna geognostica, di seguito indicati:

- sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, ai fini dell'accertamento della successione stratigrafica nel suo complesso e degli spessori delle coperture detritiche. Vanno eseguiti in quantità opportune, proporzionate all'area da indagare - comunque mai meno di tre per garantire la ricostruzione tridimensionale della successione stratigrafica – e su allineamenti disposti lungo le linee di massima pendenza. La profondità dei sondaggi dovrà essere programmata per un valore pari a 1,5 volte lo spessore del presunto corpo di frana, spingendo poi il sondaggio per 5-10 m all'interno della formazione stabile;
- prelievo di campioni indisturbati di terreno da sottoporre a prove di laboratorio, sulla base di un predefinito programma di campionamento e tali da caratterizzare geotecnicamente tutti i differenti strati;
- prove di laboratorio ed in situ e misure dirette finalizzate alla definizione di un modello del sottosuolo (geologico e geotecnico) da utilizzare per le analisi funzionali alle zonazioni di pericolosità per instabilità sismoindotta. Il modello dovrà comprendere anche il regime delle acque sotterranee e i sistemi di discontinuità. Andranno determinate le principali proprietà fisiche e meccaniche dei terreni ed i moduli elastici e di deformazione del terreno necessari per svolgere analisi dinamiche di livello superiore;
- indagini geofisiche, che consentono di integrare i sondaggi geognostici, estendere "lateralmente" la rappresentazione stratigrafica del sottosuolo e forniscono i parametri sismici del sottosuolo;
- prove penetrometriche statiche (CPT) e dinamiche del tipo superpesante standardizzate (DPSH), nonché pozzetti geognostici, per integrare ulteriormente le indagini e per la caratterizzazione del livello "superficiale" del terreno.

APPENDICE A3 - Calcolo dei coefficienti Kh_{eq} e Kh (a cura del DPC)

Nelle analisi condotte con i metodi pseudostatici, il campo di accelerazione all'interno del pendio è assunto uniforme e le componenti orizzontale e verticale delle forze di inerzia sono applicate nel baricentro della massa potenzialmente in frana (metodi globali), o nei baricentri delle singole strisce (metodi delle strisce).

Per tener conto dei fenomeni di amplificazione del moto sismico all'interno del pendio, il valore dell'accelerazione orizzontale di picco su affioramento rigido, a_g, può essere moltiplicato per opportuni coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica. Tuttavia l'utilizzo dell'accelerazione massima, a_{max}, così risultante, comporta una sostanziale sovrastima degli effetti del sisma in termini di forze di inerzia. In alternativa, la variabilità spaziale dell'azione sismica può essere introdotta valutando un coefficiente sismico orizzontale equivalente, K_{heq} (AGI, 2005), mediante analisi numerica. In questo caso devono essere definiti l'accelerogramma di riferimento e la profondità della formazione rigida di base. Note dall'analisi numerica le storie temporali dell'accelerazione all'interno del corpo frana, il valore di K_{heq} può essere posto pari al valore medio del profilo delle accelerazioni massime; oppure, suddividendo la massa in frana in aree , A_i, a cui si fa corrispondere un singolo accelerogramma di riferimento, il valore di K_{heq} può essere calcolato come la media pesata dei valori di picco. I risultati ottenuti da entrambe le procedure descritte possono fornire valori eccessivamente cautelativi di K_{heq} poiché non si tiene in conto del carattere asincrono del moto sismico.

Le norme europee EC8 (prEN 1998 – 2003) indicano per un più generico coefficiente sismico orizzontale K_h un valore pari a:

$$k_h = 0{,}5 \cdot a_g \cdot \gamma_I \cdot S/g$$

dove γ_I è il coefficiente di importanza della struttura (pari a 1 per pendii naturali), S è il prodotto tra il coefficiente di amplificazione stratigrafico, Ss, e quello topografico, ST.
Il coefficiente per l'azione verticale è dato:
$K_v = \pm 0.5\ K_h$
$K_v = \pm 0.33 K_h$
rispettivamente se il rapporto tra la componente verticale e orizzontale di accelerazione del terremoto di riferimento è maggiore o minore di 0.6.
Per quanto riguarda la normativa italiana le vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC, 2008) definiscono l'azione pseudostatica introducendo un coefficiente di riduzione, β_s, che tiene conto della duttilità:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

in cui a_{max} è l'accelerazione massima attesa in superficie.
β_s assume i valori riportati nella tabella seguente:

	Categoria di sottosuolo	
	A	**B, C, D, E**
	β_s	β_s
$0{,}2 < a_g(g) \leq 0{,}4$	0,30	0,28
$0{,}1 < a_g(g) \leq 0{,}2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0{,}1$	0,20	0,20

Tabella A4.1 – Valori di β_s in NTC (2008).

Il valore di $K_v = \pm 0.5\ K_h$.

APPENCICE A4

Progetto **"INTERREG MASSMOVE"** (a cura dell'Università Bicocca, Milano, Regione Friuli Venezia Giulia e Regione Veneto)

PREMESSA 3

INTRODUZIONE 3

CAPITOLO 1 3

STRUMENTI OPERATIVI PER LA ZONAZIONE DELLA SUSCETTIBILITÀ E PERICOLOSITÀ PER LE FRANE DI CROLLO 3

1.1 ANALISI A SCALA REGIONALE (R) 5
1.2 ANALISI A SCALA LOCALE (L) 7
1.3 ANALISI SITO-SPECIFICA (S) 8
1.4 DATI DI BASE E PARAMETRI 9
1.5 DIAGRAMMA DI FLUSSO PROCEDURALE 16

CAPITOLO 2 18

METODI PER LA ZONAZIONE DELLA SUSCETTIBILITÀ E PERICOLOSITÀ PER LE FRANE DI CROLLO 18

2.1 SUSCETTIBILITÀ ALL'INNESCO 18
2.1.1 CLASSIFICAZIONE EURISTICA DELLA SUSCETTIBILITÀ ALL'INNESCO (R_O2, L_O1, S_O1) 18
2.1.1.1 Metodi diretti 18
2.1.1.2 Metodi euristici indiretti 18
2.1.1.3 Metodi statistici 22
2.1.2 ANALISI DI STABILITÀ (L_O2, S_O2) 22
2.1.2.1 Analisi cinematica 22
2.1.2.2 Analisi all'equilibrio limite 23
2.2 MODELLAZIONE DELLA PROPAGAZIONE 24
2.2.1 METODI EMPIRICI (R_01) 25
2.2.1.1 Angolo α (reach angle, geometrical slope angle) 25
2.2.1.2 Angolo β (minimum shadow angle) 27
2.2.2 MODELLAZIONE 2D 27
2.2.3 MODELLAZIONE 3D 28
2.3 ZONAZIONE DELLA SUSCETTIBILITÀ 29
2.3.1 MASSIMO ESPANDIMENTO, ZONAZIONE DELL'AREA DI MASSIMO ESPANDIMENTO (R_S1, R_S2) 30
2.3.2 SUSCETTIBILITÀ ALL'INNESCO + FREQUENZA DI TRANSITO (L_S) 30
2.3.3 SUSCETTIBILITÀ ALL'INNESCO + FREQUENZA DI TRANSITO + ENERGIA (L_S) 31
2.4 ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ 33
2.4.1 FREQUENZA ATTESA ASSOCIATA AD UNO SCENARIO DI RIFERIMENTO 33
2.4.1.1 Approccio euristico (L-H1, L-H2, S_H1) 33
2.4.1.2 Statistiche dei dati storici (L_H2) 34
2.4.2 RELAZIONI MAGNITUDO FREQUENZA (MF) (S-H2) 35
2.4.3 COMBINAZIONE DELLA FREQUENZA CON LA SUSCETTIBILITÀ: PERICOLOSITÀ DA CROLLO 36

CAPITOLO 3 ..... ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

CASO APPLICATIVO PER LE AREE DI STUDIO PER FRANE DI CROLLO DEL PROGETTO MASSMOVE ..... ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

3.1 LIMITI PAI ORIGINALI ..... ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
3.2 APPROCCIO METODOLOGICO ..... ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
3.3 TRASPOSIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ RHV ALLA PERICOLOSITÀ PAI ..... ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

RINGRAZIAMENTI ..... ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

BIBLIOGRAFIA **38**

Premessa

La presente appendice corrisponde, con qualche modifica o integrazione, alle linee guida per gli standard minimi per la stesura di carte di suscettibilità e pericolosità per le frane di crollo realizzato dal progetto "Interreg MASSMOVE". Tale progetto si è sviluppato nel contesto del programma di cooperazione territoriale europea "Interreg IV Italia–Austria", cofinanziato dai fondi FESR, in cui la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, la Regione Veneto e il Land Carinzia hanno portato avanti il progetto per gli "Standard minimi per la stesura di carte di pericolosità per frane di scivolamento e di crollo quale strumento per la prevenzione dei dissesti franosi".
La presente versione italiana delle linee guida, focalizzata solo sulla problematica di caduta massi, in parte adattata come appendice alle linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR), deriva da una versione inglese più ampia che è stata sintetizzata nelle sue componenti salienti e alla quale si rimanda per eventuali approfondimenti degli argomenti trattati. La versione integrale, unitamente a tutte le relazioni intermedie e gli studi sulle aree pilota che hanno condotto alle linee guida, sono reperibili su www.regione.fvg.it e www.regione.veneto.it.

Introduzione

Le linee guida sono uno strumento operativo per la stesura di carte di suscettibilità e di pericolosità da frane di crollo, le stesse definiscono i parametri da utilizzare, le strategie da condurre per la zonazione e i risultati minimi da raggiungere. L'approccio è indipendente dal fatto che l'analisi venga svolta in condizioni dinamiche o statiche.
Nelle linee guida vengono definiti i requisiti minimi in termini di accuratezza dei dati, le metodologie più efficienti in termini di costo e tempo per garantire il livello di accuratezza richiesto e vengono individuati gli strumenti operativi standard per ottimizzare l'attività dei soggetti che abbiano la necessità di approcciarsi alla problematica, siano essi liberi professionisti o tecnici delle autorità e degli enti competenti. Attraverso lo strumento operativo, definibile come manuale, vengono fornite sinteticamente metodologie scientificamente significative e una guida per la loro corretta applicazione.
L'approccio definito nelle linee guida è un approccio multiscalare definito in tre ambiti di scala (regionale, locale e sito specifico) in funzione della problematica da affrontare e soprattutto del risultato atteso dall'analisi della problematica stessa.
Il presente manuale è suddiviso in capitoli che individuano in primo luogo gli strumenti operativi per la zonazione della suscettibilità e pericolosità delle frane di crollo, a cui segue una mera elencazione di dati di base, parametri di ingresso e risultati ottenibili per poi definire, attraverso spiegazioni delle procedure di base, i metodi per la zonazione e la loro applicabilità. Nel testo si fa ricorso a tabelle di sintesi per consentire una visione d'insieme delle tematiche affrontate.

Capitolo 1

Strumenti operativi per la zonazione della suscettibilità e pericolosità per le frane di crollo

Se le linee guida di questo manuale sono standardizzate relativamente ai dati di input, alle procedure generali, ai dati di output, alla qualità del dato, i modelli sono ritenuti liberi ovvero ogni modello, sia esso empirico, euristico, statistico o fisicamente basato, è accettabile se fornisce output adeguati ai requisiti previsti.

L'utente sarà guidato attraverso alcune tabelle, atte a definire la metodologia minima da utilizzare.

Ogni metodologia è una combinazione specifica di:

- Un metodo di modellazione dell'innesco (onset)

- Un metodo per la modellazione della propagazione (runout)

- Un metodo per combinare le due componenti per la zonazione della suscettibilità

- Un metodo per introdurre la probabilità temporale per la zonazione della pericolosità

INNESCO	PROPAGAZIONE	Zonazione della SUSCETTIBILITA'	Zonazione della PERICOLOSITA'

L'utilizzo della metodologia proposta richiede la seguente procedura:

1) scelta di una scala e un campo di applicazione per l'analisi in base alla tabella 1;

2) per ciascuna scala, scelta del livello di analisi (minimo o avanzato) secondo le esigenze dettate dal punto di arrivo previsto;

3) scelta della metodologia operativa, infatti per ogni scala e livello di indagine, le tabelle offrono una combinazione di: metodo di valutazione della suscettibilità all'innesco (e relativa zonazione); metodo di modellazione della propagazione, metodo per la zonazione della suscettibilità, metodo per la zonazione della pericolosità.

Ogni metodo è riferito ad un acronimo composto da una prima parte che è funzione della scala di riferimento:

R: regionale
L: locale
S: sito specifico
e da una seconda parte riferita all'ambito di riferimento:
O: Onset/innesco
R: Runout/propagazione
S: Suscettibilità
H: Hazard/pericolosità
con definizione di un livello minimo (1) e uno avanzato (2)

Per ogni acronimo è presentata una breve spiegazione dei principi fondamentali. Le procedure connesse e gli strumenti necessari, i dati richiesti e l'idoneità per le diverse applicazioni son forniti nei diversi capitoli relativi alle metodologie. Nello specifico nel presente capitolo sono riportate solo le informazioni essenziali, mentre le applicazioni specifiche (ad esempio pianificazione territoriale, infrastrutture lineari, progettazione di interventi, zonazione pericolosità, ecc.) e i dettagli pratici delle procedure da adottare, con riferimento anche alla letteratura citata, sono riportati nel capitolo 2.

I requisiti minimi necessari per i diversi dati di input sono definiti nella tabella 9.

Tabella 1: - Definizione della scala e delle finalità dello studio

Scala	Finalità	Tipo di mappa	Scala cartografica indicativa	Risoluzione DEM
R: regionale	Riconoscimento di aree potenzialmente pericolose	Carta inventario/ carta della suscettibilità	1:50.000-1:10.000	≤ 30* m
L: locale (comunale)	Pianificazione del territorio	Carta della suscettibilità, carta delle pericolosità, zonazione della pericolosità	1:10.000 - 1:5.000	≤ 5 m
S: area specifica o singolo versante	Analisi di pericolosità e rischio, progettazione opere di difesa	Carta della pericolosità, zonazione della pericolosità	1:5.000 - 1:500	≤ 2m

*La dimensione minima è dettata dalla disponibilità gratuita di un DEM a scala regionale sul sito: ASTER (cell-size 30m) http://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/E/index.html

Nella tabella 2 sono sintetizzati i vantaggi e gli svantaggi di utilizzazione dei diversi metodi e la loro applicabilità in riferimento alla scala di riferimento.

Tabella 2: Scale e possibilità di utilizzo dei metodi

Metodo	Vantaggi	Svantaggi	Innesco			Propagazione		
			R	L	S	R	L	S
Analisi geomorfologica di terreno	Analisi dettagliata	Soggettivo e costoso		X	X		X	(X)
Metodo euristico ad indicatori	Semplice	Soggettivo	X	X	(X)			
Approccio empirico	Semplice					X	X	
Analisi statistica	Oggettivo, automatizzabile	Richiede una popolazione di dati significativa	X	X		X		
Modellazione fisicamente basata	Oggettivo, deterministico o stocastico	Richiede conoscenze dettagliate	(X)	X	X		X	X

1.1 Analisi a scala regionale (R)

Tabella 3: Metodi per l'analisi a scala regionale delle frane di crollo

LIVELLO DI ANALISI	INNESCO	PROPAGAZIONE	Zonazione della SUSCETTIBILITÀ	Zonazione della PERICOLOSITA'
Minimo: *suscettibilità con identificazione delle aree sorgenti + limite di propagazione più conservativo*	**R_O1**	**R_R1**	**R_S1**	**-**

Avanzato: *suscettibilità con zonazione della suscettibilità all'innesco + frequenza di transito dei blocchi*	**R_O2**	**R_R2**	**R_S2**	**-**

Innesco:

R_O1: sorgenti di crollo: identificazione basata su mappatura geomorfologica, posizione delle pareti e altezza.

R_O2: classificazione della suscettibilità all'innesco: classificazione delle pareti in termini di potenzialità a generare frane di crollo (processi potenziali, inventario dei crolli)

Propagazione:

R_R1: **limite di propagazione conservativo**: mappa della massima propagazione generata usando metodi geometrici come l'approccio della linea di energia

R_R2: **zonazione della propagazione con frequenza di transito**: sovrapposizione della mappa di massimo runout con la mappa di frequenza di transito dei blocchi (modellazione 3D a scala regionale)

Zonazione della suscettibilità:

R_S1: **mappa del limite massimo di propagazione** e evidenziazione di potenziali situazioni critiche per impatto su strutture e infrastrutture

R_S2: mappa di propagazione riclassificata in funzione della frequenza al transito. La frequenza è riclassificata per tenere conto della suscettibilità all'innesco.

Zonazione della pericolosità:

La zonazione della pericolosità a scala regionale non è prevista

1.2 Analisi a scala locale (L)

Tabella 4: Metodi per l'analisi a scala locale delle frane di crollo

LIVELLO DI ANALISI	INNESCO	PROPAGAZIONE	Zonazione della SUSCETTIBILITÀ	Zonazione della PERICOLOSITA'
Minimo: *pericolosità con probabilità di innesco e transito per uno scenario di riferimento*	**L_O1**	**L_R**	**L_S**	**L_H1**
Avanzato: *pericolosità con probabilità di innesco e transito per uno scenario di riferimento basato su calcoli di stabilità*	**L_O2**			**L_H2**

Innesco:

L_O1: classificazione della suscettibilità all'innesco: classificazione delle pareti in termini di potenzialità a generare frane di crollo (processi potenziali, inventario dei crolli)

L_O2: classificazione della suscettibilità all'innesco basata su analisi di stabilità: valutazione dei possibili meccanismi di rottura (scivolamento, ribaltamento) e analisi di stabilità con approccio cinematico o all'equilibrio limite

Propagazione:

L_R: **zonazione della propagazione con frequenza di transito ed energia cinetica**: zonazione della frequenza di transito e dell'energia cinetica dei blocchi tramite modellazione della propagazione 3D (per ogni situazione) o 2D (per areali ridotti di pochi km^2 e morfologie di versante semplici)

Zonazione della suscettibilità:

L_S: **mappa di propagazione riclassificata in funzione della frequenza al transito e dell'energia cinetica**. La frequenza è riclassificata per tenere conto della suscettibilità all'innesco.

Zonazione della pericolosità:

L_H1-2: mappa di propagazione riclassificata in funzione della frequenza attesa, ottenuta riscalando la probabilità di accadimento di uno scenario di riferimento con la frequenza di transito.

1.3 Analisi sito-specifica (S)

Tabella 5: Metodi per l'analisi a scala di sito specifico per le frane di crollo

LIVELLO DI ANALISI	INNESCO	PROPAGAZIONE	Zonazione della SUSCETTIBILITÀ	Zonazione della PERICOLOSITA'
Minimo: *pericolosità con probabilità di innesco e transito per uno scenario di riferimento basato su calcoli di stabilità*	**S_O1**	**S_R**	**-**	**S_H1**
Avanzato: *pericolosità con probabilità di innesco e transito con approccio probabilistico basato su calcoli di stabilità*	**S_O2**		**-**	**S_H2**

Innesco:

S_O1: classificazione della suscettibilità all'innesco: classificazione delle pareti in termini di potenzialità a generare frane di crollo (processi potenziali, inventario dei crolli)

S_O2: classificazione della suscettibilità all'innesco basata su analisi di stabilità: valutazione dei possibili meccanismi di rottura (scivolamento, ribaltamento) e analisi di stabilità con approccio cinematico o all'equilibrio limite

Propagazione:

S_R: **zonazione della propagazione con frequenza di transito ed energia cinetica**: zonazione della frequenza di transito e dell'energia cinetica dei blocchi tramite modellazione della propagazione 3D (per ogni situazione) o 2D (per areali ridotti di pochi km^2 e morfologie di versante semplici)

Zonazione della suscettibilità:

La zonazione della suscettibilità a scala di sito specifica non è prevista

Zonazione della pericolosità:

S_H1: mappa di propagazione riclassificata in funzione della frequenza attesa, ottenuta riscalando la probabilità di accadimento di uno scenario di riferimento con la frequenza di transito

S_H2: mappa di energia cinetica associata a diverse frequenze, ottenuta integrando diversi scenari

1.4 Dati di base e parametri

La stabilità dei versanti in roccia è fortemente dipendente dalle caratteristiche geologiche, dalle condizioni della massa rocciosa, dalle caratteristiche geomorfologiche e topografiche e per definire la suscettibilità da crolli è necessario entrare nel dettaglio di tutte le caratteristiche che vincolano il sistema.

Al fine di individuare i parametri e i requisiti minimi in funzione della scala a cui si affronta la problematica della caduta massi vengono riportate di seguito delle tabelle di sintesi che hanno il compito di guidare l'utilizzatore delle linee guida.

Le tabelle 6-7-8 individuano i dati di base, quali sono le informazioni dirette che si possono ottenere, quali sono i dati da raccogliere e analizzare, l'accuratezza dei parametri e le sintesi di uscita che possono essere prodotte per ciascun gruppo di dati di partenza, in funzione della scala di analisi.

La tabella 9 individua i requisiti minimi per le frane di crollo indicando i parametri necessari ed obbligatori, quelli raccomandati, quelli ausiliari e quelle ininfluenti in funzione della scala del processo e della fase di analisi.

Tabella 6: raccolta dati scala regionale

SCALA REGIONALE			SCALA DI ANALISI 1:10.000-1:50.000		GRID < 30 m
ID	**DATI**	**INFORMAZIONI DIRETTE**	**RACCOLTA DATI ED ANALISI**	**ACCURATEZZA**	**DATI DI USCITA**
1	DTM-AL*	TOPOGRAFIA	• INCLINAZIONE VERSANTE • ESPOSIZIONE VERSANTE • PROFILI TOPOGRAFICI	GRID ≤10m	• CARTE DELLA PENDENZA/ACCLIVITA' • CARTE DELLA DIREZIONE DELLE PENDENZE
2	DSM-AL**	VEGETAZIONE USO DEL SUOLO TIPI DI SUOLO	• USO DEL SUOLO (ALTEZZA ALBERI) • VOLUME DEI BLOCCHI SULLA SCARPATA		• CARTE DELL'USO DEL SUOLO • CARTE DELLA TESSITURA DEL TERRENO
3	CARTA GEOLOGICA		• LITOLOGIA		• CARTA GEOLOGICA • CARTA LITOLOGICA
4	CARTA TETTONICA		• ELEMENTI STRUTTURALI		• CARTA DELLA TETTONICA
5	CARTA GEOMORFOLOGICA		• PROCESSI ATTIVI E FORME – CARATTERISTICHE DELLA SCARPATA		• CARTA GEOMORFOLOGICA
6	ARCHIVI CROLLI		• PRINCIPALI EVENTI STORICI DI CROLLO		• SCHEDE TECNICHE O CARTA DEGLI EVENTI STORICI DI CROLLO
7	ORTOFOTO		• USO DEL SUOLO – TIPI DI SUOLO – VEGETAZIONE – SCARPATE ATTIVE		• CARTE DELL'USO DEL SUOLO • CARTE DELLA TESSITURA DEI SUOLI • CARTA VEGETAZIONALE
8	AFFIORAMENTI – TIPI DI SUOLO USO DEL SUOLO		• TIPI DI SUOLO • USO DEL SUOLO • COEFFICIENTI DI RIMBALZO, ROTOLAMENTO E SCIVOLAMENTO		• CARTA DEGLI AFFIORAMENTI E DELL'USO DEL SUOLO

*DTM = digital terrain model – AL = air laser

*DSM = digital surface model – AL = air laser

Tabella 7: raccolta dati scala locale

SCALA LOCALE			SCALA DI ANALISI 1:5.000-1:10.000		GRID ≤ 5 m
ID	**DATI**	**INFORMAZIONI DIRETTE**	**RACCOLTA DATI ED ANALISI**	**ACCURATEZZA**	**DATI DI USCITA**
1	DTM-AL	TOPOGRAFIA	• INCLINAZIONE VERSANTE • ESPOSIZIONE VERSANTE • PROFILI TOPOGRAFICI	GRID ≤ 5 m	• CARTE DELLA PENDENZA/ACCLIVITA'(>50°, >60°, >70°) • CARTE DELLA DIREZIONE DELLE PENDENZE
2	DSM-AL	VEGETAZIONE USO DEL SUOLO TIPI DI SUOLO	• USO DEL SUOLO (ALTEZZA ALBERI) • VOLUME DEI BLOCCHI SULLA SCARPATA	GRID ≤ 5 m	• CARTE DELL'USO DEL SUOLO • CARTE DELLA TESSITURA DEL TERRENO
3	CARTA GEOLOGICA		• LITOLOGIA	SCALA DI INDAGINE = SCALA DI ANALISI	• CARTA GEOLOGICA • CARTA LITOLOGICA (DEFINIZIONE DELLE UNITA' GEOTECNICO-LITOLOGICHE)
4	CARTA TETTONICA		• ELEMENTI STRUTTURALI		• CARTA TETTONICA (NELLA CARTA GEOLOGICA)
5	CARTA GEOMORFOLOGICA		• PROCESSI ATTIVI E FORME – CARATTERISTICHE DELLA SCARPATA		• CARTA GEOMORFOLOGICA • CARATTERISTICHE DELLA SCARPATA/DETRITO DI FALDA (NELLA CARTA GEOMORFOLOGICA)
6	ARCHIVI CROLLI		• EVENTI STORICI DI CROLLO	DISPONIBILITA' DEL DATO	• SCHEDE TECNICHE O CARTA DEGLI EVENTI STORICI DI CROLLO IN GIS
7	ORTOFOTO	USO DEL SUOLO TIPO DI SUOLO/VEGETAZIONE SCARPATE ATTIVE	• USO DEL SUOLO – TIPI DI SUOLO – VEGETAZIONE – SCARPATE ATTIVE	DA LASERSCAN O ACCURATEZZA DIGITALE	• CARTE DELL'USO DEL SUOLO • CARTE DELLA TESSITURA DEI SUOLI • CARTA VEGETAZIONALE • COMPARAZIONE DI SCARPATA/DETRITO DI FALDA SU ANNI DIVERSI
8	PUNTI DI OSSERVAZIONE		• SORGENTE CADUTA MASSI (SCARPATA) • POTENZIALI VOLUMI CRITICI • STIMA DI Jv, Vb DA INDICI GSI E COMPARAZIONE CON I PUNTI ID 9 E 10	IL MAGGIOR NUMERO POSSIBILE	• SCHEDE DELLE AREE SORGENTI DI CADUTA MASSI (SCARPATA) • SCHEDE DEI POTENZIALI VOLUMI CRITICI • CARTA DI Jv / Vb E GSI IN ACCORDO CON I PUNTI ID 9 E 10
9	RILIEVO GEOMECCANICO		• CARATTERIZZAZIONE DELLE DISCONTINUITA' - • IDENTIFICAZIONE DELLE FAMIGLIE DI GIUNTI E FORMA DEI BLOCCHI • BRMR; Q • GSI, Jv, Vb E COMPARAZIONE CON I PUNTI ID 8 E 10	≥ 3 PER OGNI AREA OMOGENEA	• SCHEDE PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO: STAZIONI DI RILEVAMENTO • CLASSIFICAZIONE DELLA MASSA ROCCIOSA: MISURA DELLA DIMENSIONE DEI BLOCCHI – COMPARAZIONE CON LA SORGENTE DI CROLLO – CARTA DI Jv / Vb IN ACCORDO CON I PUNTI ID 8 E 10 • QUANTIFICAZIONE DI GSI – CARTA DI GSI IN ACCORDO CON I PUNTI ID 8 E 10

SCALA LOCALE			SCALA DI ANALISI 1:5.000-1:10.000		GRID ≤ 5 m
ID	**DATI**	**INFORMAZIONI DIRETTE**	**RACCOLTA DATI ED ANALISI**	**ACCURATEZZA**	**DATI DI USCITA**
10	ALS NADIRALE ALS OBLIQUO		• STIMA DI Jv, Vb DA GSI E COMPARAZIONE CON I PUNTI ID 8 E 9 • DETERMINAZIONE DEL VOLUME CRITICO	0,1 ÷ 0,2 m	• CARTA DI Jv / Vb E GSI IN ACCORDO CON I PUNTI ID 8 E 9 • MODELLI 3D E/O SEZIONI OGNI 2 ÷ 5 METRI DEI VOLUMI POTENZIALMENTE CRITICI
11	FAMIGLIE DI GIUNTI (INCLINAZIONE DIREZIONE / DIREZIONE DELL'IMMERSIONE)		• FAMIGLIE DI GIUNTI (INCLINAZIONE DIREZIONE / DIREZIONE DELL'IMMERSIONE) ATTRAVESO L'ANALISI LIDAR DIRETTAMENTE DAL DEM	GRID ≤ 5 m	• A COMPLETAMENTO DELLE FAMIGLIE DI GIUNTI DEL PUNTO ID 9
12	POTENZIALI ZONE DI SCIVOLAMENTO		• POTENZIALI ZONE DI MOVIMENTO PER OGNI FAMIGLIA DI GIUNTO (PLANARE E INTERSEZIONE)	GRID ≤ 5 m	• MAPPA DELLE POTENZIALI ZONE DI SCIVOLAMENTO E COMPARAZIONE CON LA CARTA DELLE PENDENZA/ACCLIVITA' (>50°, >60°, >70°) E L'AREA SORGENTE DI CROLLO
13	AFFIORAMENTI – TIPI DI SUOLO USO DEL SUOLO		• TIPI DI SUOLO • USO DEL SUOLO • COEFFICIENTI DI RIMBALZO, ROTOLAMENTO E SCIVOLAMENTO	GRID ≤ 5 m	• CARTA DEGLI AFFIORAMENTI E DELL'USO DEL SUOLO
14	OPERE DI DIFESA PER CROLLI ESISTENTI	DSM – DEM - RILEVAMENTO	• RETI IN ADERENZA (EFFICACIA) • RETI PARAMASSI (EFFICACIA) • MURI (EFFICACIA) • VALLI/RILEVATI (EFFICACIA) • GALLERIE PARAMASSI (EFFICACIA)	IN SPECIFICA CHECK LIST SUL TERRENO	• CARTA DELL'EFFICIENZA DELLE OPERE DI DIFESA PER CROLLI - SCHEDA DELLE OPERE DI DIFESA

Tabella 8: raccolta dati scala sito specifico

SCALA SITO SPECIFICO			SCALA DI ANALISI 1:500-1:5.000		GRID ≤ 2 m
ID	**DATI**	**INFORMAZIONI DIRETTE**	**RACCOLTA DATI ED ANALISI**	**ACCURATEZZA**	**DATI DI USCITA**
1	DTM-AL	TOPOGRAFIA	• INCLINAZIONE VERSANTE • ESPOSIZIONE VERSANTE • PROFILI TOPOGRAFICI	GRID ≤ 2m	• SLOPE ANGLE MAP (>50°, >60°, >70°) • SLOPE ASPECT MAP
2	DSM-AL	VEGETAZIONE USO DEL SUOLO TIPI DI SUOLO	• USO DEL SUOLO (ALTEZZA ALBERI) • VOLUME DEI BLOCCHI SULLA SCARPATA	GRID ≤ 2m	• CARTE DELL'USO DEL SUOLO • CARTE DELLA TESSITURA DEL TERRENO
3	CARTA GEOLOGICA		• LITOLOGIA	SCALA DI INDAGINE = SCALA DI ANALISI	• CARTA GEOLOGICA • CARTA LITOLOGICA (DEFINIZIONE DELLE UNITA' GEOTECNICO-LITOLOGICHE)
4	CARTA TETTONICA		• ELEMENTI STRUTTURALI		• CARTA TETTONICA (NELLA CARTA GEOLOGICA)
5	CARTA GEOMORFOLOGICA		• PROCESSI ATTIVI E FORME – CARATTERISTICHE DELLA SCARPATA		• CARTA GEOMORFOLOGICA • CARATTERISTICHE DELLA SCARPATA/DETRITO DI FALDA (NELLA CARTA GEOMORFOLOGICA)
6	ARCHIVI CROLLI		• EVENTI STORICI DI CROLLO	DISPONIBILITA' DEL DATO	• SCHEDE TECNICHE O CARTA DEGLI EVENTI STORICI DI CROLLO IN GIS
7	ORTOFOTO	USO DEL SUOLO TIPO DI SUOLO/VEGETAZIONE SCARPATE ATTIVE	• USO DEL SUOLO – TIPI DI SUOLO – VEGETAZIONE – SCARPATE ATTIVE	DA LASERSCAN	• CARTE DELL'USO DEL SUOLO • CARTE DELLA TESSITURA DEI SUOLI • CARTA VEGETAZIONALE • COMPARAZIONE DI SCARPATA/DETRITO DI FALDA SU ANNI DIVERSI
8	PUNTI DI OSSERVAZIONE		• SORGENTE CADUTA MASSI (SCARPATA) • POTENZIALI VOLUMI CRITICI • STIMA DI Jv, Vb DA INDICI GSI E COMPARAZIONE CON I PUNTI ID 9 E 10	IL MAGGIOR NUMERO POSSIBILE	• SCHEDE DELLE AREE SORGENTI DI CADUTA MASSI (SCARPATA) • SCHEDE DEIPOTENZIALI VOLUMI CRITICI • CARTA DI Jv / Vb E GSI IN ACCORDO CON I PUNTI ID 9 E 10
9	RILIEVO GEOMECCANICO		• CARATTERIZZAZIONE DELLE DISCONTINUITA' - • IDENTIFICAZIONE DELLE FAMIGLIE DI GIUNTI E FORMA DEI BLOCCHI • BRMR; Q • GSI, Jv, Vb E COMPARAZIONE CON I PUNTI ID 8 E 10	≥ 3 PER OGNI AREA OMOGENEA	• SCHEDE PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO: STAZIONI DI RILEVAMENTO • CLASSIFICAZIONE DELLA MASSA ROCCIOSA: MISURA DELLA DIMENSIONE DEI BLOCCHI – COMPARAZIONE CON LA SORGENTE DI CROLLO – CARTA DI Jv / Vb IN ACCORDO CON I PUNTI ID 8 E 10 • QUANTIFICAZIONE DI GSI – CARTA DI GSI IN ACCORDO CON I PUNTI ID 8 E 10

SCALA SITO SPECIFICO			SCALA DI ANALISI 1:500-1:5.000		GRID ≤ 2 m
ID	**DATI**	**INFORMAZIONI DIRETTE**	**RACCOLTA DATI ED ANALISI**	**ACCURATEZZA**	**DATI DI USCITA**
10	ALS NADIRALE E OBLIQUO LASER SCAN TERRESTRE TLS		• STIMA DI Jv, Vb DA GSI E COMPARAZIONE CON I PUNTI ID 8 E 9 • DETERMINAZIONE DEL VOLUME CRITICO	0,10 ÷ 0,20 m (ALS) 0,02 ÷ 0,10 m (TLS)	• CARTA DI Jv / Vb E GSI IN ACCORDO CON I PUNTI ID 8 E 9 • MODELLI 3D E/O SEZIONI OGNI 2 ÷ 5 METRI DEI VOLUMI POTENZIALMENTE CRITICI
11	FAMIGLIE DI GIUNTI (INCLINAZIONE DIREZIONE / DIREZIONE DELL'IMMERSIONE)		• FAMIGLIE DI GIUNTI (INCLINAZIONE DIREZIONE / DIREZIONE DELL'IMMERSIONE) ATTRAVESO L'ANALISI LIDAR DIRETTAMENTE DAL DEM – TLS	GRID ≤ 2 m	• A COMPLETAMENTO DELLE FAMIGLIE DI GIUNTI DL PUNTO ID 9
12	POTENZIALI ZONE DI SCIVOLAMENTO		• POTENZIALI ZONE DI MOVIMENTO PER OGNI FAMIGLIA DI GIUNTO (PLANARE E INTERSEZIONE)	GRID ≤ 2 m	• MAPPA DELLE POTENZIALI ZONE SI SCIVOLAMENTO E COMPARAZIONE CON LA CARTA DELLE PENDENZA/ACCLIVITA' (>50°, >60°, >70°) E L'AREA SORGENTE DI CROLLO
13	DOMINI DELLE FAMIGLIE DI GIUNTI DIP DIR/DIP COMBINAZIONE ALTEZZA PENDIO CUNEO DI CALCOLO PRESSIONI INTERSTIZIALI ACCELERAZIONE SISMICA		• ALTEZZA DEL VERSANTE O ALTEZZA DEL VERSANTE DA ANALISI SOGGETTIVE • PENDENZA>50°+COMBINAZIONE DELLA CARTA DELLA PENDENZA E ORIENTAZIONE DELLA PENDENZA (DIP DIR/DIP COMBINAZIONE) • AREE OMOGENEE (DOMINI DEI GIUNTI + ALTEZZA PENDIO + A SCALA DEL CUNEO + PRESSIONI INTERSTIZIALI + ACCELERAZIONE SISMICA) • ANALISI DEL CUNEO – Ed/Rd PER AREE OMOGENEE IN COMBINAZIONE CON DIP DIR/DIP DEL VERSANTE • ANALISI AL RIBALTAMENTO PER AREE OMOGENEE IN COMBINAZIONE CON DIP DIR/DIP DEL VERSANTE		• SLOPE>50°+SLOPE ASPECT COMBINATION MAP (DIP DIR/DIP COMBINATION) • ANALISI CUNEO – Ed/Rd CARTA • MAPPATURA VOLUME DEL CUNEO vs Ed/Rd – DETERMINAZIONE PER ZONE OMOGENEE E COMBINAZIONE DIP DIR/DIP DEL VERSANTE • ANALISI AL RIBALTAMENTO – Ed/Rd CARTA • PER TUTTE LE SIMULAZIONI – DISTRIBUZIONE DELLA Ed/Rd FOR DIP DIR / DIP COMBINAZIONE DEL VERSANTE E VOLUME CUNEO/BLOCCO - PER Ed/Rd < 1 CARTA DELLA PROBABILITA' AL COLLASSO • CARTA DELLA PROBABILITA' DEL COLLASSO • CARTA DEI VOLUMI DEI BLOCCHI MOBILIZZABILI (COMBINAZIONE V_B DA ANALISI DEL CUNEO E RILEVAMENTO)
14	AFFIORAMENTI – TIPI DI SUOLO USO DEL SUOLO		• TIPI DI SUOLO • USO DEL SUOLO • COEFFICIENTI DI RIMBALZO, ROTOLAMENTO E SCIVOLAMENTO	GRID ≤ 2 m	• CARTA DEGLI AFFIORAMENTI E DELL'USO DEL SUOLO
15	OPERE DI DIFESA PER CROLLI ESISTENTI	DSM – DEM – RILEVAMENTO	• RETI IN ADERENZA (EFFICACIA) • RETI PARAMASSI (EFFICACIA) • MURI (EFFICACIA) • VALLI/RILEVATI (EFFICACIA) • GALLERIE PARAMASSI (EFFICACIA)	IN SPECIFICO CHECK LIST SUL TERRENO	• CARTA DELL'EFFICIENZA DELLE OPERE DI DIFESA PER CROLLI - SCHEDA DELLE OPERE DI DIFESA

Tabella 9: parametri minimi per lo studio delle frane di crollo, in funzione della scala, con riferimento alla qualità dei dati delle tabelle 6,7,8

Requisiti minimi per le frane di crollo				**Mappe**								
				R Regionale			**L** Locale			**S** Sito-specifica		
				Innesco	Propagazione	Suscettibilità	Innesco	Propagazione	Suscettibilità	Innesco	Propagazione	Pericolosità
Dati di base	Geologia	Litologia (GTL)										
		Orientazione delle discontinuità, struttura dell'ammasso										
		Strutture tettoniche /lineamenti										
	Inventario dei crolli	Archivio di eventi										
		Dati da rilevamento di terreno										
	Topografia	Foto aeree, mappe topografiche										
		LIDAR - da aereo o elicottero	Immagini inclinate									
			Immagini verticali*									
		LIDAR – terrestre*										
	Digital Elevation Model (DEM)	Cell size ≤ 30m										
		Cell size ≤ 5m										
		Cell size ≤ 2m										
	Uso del suolo	Scala ≥1:50.000										
		Scala 1:25.000 – 1:5.000										
		Scala ≥1:5.000										
Precisione di analisi		Aree sorgenti	Bassa									
			Media									
			Alta- eccellente									
		Propagazione	Bassa									
			Media									
			Alta- eccellente									
Scopi		Informazione, screening										
		Pianificazione del territorio										
		Progettazione contromisure										

* in funzione delle dimensioni del sito può essere sostituito da rilievi topografici di dettaglio.

	Necessario (rosso)
	Raccomandato (giallo)
	Informazioni ausiliarie per livello avanzato (verde)
	Non rilevante (bianco)

1.5 Diagramma di flusso procedurale

Lo schema di flusso da seguire per definire parametri e dati di base secondo un approccio a scala regionale, locale o di sito specifico è riportato nel diagramma 1.

La scala regionale, locale o di sito specifico definisce un dominio strutturale con grado di accuratezza crescente:

- A **scala regionale** si analizzano a grande scala dati già esistenti (geologia, tettonica, geomorfologia, geomeccanica) arrivando a definire il dominio strutturale regionale.
- A **scala locale** si procede con analisi di maggior dettaglio per valutare le caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso procedendo con analisi statistico-strutturali delle discontinuità più significative in termini di continuità e/o di frequenza, secondo i suggerimenti metodologici della Società Internazionale di Meccanica delle Rocce (ISRM, 1979) e dell'Associazione Geotecnica Italiana (AGI, 1992) per definire il dominio strutturale locale.
- A **scala di sito specifico** le indagini di maggior dettaglio prevedono di determinare il tipo di cinematismo potenzialmente instabile che può portare a fenomeni di scivolamento e ribaltamento in roccia. Un'analisi di stabilità condotta con il metodo dell'equilibrio limite viene poi svolta per ogni possibile cinematismo di scivolamento o ribaltamento così determinato, ottenendo i rispettivi fattori di sicurezza. La combinazione di tre carte di sintesi, quali la carta dei volumi dei blocchi mobilizzabili, la carta della probabilità del collasso e la carta del fattore di sicurezza, portano a definire il dominio strutturale a scala di sito specifico.

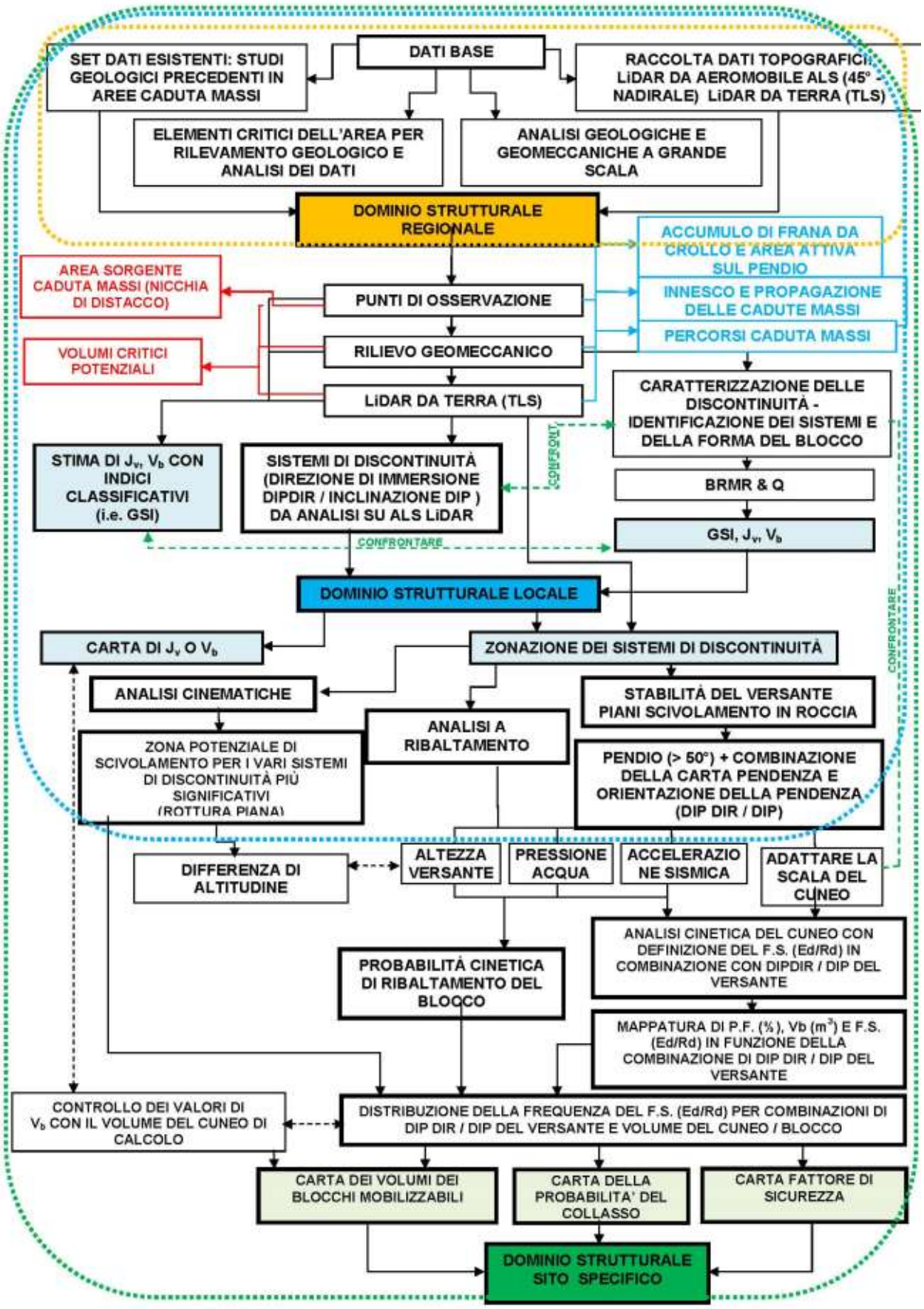


Diagramma 1: diagramma di flusso procedurale

Capitolo 2

Metodi per la zonazione della suscettibilità e pericolosità per le frane di crollo

Nei vari metodi descritti viene indicata la sigla che riconduce agli strumenti operativi del capitolo 1.

2.1 Suscettibilità all'innesco

In questa sezione si assume che le zone di distacco dei massi (sorgenti) siano già state identificate tramite opportuni approcci (ad esempio morfometrici, geomorfologici, geomeccanici). Una volta che le fonti sono state identificate possono essere classificate in base alla loro suscettibilità all'innesco, cioè alla propensione a generare frane di crollo. La classificazione della suscettibilità all'innesco può essere eseguita con metodi euristici, statistici, o analisi di stabilità.

2.1.1 Classificazione euristica della suscettibilità all'innesco (R_O2, L_O1, S_O1)

La classificazione euristica può essere effettuata usando diversi approcci:

- metodi diretti
- metodi euristici indiretti
- metodi statistici

2.1.1.1 Metodi diretti

I metodi diretti consistono nella valutazione soggettiva della suscettibilità all'innesco sulla base dell'esperienza. Questo approccio richiede un'esperienza diretta dell'area di studio e, di solito, è adatto per un'analisi a scala locale e sito-specifica **(L_O1, S_O1)**.

di Un esempio di tale metodologia è stata proposta da Harp e Noble (1993) in relazione ad aree interessate da fenomeni di crollo/ribaltamento indotti da un terremoto M = 6.0. Sulla base del valore di qualità dell'ammasso roccioso (Q), determinato in sito secondo la classificazione di Barton modificata (1998) è possibile determinare indicativamente il numero di crolli/ribaltamenti attesi. Sulla base ti tale metodologia è possibile effettuare una discretizzazione in classi con suscettibilità crescente in funzione del valore di Q dell'affioramento di ammasso roccioso considerato (categoria A, con Q = 0.1 - 1.41 molto suscettibile, categoria B, con Q = 1.42 - 2.83 suscettibile, categoria C, con Q = 2.84 - 3.87 moderatamente stabile e categoria D, con Q > 3.87).

2.1.1.2 Metodi euristici indiretti

I metodi euristici indiretti si basano sulla definizione dei rapporti funzionali tra i parametri di controllo geo-ambientali e la suscettibilità all'innesco. L'approccio più semplice (**L_O1**) si basa sull'uso di informazioni topografiche, geologiche, mappe dell'uso del territorio e delle infrastrutture (Baillifard et al., 2003). Essendo queste mappe normalmente disponibili anche a scala regionale, questo approccio è adatto per l'analisi su scala regionale.

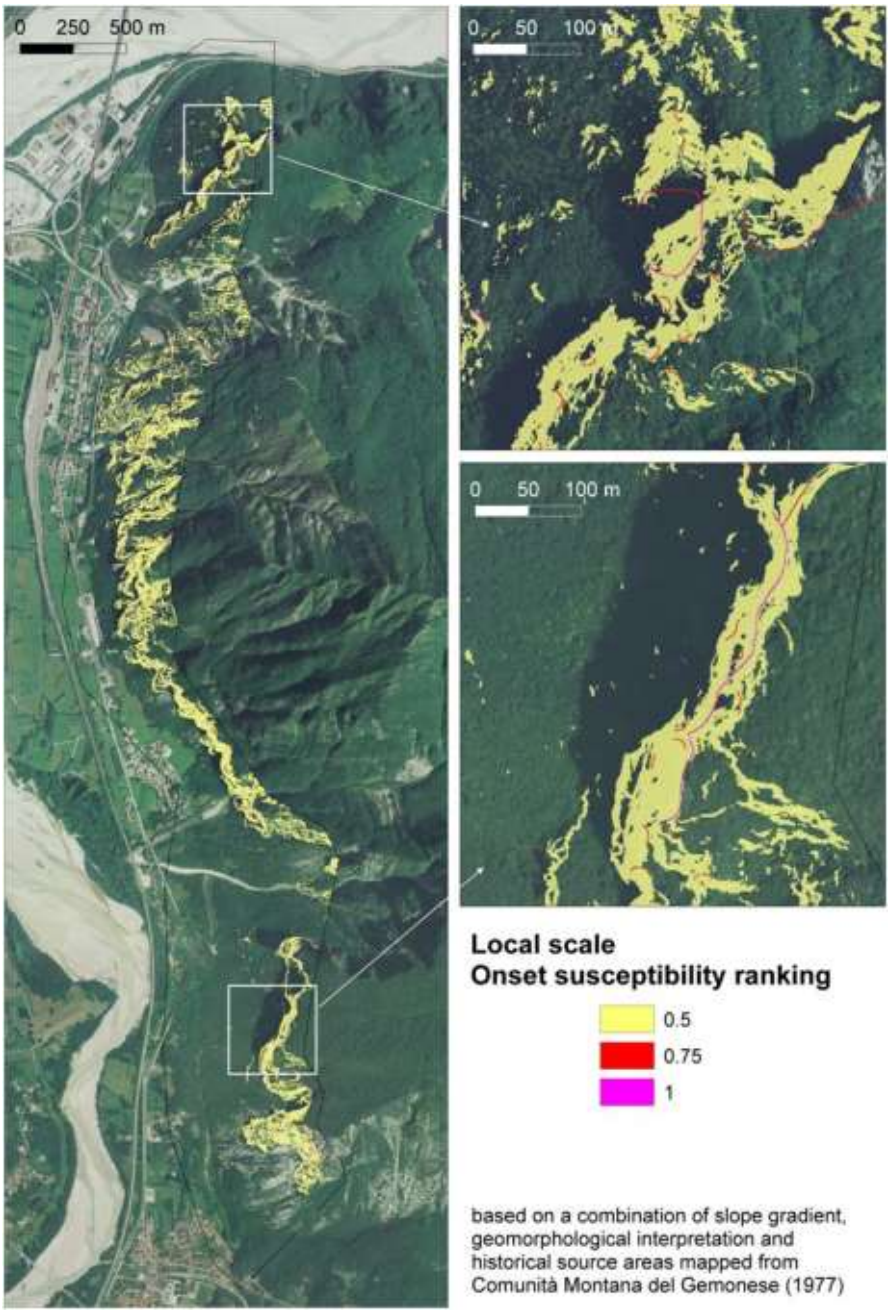


Figura 1. Esempio della classificazione della suscettibilità all'innesco (ref: L_O1) con un semplice approccio euristico per l'area di studio di Venzone-Carnia (Friuli Venezia Giulia). L'approccio si basa sulla somma di fonti di informazioni (rilievo geomorfologico, mappa delle aree sorgenti storiche, pendenza elevata) da cui sono mappate le aree sorgenti: 0.5 = una fonte; 0.75 = due fonti; 1 = tre fonti.

Metodi euristici più avanzati (ad esempio per **S_O1**) fanno uso di dati geomeccanici per la definizione della suscettibilità all'innesco. Un possibile approccio è il metodo RHAP (Rockfall Hazard Assessment Procedure - Mazzoccola e Sciesa, 2000) presentato nell'ambito del Progetto Interreg Falaise (figura 2).

La metodologia denominata RHAP, sviluppata nell'ambito del progetto Interreg II C – Falaises, si riferisce alla valutazione della pericolosità da crollo di singoli blocchi o per crolli di massi fino a una volumetria massima complessiva di 1000 m3. Nonostante sia stata sviluppata per la risoluzione di problematiche inerenti al territorio

lombardo, essa risulta applicabile a qualunque parete rocciosa soggetta a crolli in quanto non legata a particolari condizioni litologiche, strutturali o morfologiche.

La zonazione della pericolosità da crollo risultante dall'applicazione della metodologia, valida per una scala di dettaglio, è sito specifica e non è confrontabile con altri siti studiati separatamente. Questo è dovuto al fatto che ciascun sito analizzato risulterà sempre suddiviso in aree a pericolosità da bassa a elevata, indipendentemente dal valore assoluto della pericolosità. Nei casi in cui la probabilità di accadimento sia estremamente bassa, la metodologia prevede un valore soglia al di sotto del quale la zonazione della pericolosità non è più significativa.

Da un punto di vista applicativo la metodologia consta di due fasi principali:

1- La valutazione delle traiettorie e delle aree di possibile espansione delle frane. In questa fase viene realizzata una zonazione della pericolosità preliminare. La metodologia prevede un approccio semi-quantitativo dovuto alla difficoltà di reperire dati in tempi ristretti e quindi all'impossibilità di una completa valutazione dell'intensità del fenomeno che funzione anche del suo volume e della sua velocità.

2- La valutazione della pericolosità di accadimento dei fenomeni, risultante in una zonazione della pericolosità delle aree di distacco. In termini rigorosamente probabilistici, la probabilità d'accadimento andrebbe valutata in base a serie storiche da cui ricavare periodi di ritorno. Anche in questo caso, data la difficoltà di reperire dati storici completi, si ricorrere ad una valutazione dei sintomi d'attività.

Le due zonazioni così ottenute sono poi integrate per ottenere la pericolosità totale.

Per applicare la metodologia è necessario individuare i settori della parete rocciosa soggetti a crolli. In seguito si procede con la delimitazione delle aree omogenee sulla base delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso ricavate da rilievi in sito e delle caratteristiche morfologiche del versante lungo le traiettorie di discesa (zone di transito e d'arresto) dei blocchi (e.g. altezza della parete e pendenza del versante sottostante); questi parametri vengono poi utilizzati nella modellazione numerica. In ciascuna delle aree omogenee così definite, vengono selezionate una o più traiettorie di discesa dei blocchi su cui effettuare analisi di rotolamento tramite simulazioni di caduta con modelli numerici di tipo stocastico supportate da rilievi geomeccanici e da osservazione degli accumuli di detrito.

Le simulazioni di caduta massi con modelli numerici devono considerare i seguenti parametri:

1- Zona sorgente dei blocchi, in genere la sommità della parete;

2- Volumetria dei massi: le dimensioni modali, valutate tramite analisi statistica (istogramma di frequenza) del detrito alla base della parete in esame e/o in base alla fratturazione in parete, ricavata da rilievi geomeccanici. Possono essere considerati più valori modali nel caso in cui la distribuzione sia bi- o polimodale. Oltre ai volumi modali si prenda in considerazione anche il volume maggiore o quello del blocco che ha raggiunto la distanza massima ed eventualmente il blocco potenzialmente instabile di maggiori dimensioni riscontrato in parete.

3- Forma: dovrà essere utilizzata nella simulazione la forma più simile alla quella modale osservata nel detrito o in parete.

4- Coefficienti di restituzione e rugosità: vanno valutati attraverso un rilievo puntuale delle traiettorie di caduta, sia preesistenti che ipotizzate, prestando particolare attenzione al tipo di superficie, tipo di vegetazione presente, profondità e distanza tra solchi di impatti precedenti, eventuali danni a strutture e piante, ecc.

5- Numero di simulazioni: essendo un'analisi di tipo probabilistico, è necessario effettuare numerose simulazioni di caduta (si consigliano 400 cadute per ogni traiettoria).

Sulla base dei risultati ottenuti si esegue una zonazione preliminare, longitudinale, delle traiettorie di caduta suddividendole in 3 zone:

a) di transito e di arresto del 70% dei blocchi,

b) di arresto del 95% dei blocchi,

c) di arresto del 100% dei blocchi.

Queste percentuali sono valutate sulla totalità delle simulazioni effettuate, per ogni traiettoria, sui blocchi modali di qualsiasi forma considerata. A queste zone vengono assegnate le classi di pericolosità relativa: 4 (a), 3 (b), 2 (c). In aggiunta si delimita un'area di pericolosità residua (zona I) utilizzando la distanza massima raggiunta dal blocco di maggiori dimensioni oppure la distanza massima raggiunta da massi di crolli precedenti.

In seguito si effettua la valutazione della probabilità di accadimento del fenomeno in ciascuna delle aree omogenee, definendo la propensione al distacco dei blocchi. A tale scopo la parete viene suddivisa in maglie con lato variabile da 5 m fino ad un massimo di 20 m, in funzione della complessità geomeccanica dell'area omogenea in esame o in base alle dimensioni della parete investigata. Per ciascuna maglia si verifica la presenza dei seguenti elementi di instabilità:

1- fratture aperte con evidenze di attività associate a cinematismi possibili;
2- blocchi ruotati;
3- zone intensamente fratturate;
4- superfici non alterate che testimoniano recenti distacchi;
5- emergenze di acqua alla base dei blocchi.

Ad ogni maglia viene quindi associato un valore dato dalla somma del numero di elementi di instabilità presenti. Poi, per ogni area omogenea viene calcolata la somma di tutti gli elementi di instabilità presenti ricavando la percentuale di instabilità in relazione al numero massimo ottenibile nell'area omogenea, dando a ciascuna maglia il valore massimo 5.

In base alle percentuali ricavate, le aree omogenee vengono raggruppate in 3 gruppi a differente attività relativa per il sito indagato: alta, media, bassa. Non vengono indicati valori di percentuali assolute per evitare che gran parte delle aree omogenee risultino avere lo stesso valore di pericolosità, impedendo una zonazione. Tuttavia, nel caso in cui tutte le aree omogenee presentino percentuali inferiori al 10% non si ritiene necessario effettuare la zonazione della pericolosità.

La zonazione finale della pericolosità viene definita utilizzando i valori delle classi di pericolosità relativa della zona di transito e accumulo dei blocchi, opportunatamente aumentati di 1, mantenuti costanti, o diminuiti di 1 a seconda che le pareti sovrastanti appartengano ai gruppi di attività alta, media o bassa rispettivamente. Si ottengono in questo modo le 5 classi di pericolosità previste dalla metodologia, da HI a H5.

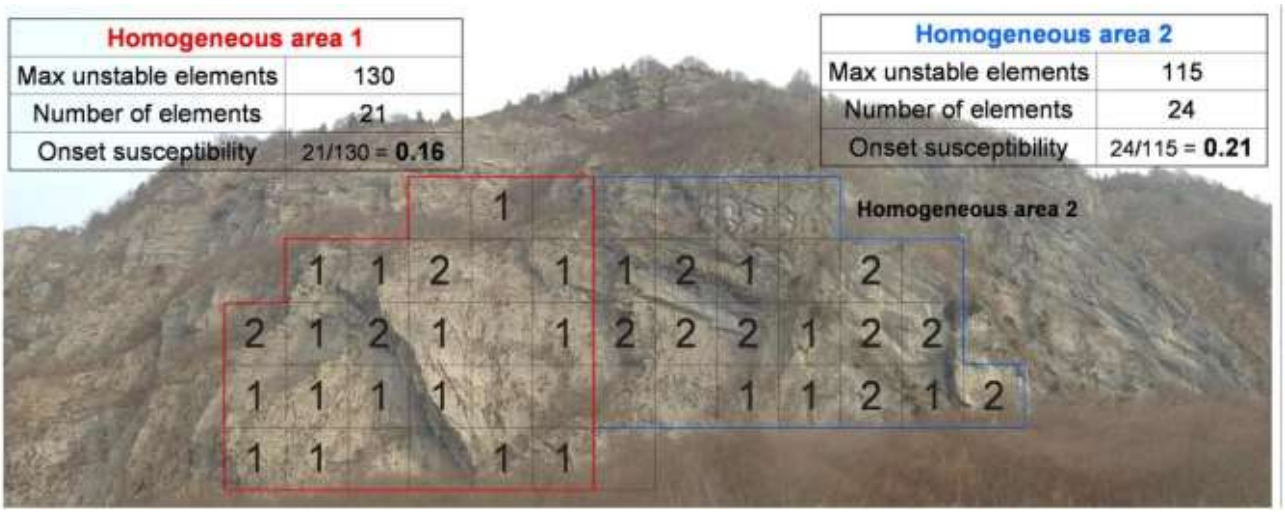


Figura 2. Esempio di zonazione della suscettibilità sito-specifica (**S_O1**) con il metodo RHAP per una sub-area della zona di studio di Timau (Friuli Venezia Giulia).

2.1.1.3 Metodi statistici

La relazione funzionale tra i parametri di controllo geo-ambientali e la suscettibilità all'innesco può essere analizzata utilizzando approcci statistici bivariati o multivariati. Un esempio è stato presentato da Frattini et al. (2008) per un'analisi su scala regionale. L'approccio è basato sull'uso di analisi discriminante per classificare l'attività di pareti rocciose in base a diversi parametri geo-ambientali (litologia, densità di lineamenti, pendenza, esposizione, curvatura, ecc.).

2.1.2 Analisi di stabilità (L_O2, S_O2)

L'analisi di stabilità dell'ammasso roccioso consente sia di valutare la fattibilità cinematica di modalità specifiche di rottura (Hoek e Bray, 1981), sia di calcolare il fattore di sicurezza di blocchi sottoposti a specifici set di sforzi resistenti e destabilizzanti. Ai fini della valutazione della suscettibilità da crollo, l'analisi di stabilità permette di discriminare i settori di una parete rocciosa che sono cinematicamente più adatti a crollare, o più vicini a condizioni critiche (limite di equilibrio), e classificare di conseguenza la loro suscettibilità. Possono essere individuate e considerate idonee due principali sistemi di analisi di stabilità:

• analisi cinematica;

• analisi all'equilibrio limite.

2.1.2.1 Analisi cinematica

L'analisi cinematica distribuita (Guenther, 2003;. Guenther et al, 2004) include diversi metodi per verificare la fattibilità cinematica per rottura planare, a cuneo, o ribaltamento in funzione dell'orientamento dei giunti e dell'esposizione del versante. Esistono metodi che combinano tutti gli orientamenti delle discontinuità misurate (Matheson, 1983) o solo i valori di orientamento modali per diversi set di discontinuità. I metodi di analisi cinematica presuppongono in generale discontinuità planari e persistenti, resistenza al taglio puramente attritiva, ed in generale forniscono risultati conservativi. Dato un certo numero di possibili meccanismi di rottura, una suscettibilità di innesco può essere valutata in base al numero totale di possibili modalità di rottura per ciascuna unità di versante, oppure in base al rapporto tra il numero di possibili modalità di rottura e tutte le modalità di rottura teoriche.

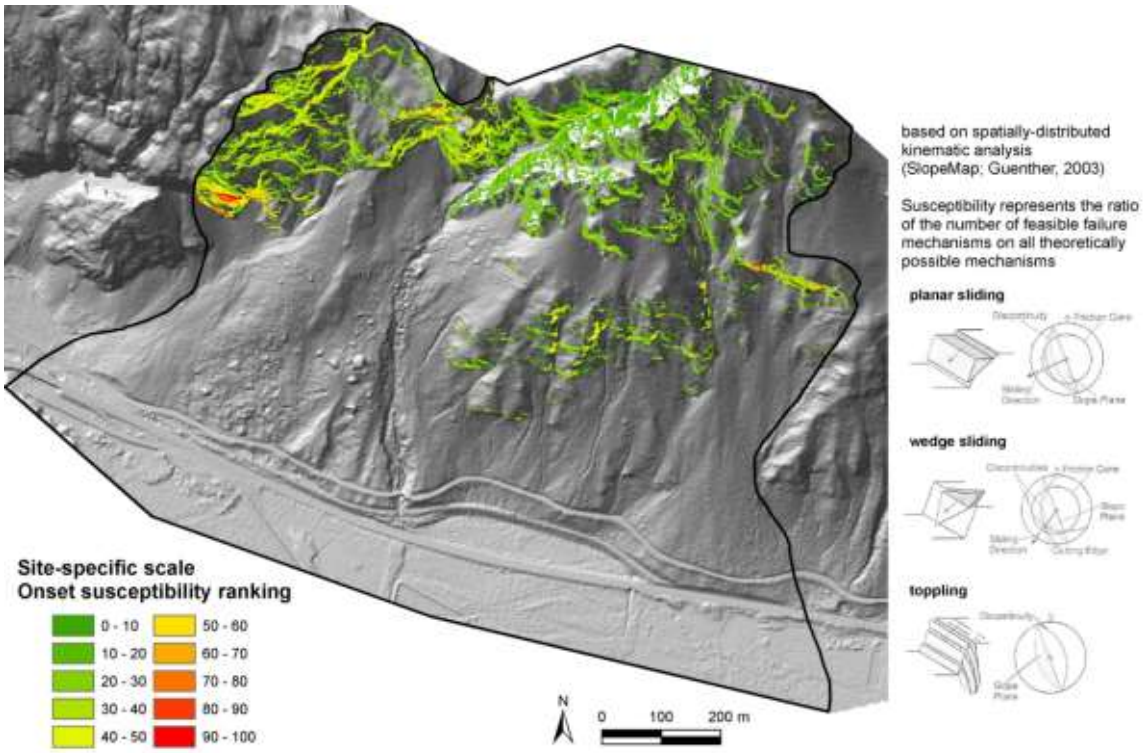


Figura 3. Esempio di classificazione della suscettibilità all'innesco sito-specifica (**S_O2**) con analisi cinematica spazialmente distribuita per rotture planari, a cuneo e ribaltamenti. Sub-area della zona di studio di Villa Santina (Friuli Venezia Giulia).

Dati di input (per la modellizzazione in GIS):

• geometria del versante: pendenza ed esposizione da DEM (la risoluzione è importante)

• parametri: orientazione delle discontinuità e stima dell'angolo d'attrito sulle pareti dei giunti.

Dati di output:

• mappa della fattibilità cinematica per diverse modalità di rottura

Vantaggi:

• facile implementazione in ambiente GIS

• facile zonazione della suscettibilità

Svantaggi:

• conservativo

• non considera le forze e non effettua una valutazione del fattore di sicurezza

2.1.2.2 Analisi all'equilibrio limite

L'analisi all'equilibrio limite (LEA) può essere eseguita per determinati tipi di condizioni di instabilità, geometrie e condizioni al contorno. La LEA può essere effettuata con un approccio deterministico o probabilistico per includere incertezze e variabilità dei parametri, nello specifico con un approccio probabilistico si ottiene una probabilità di rottura.

Una predizione temporale può essere associata ad uno scenario determinato se è possibile incorporare nell'analisi il tempo di ricorrenza di un specifico evento scatenante (ad es. magnitudo dei terremoti, precipitazioni, ecc.).

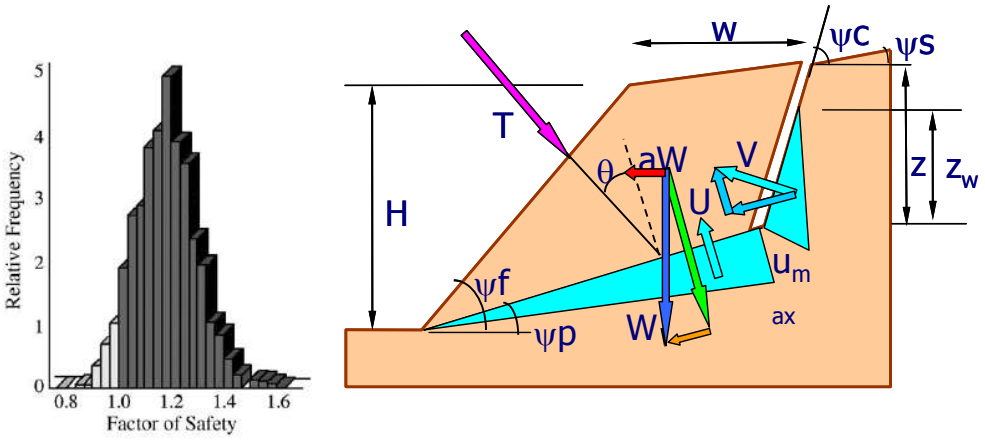


Figura 4. Esempio di analisi all'equilibrio limite per la rottura planare di un blocco di pre-definita geometria sottoposto ad una serie di sforzi. L'analisi può essere eseguita utilizzando un approccio probabilistico volto a stimare una probabilità di rottura.

Dati di input:

• geometria del versante: pendenza ed esposizione da DEM (la risoluzione è importante);

• dimensione e forma dei blocchi;

• entità e direzione degli sforzi agenti.

Dati di output:

• fattore di sicurezza (approccio deterministico);

• probabilità di rottura (approccio probabilistico).

Vantaggi:

• valutazione robusta del fattore di sicurezza;

• possibilità di analisi probabilistica.

Svantaggi:

• difficoltà nell'implementare un modello spazialmente distribuito.

2.2 Modellazione della propagazione

Attualmente esiste una grande varietà di modelli di calcolo per la modellazione della propagazione dei blocchi. I modelli esistenti possono essere classificati in due gruppi principali: modelli empirici e modelli fisicamente basati (Dorren, 2003). I modelli empirici sono basati su ipotesi semplificate e generalmente si basano sui dati acquisiti in una zona studio, analizzati con metodi statistici. I modelli fisicamente basati permettono di descrivere o simulare i processi fisici di moto di caduta massi sulla superficie topografica.

2.2.1 Metodi empirici (R_01)

Per la determinazione dell'area interessata da caduta massi su scala regionale sono stati proposti diversi approcci empirici (Domaas, 1994, Keylock e Domaas,1999). Il metodo più largamente adottato per analizzare la distanza di propagazione di frane di crollo si basa su approcci geometrici: 1) l'angolo della linea più breve tra la parte superiore della scarpata da cui si sono distaccati i blocchi e il punto di arresto ("Fahrböschung" Heim, 1932, Toppe, 1987; reach angle, Corominas, 1996; geometrical slope angle, Meißl, 1998) e 2) l'angolo della linea più breve tra l'apice del cono di detriti e il punto di arresto dei blocchi (Lied, 1977; minimum shadow angle, Evans e Hungr, 1993) (Fig. 5)

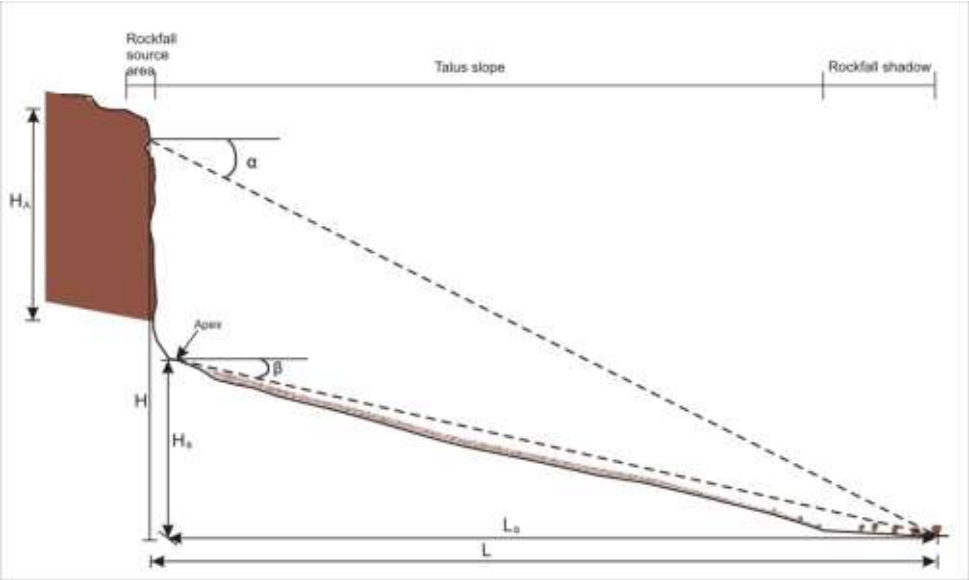


Figura 5: Schema di un tipico profilo di caduta massi con indicazione dell'angolo α e dell'angolo β (da Meißl 1998)

I metodi empirici possono essere applicati nella pratica utilizzando diversi approcci:

• Analisi lungo profili selezionati per cui viene calcolata la distanza massima usando l'angolo α o β, e quindi interpolazione manuale dei risultati lungo profili per definire una zona di caduta massi;

• applicazione di un modello bidimensionale in ambiente GIS per definire la zona d'ombra tra il punto di origine e la zona definita distalmente dall'angolo α (o β) (per es. CONEFALL, Jaboyedoff e Labiouse, 2003).

2.2.1.1 Angolo α (reach angle, geometrical slope angle)

L'angolo della linea più breve tra la parte superiore della parete sorgente da cui si sono distaccati i blocchi e il punto di arresto è basato sulla teoria della "linea di energia" (Heim, 1932).

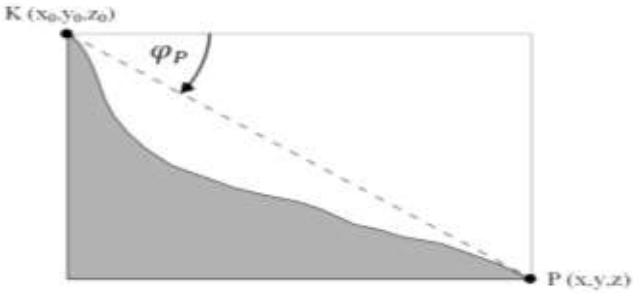


Figura 6: Geometrical sketch for energy-line approach (Heim, 1932).

Dal rapporto geometrico tra un punto K della parete con coordinate (x_0, y_0, z_0) e un punto sottostante casuale ($z < z_0$) P con coordinate (x, y, z) (Fig. 6), vale la seguente relazione matematica (Jaboyedoff, 2003):

$$0 > (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 - \tan\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_P\right)^2 * ([z - z_0)]^2$$

In letteratura sono stati riportati diversi valori dell'angolo α: 28,5 ° (Onofri e Candian, 1979), 32 ° (Toppe, 1987), 37 ° (Meißl, 1998), 33 ° (Heinimann et al 1998)., 36,9 ° (Copons et al, 2009);. 34-40 ° (Melzner, 2009).

Questi valori possono essere molto diversi in funzione di: altezza della parete, uso del percorso effettivo rispetto alla linea diretta, percentuale di blocchi inviluppati da un certo angolo, ecc. Di conseguenza, l'applicabilità dell'angolo α è limitato da questi problemi e i valori devono essere calibrati per ogni singolo caso di studio.

Dati di input:

• geometria del versante: DEM (la risoluzione non è molto importante);

• aree sorgenti: punti, linee o poligoni;

• parametri: angolo α, (opzionale) apertura del cono rispetto alla direzione della pendenza (per approccio 2D).

Dati di output:

• distanza di massima propagazione o zona interessata dalla massima propagazione;

• (opzionale) numero di celle che potenzialmente contribuiscono alla caduta in ogni cella, velocità calcolata con l'approccio della linea di energia.

Vantaggi:

• bassa sensibilità alla risoluzione del DEM;

• facile implementazione su aree di grandi dimensioni;

• facile zonazione della "suscettibilità".

Svantaggi

• necessità di calibrazione sito per sito dell'angolo α, soprattutto in relazione all'altezza della parete;

• impossibilità di assegnare un suscettibilità di innesco.

2.2.1.2 Angolo β (minimum shadow angle)

L'angolo β si basa sull'idea che la distanza è controllata dalla propagazione lungo la scarpata, poiché l'energia cinetica acquisita durante la caduta dalla roccia è in gran parte persa al primo impatto con la scarpata (Evans S.G. e Hungr O., 1993). Il vantaggio dell'angolo β è che è meno sensibile alla altezza della parete rocciosa. Tuttavia, i valori riportati in letteratura sono significativamente diversi anche per questo angolo: 28-30 ° (Lied, 1977), 17 ° (Domaas, 1994), 31,5 ° (Meißl, 1998), 22 ° (Wieczorek et al, 1998.), 24 ° -27,5 (Evans S.G. e Hungr O., 1993), 25,5 ° (Copons e Villaplana, 2008), 21 ° (Holm e Jakob, 2009).

Dati di input:

• geometria del versante: DEM (la risoluzione non è molto importante);

• apice della scarpata: punti, linee o poligoni;

• parametri: angolo β, (opzionale) apertura del cono rispetto alla direzione della pendenza (per approccio 2D).

Dati di output:

• distanza di massima propagazione o zona interessata dalla massima propagazione;

• (opzionale) numero di celle che potenzialmente contribuiscono alla caduta.

Vantaggi:

• bassa sensibilità alla risoluzione del DEM;

• facile implementazione su aree di grandi dimensioni;

• facile zonazione della "suscettibilità";

• limitata sensibilità all'altezza della parete.

Svantaggi:

• impossibilità di assegnare un suscettibilità di innesco.

2.2.2 Modellazione 2D

I modelli 2D simulano il movimento (caduta, rimbalzo e rotolamento) dei blocchi lungo un profilo (Bozzolo e Pamini, 1986; Pfeiffer e Bowen, 1989; Stevens, 1998; Jones et al, 2000). Analizzando grandi superfici è necessario individuare una serie di profili "rappresentativi" ed eseguire una simulazione per ciascun profilo (Fig. 7). I risultati possono essere spazialmente distribuiti tramite interpretazione geomorfologica o mediante interpolazione dei dati in uscita sull'energia o sulla frequenza del blocco arrestato lungo il pendio 2D.

Dati di input:

• geometria del versante: sezioni trasversali lungo i percorsi più probabili;

• materiali del versante: coefficienti di restituzione per l'impatto e di attrito per il rotolamento. Possibilità di introdurre una variazione stocastica ai parametri.

Dati di output:

• traiettorie 2D, profili di velocità, distribuzione dei punti di arresto.

Vantaggi:

• facile implementazione con profili di pendenza;

• facile visualizzazione di impatti e rimbalzi lungo il profilo.

Svantaggi:

• non possono essere considerati gli effetti 3D;

• difficoltà di interpolare tra i diversi profili;

• soggettività nella scelta della posizione del profilo.

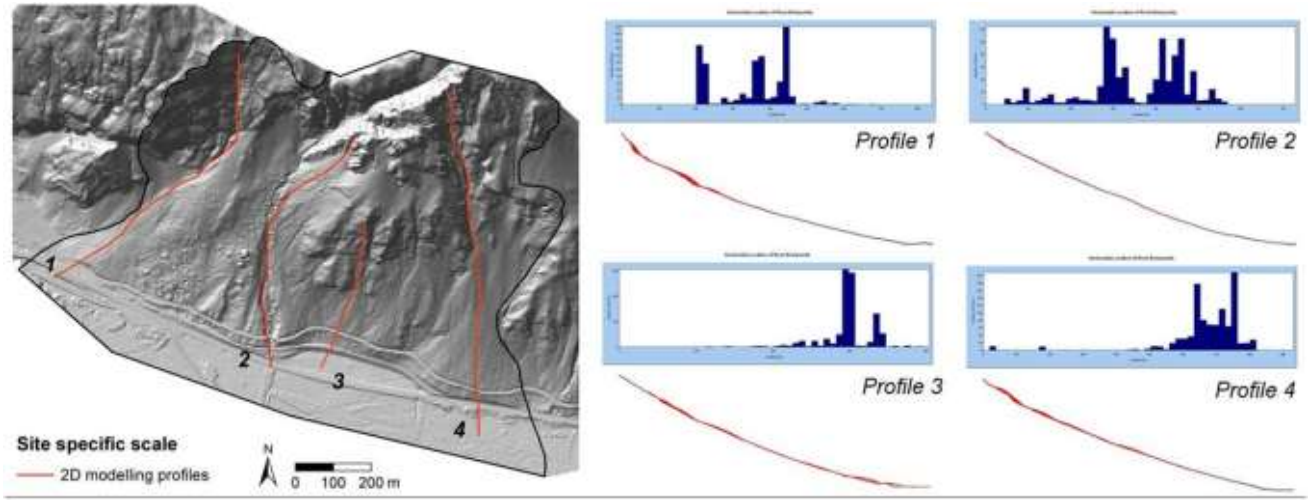


Figura 7. Esempio di modellazione 2D sito specifica (**S_R**) per una sub-area della zona di studio di Villa Santina (Friuli Venezia Giulia).

2.2.3 Modellazione 3D

I modelli 3D sono in grado di simulare il movimento di un blocco lungo un pendio includendo la dispersione laterale delle traiettorie a causa della complessità morfologica (Descoeudres e Zimmermann, 1987: Guzzetti et al, 2002; Agliardi e Crosta, 2003; Crosta et al, 2004; Dorren et. al, 2006; Lan et al, 2007). I risultati sono distribuiti su tutta l'area di studio, senza necessità di interpolazione dei dati (Fig. 8). La modellazione 3D richiede una copertura completa spaziale dei dati, che in generale sono più complessi e difficili da maneggiare. L'affidabilità di questi modelli dipende dalla qualità degli algoritmi utilizzati per la simulazione di processi fisici, dalle ipotesi introdotte, dalla disponibilità e qualità dei dati, ecc..

Dati di input:

• geometria del versante: DEM (la risoluzione è molto importante);

• aree sorgenti: layer raster con localizzazione delle celle di origine;

• parametri: coefficienti di restituzione, coefficiente di attrito volvente, massa, volume e forma del blocco, altri parametri per fenomeni complessi.

Dati di output:

• traiettorie 3D;

• statistiche per ogni cella (ad esempio per numero di transiti, velocità, altezza, energia).

Vantaggi:

• simulazione di effetti 3D;

• possibilità di effettuare una valutazione quantitativa dei pericoli;

• facile zonazione della pericolosità;

• possibilità di simulare fenomeni complessi;

Svantaggi:

• forte sensibilità alla risoluzione del DEM;

• necessità di calibrazione dei parametri che sono spesso sconosciuti;

• necessità di algoritmi robusti e significativi;

• calibrazione più difficile.

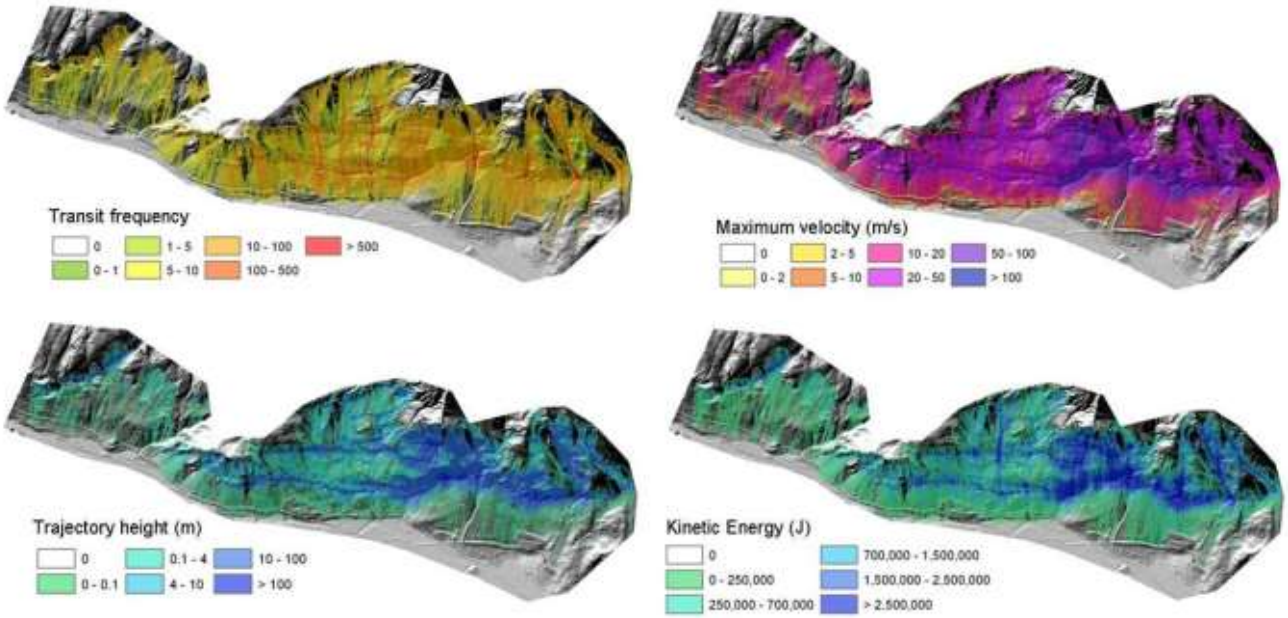


Figura 8. Esempio di modellazione 3D a scala locale (ref: **L_R**) per l'area di studio di Timau (Friuli Venezia Giulia).

2.3 Zonazione della suscettibilità

2.3.1 Massimo espandimento, zonazione dell'area di massimo espandimento (R_S1, R_S2)

La forma più semplice di zonazione della suscettibilità da caduta massi è la mappatura della massima area potenzialmente interessata da caduta massi. In questo caso non viene fornita una zonazione ulteriore basata sulla probabilità di transito e non si dice nulla sulla distribuzione spaziale dell'intensità (ad esempio velocità, energia cinetica, altezza). Un ulteriore valutazione della suscettibilità richiede una stima della frequenza relativa di transito dei blocchi in un certo punto del versante. Questa informazione può essere facilmente ottenuta utilizzando strumenti di modellazione 2D e 3D. In generale, una semplice valutazione del massimo espandimento della caduta massi (senza ulteriore zonazione) è considerata utile solo come "requisito minimo" per studi su scala regionale, dove la modellazione 2D non è fattibile e la modellazione 3D potrebbe essere troppo onerosa per le finalità di una semplice analisi preliminare della caduta massi. In questi casi, una prima stima di caduta massi può essere effettuata utilizzando l'approccio del cono d'ombra, con o senza una semplice zonazione in base al numero di "coni d'ombra" (ciascuno proveniente da una cella sorgente) che insistono su ogni punto della scarpata (Jaboyedoff e Labiouse, 2003).

2.3.2 Suscettibilità all'innesco + frequenza di transito (L_S)

Un approccio tipico di valutazione della suscettibilità tramite l'utilizzo di modelli 2D è l'analisi della percentuale di blocchi che passano oltre una certa distanza. Questo approccio permette di tracciare linee di pari "probabilità" di transito o di arresto interpolando tra più profili i risultati di modelli 2D. Il principale limite di tale approccio è che un modello 2D non può simulare la possibile deviazione laterale delle traiettorie, sopravvalutando di fatto la frequenza dei blocchi che passano attraverso ogni profilo. Utilizzando modelli 3D è possibile definire una frequenza di transito per ogni elemento di scarpata tenendo conto della possibile deviazione laterale delle traiettorie causata da morfologie complesse. Normalmente l'analisi della frequenza di transito viene eseguita simulando un gran numero di blocchi da ogni area sorgente ed introducendo un'incertezza sui parametri (volume del blocco, coefficienti di restituzione, coefficienti di attrito volvente, ecc.) attraverso un approccio stocastico.

Un esempio di questo approccio è dato dalla metodologia RHAP (Mazzacolla e Sciesa, 2000). Concepito per l'utilizzo con modelli 2D, il metodo RHAP si applica a frane di crollo sia in singoli blocchi sia in massa con volumi superiori a 1000 m^3, ed è adatto per studi a scala locale. Il metodo permette di classificare la suscettibilità da crollo in modo relativo per un singolo sito. Per questo motivo, suscettibilità calcolate per siti diversi non sono comparabili in valore assoluto. La metodologia consente di combinare un zonazione euristica della suscettibilità all'innesco con un'analisi 2D della propagazione dei blocchi. Per ciascuna zona sorgente caratterizzata da un certo valore di suscettibilità all'innesco, vengono individuate uno o più traiettorie rappresentative per eseguire simulazioni 2D con approccio stocastico. Le simulazioni sono effettuate considerando i volumi modali di blocchi e la forma tipica, mentre la taratura dei coefficienti di restituzione è effettuata utilizzando i dati storici o l'estensione di depositi di detrito alla base delle pareti. Dalla percentuale di blocchi che passa ad una distanza determinata il versante è suddiviso in 4 zone con diversi livelli preliminari di suscettibilità: 4 (75% dei blocchi), 3 (90%), 2 (100%), 1 (estensione di blocchi eccezionali). La classificazione preliminare viene modificata in base alla suscettibilità all'innesco in modo semplice. Quest'ultima viene riclassificata in tre classi di attività: bassa, media, alta. Questa classificazione viene poi utilizzata per modificare la mappa preliminare di suscettibilità incrementando (attività alta) o decrementando (attività bassa) il grado di suscettibilità finale.

2.3.3 Suscettibilità all'innesco + frequenza di transito + energia (L_S)

Utilizzando modelli 2D o 3D è possibile calcolare una frequenza di transito per ciascun punto del versante (di solito un pixel), nonché una serie di descrittori di intensità (per es. velocità, energia cinetica, altezza). Normalmente, l'analisi viene eseguita simulando un gran numero di blocchi di partenza da ogni area sorgente, e introducendo l'incertezza di parametri (volume del blocco, coefficienti di restituzione, coefficienti di attrito volvente, ecc.) attraverso un approccio stocastico. Un approccio concettualmente simile (per es. combinando la frequenza di transito e l'intensità) è stato implementato con la modellazione 2D da Jaboyedoff et al. (2005), al fine di consentire la valutazione della suscettibilità ai sensi della normativa svizzera.

Nell'approccio RHV (Rockfall Hazard Vector - Crosta e Agliardi, 2003), la suscettibilità in un determinato punto si presume essere una funzione della frequenza di transito, dell'energia cinetica del blocco e dell'altezza della traiettoria. L'approccio valuta così la suscettibilità, tenendo conto sia della frequenza sia dell'intensità. I parametri richiesti possono essere calcolati per ciascun punto eseguendo una modellazione 3D di propagazione a un livello di dettaglio adeguato (a seconda della scala di analisi).

La metodologia segue questi step:

• individuazione delle sorgenti potenziali di caduta massi e caratterizzazione della loro suscettibilità all'innesco;

• modellazione della propagazione della caduta massi utilizzando uno strumento di modellazione 3D;

• estrazione e riclassificazione per ogni cella del modello di: frequenza di transito (c), altezza massima (h) ed energia cinetica media o massima (k) (Fig. 9);

• calcolo del modulo dell'RHV definito come:

$$|RHV| = \sqrt{c^2 + e_c^2 + h^2}$$

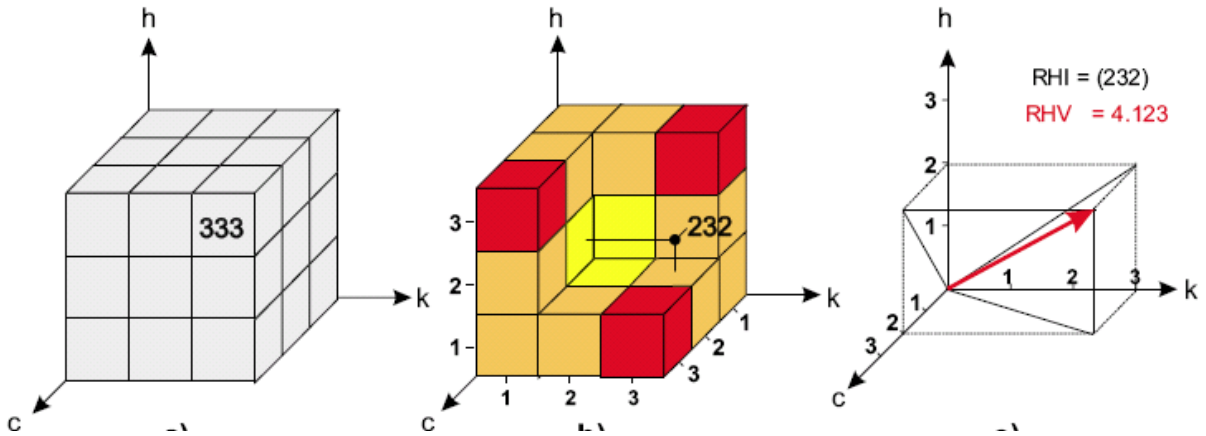


Figura 9. definizione dei parametri per il metodo RHV (da Crosta e Agliardi, 2003).

class	c (normalised)		k	h
–	regional scale	local scale	(kJ)	(m)
1	< 0.2	< 0.01	≤ 700	≤ 4
2	$0.2 - 1$	$0.01 - 0.1$	$700 - 2500$	$4 - 10$
3	> 1	> 0.1	≥ 2500	≥ 10

Tabella 10. Esempio di Riclassificazione dei parametri nel metodo RHV (da Crosta e Agliardi, 2003).

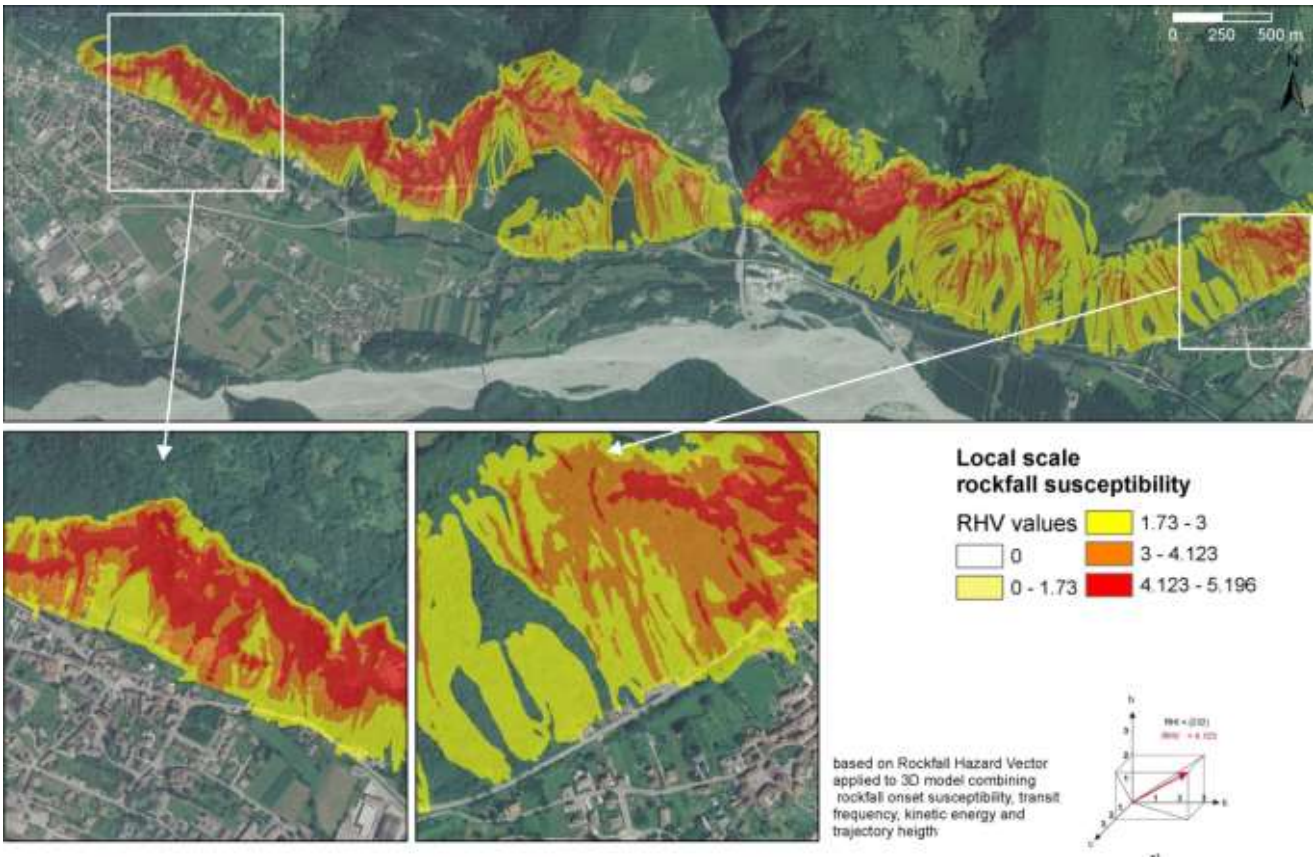


Figura 10. Esempio di zonazione della suscettibilità a scala locale con l'approccio dell' RHV (**L_S**) per l'area di studio di Villa Santina (Friuli Venezia Giulia).

2.4 Zonazione della pericolosità

Il passaggio che porta alla definizione della pericolosità e alla sua successiva zonazione è la ricorrenza temporale di un fenomeno che resta l'incognita fondamentale e più difficile da determinare.

2.4.1 Frequenza attesa associata ad uno scenario di riferimento

L'approccio più semplice e semplicistico per la valutazione della probabilità temporale è di assegnare una frequenza attesa ad uno scenario che è considerato il più "rappresentativo" per l'area di studio. Questa è una forte semplificazione, poiché è ben noto che la frequenza dipende dal volume della frana.
La frequenza prevista può essere definita utilizzando approcci euristici o statistici.

2.4.1.1 Approccio euristico (L-H1, L-H2, S_H1)

La valutazione euristica della probabilità viene eseguita tramite una stima soggettiva della frequenza degli eventi basata su:

• conoscenza approfondita delle condizioni geologiche (sismicità, strutture, litologia, ecc.);

• frequenza degli eventi passati;

• somiglianza con altre aree per le quali sono disponibili dati.

Un esempio di stima euristica della probabilità temporale è l'approccio utilizzato nella metodologia BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, 1998). Questa metodologia richiede una stima della frequenza e dell'intensità, consentendo così di eseguire, anche se in maniera semplificata, una valutazione della pericolosità reale. La metodologia BUWAL richiede in primo luogo l'individuazione di aree potenzialmente interessate da uno scenario di caduta massi. Normalmente è considerato un solo scenario, essendo questo lo scenario più "rappresentativo". Per questo scenario, viene stimata l'intensità in termini di volume prevedibile e velocità, utilizzando tabelle che permettono di assegnare classi di intensità in base a intervalli di valori di questi due parametri. Per quanto riguarda la velocità, i fenomeni di caduta massi appartengono sempre alla classe 3 secondo la classificazione BUWAL. Per lo scenario "rappresentativo" , la probabilità è stimata utilizzando quattro classi di tempo di ricorrenza, Tr: alto (Tr <30 anni), medio (30 <Tr <100 anni), basso (100 <Tr <300 anni), molto basso (Tr> 300 anni). La tabella 11 fornisce un collegamento tra l'attività delle frane e il tempo di ricorrenza previsto. La notevole ampiezza degli intervalli di frequenza consente di assimilare l'incertezza nella stima.

Classe di frequenza	Tempo di ricorrenza, T_r (yr)	Attività
1	< 30	Frana attiva o quiescente con elevata frequenza di riattivazione
2	30 – 100	Frana quiescente con media frequenza di riattivazione
3	100 – 300	Frana quiescente con bassa frequenza di riattivazione
4	> 300	Frana relitta

Tabella 11. Definizione delle classi di frequenza nella metodologia BUWAL (1998).

Vantaggi:

• il metodo è semplice;

• il metodo consente di assegnare frequenze diverse a diversi settori dell'area di studio.

Svantaggi:

• il metodo è soggettivo;

• data l'incertezza, la frequenza è più o meno stimata per le classi dei tempi di ricorrenza utilizzando un'ampia gamma di valori.

Applicabilità:

• il metodo richiede un'esperienza diretta dell'esperto per quanto riguarda problemi di caduta massi in una certa area. Pertanto esso è adatto per analisi su scala locale, mentre quando viene applicato a studi su scala regionale la stima diventa molto incerta e arbitraria.

Nelle procedure di classificazione delle pericolosità nei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) attualmente viene utilizzato un metodo BUWAL modificato (ADBVE, 2007)[1].

2.4.1.2 Statistiche dei dati storici (L_H2)

Un approccio statistico è basato sull'analisi di eventi storici volti a identificare un tempo medio di ricorrenza indipendentemente dal volume. Poiché il numero di eventi solitamente disponibili è limitato, le statistiche devono essere calcolate utilizzando dati di regioni di grandi dimensioni, supponendo che la frequenza sia uguale per l'intera area.

Vantaggi:

• il metodo è oggettivo e basato su dati;

• il metodo è semplice.

Svantaggi:

• gli eventi di caduta massi sono raramente raccolti per piccoli volumi e per eventi che si verificano nelle zone rurali, senza danni alle infrastrutture, di conseguenza la frequenza media è normalmente sottovalutata;

• la frequenza è assunta costante su grandi aree.

Applicabilità:

• il metodo è adatto per grandi aree, in cui il numero di eventi è sufficiente per stimare un valore affidabile del tempo di ritorno (sebbene sottovalutato).

[1] Le pericolosità PAI sono suddivise in quattro classi ad intensità crescente da P1 a P4, cui corrispondono vincoli crescenti nell'uso del territorio.

2.4.2 Relazioni Magnitudo Frequenza (MF) (S-H2)

Al fine di ottenere una valutazione completamente quantitativa della pericolosità legata al verificarsi di caduta massi, la frequenza annuale di eventi deve essere stimata con riferimento a diversi scenari di magnitudo (volumi), come normalmente effettuato per gli eventi alluvionali o i terremoti. Questo richiede di conoscere o assumere la distribuzione di magnitudo-frequenza degli eventi di caduta massi in una data area caratterizzata da specifiche caratteristiche geologiche e geomorfologiche. Per la caduta di massi, alcuni autori (Hungr et al, 1999;. Dussauge et al, 2003;. Malamud. Et al, 2004) hanno dimostrato che la relazione di magnitudo-frequenza cumulata (MCF) degli eventi per j -esime classi di volume può essere descritta da una legge di potenza nella forma:

$$\log N(V) = N0 + b \log V$$

dove N (V) è la frequenza cumulata annuale di eventi di caduta massi superiori a un dato volume, N0 è il numero totale annuo di eventi di caduta massi, e b è l'esponente della legge di potenza. La frequenza annuale degli eventi di caduta massi in una data classe di volume può essere derivata dalle curve Magnitudo Frequenza Cumulate (MCF) sottraendo le frequenze cumulate per ciascuna classe di volume considerata (Hungr et al., 1999). I parametri delle curve di MCF non hanno alcun significato universale, anche se l'esponente b varia normalmente in un range piuttosto stretto, tra -0,7 e -0,4 (Hungr et al, 1999; Dussauge et al, 2003). La corretta parametrizzazione della curva MCF dovrebbe essere basata su un inventario completo di dati storici di eventi. Purtroppo database storici e inventari di eventi di frana sono raramente disponibili, e una raccolta ad hoc può essere impraticabile per aree di grandi dimensioni. I valori di volume riportati nei database storici possono essere incompleti o stimati con una certa approssimazione (es: ordine di grandezza, Hungr et al., 1999). Inoltre, i dati di inventario possono essere incompleti sia nello spazio (ossia i dati si riferiscono solo a sotto-aree specifiche) che nel tempo (ossia i dati si riferiscono soltanto a una determinata finestra di tempo).

Quando disponibili, le relazioni di magnitudo frequenza forniscono un mezzo per stimare il tempo di ritorno di frane che superano una determinata magnitudo/volume, T (V) = 1 / N (V), e quindi la probabilità che un certo numero di eventi possa verificarsi in un dato intervallo di tempo, permettendo così una completa valutazione probabilistica della pericolosità da frana.

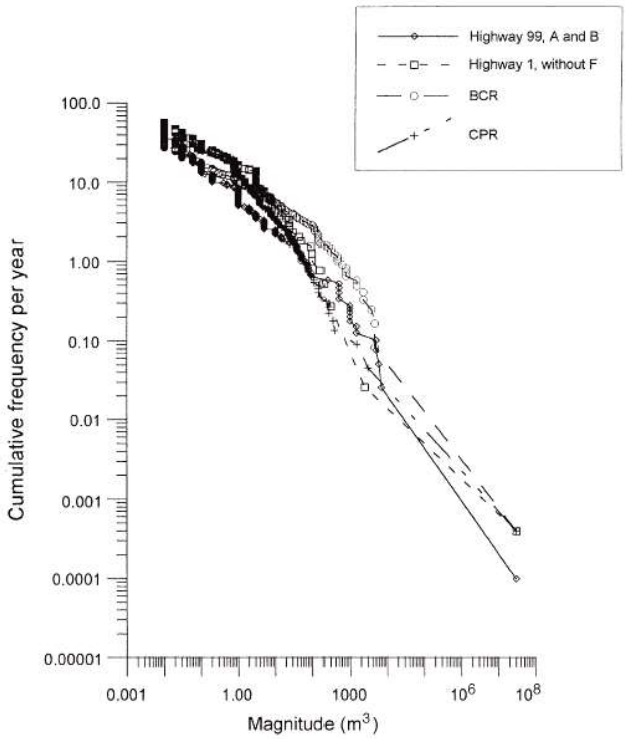


Figura 11. Esempio di curve di Magnitudo Frequenza Cumulate (magnitude-cumulative frequency, MCF) per la caduta massi (Hungr et al., 1999).

2.4.3 Combinazione della frequenza con la suscettibilità: pericolosità da crollo

Per valutare la pericolosità da caduta massi (compresa la frequenza attesa di eventi) a diversi livelli (vedi precedenti paragrafi) è necessario combinare la frequenza di evento con la suscettibilità all'innesco e al transito, al fine di ottenere mappe di pericolosità che considerino tutti questi aspetti.

Sono disponibili diversi approcci possibili (a diversi livelli di complessità):

1) produzione di mappe basate su scenari di suscettibilità, modellando volumi di blocchi corrispondenti a determinati tempi di ritorno (solo un "volume di progetto" se è disponibile solo una stima euristica o statistica della frequenza, diversi volumi se è disponibile una curva Magnitudo-Frequenza (MF));

2) adattamento di un approccio tipo RHAP e RHV, scalando la probabilità di transito in ogni punto del pendio con la probabilità di innesco corrispondente a determinati tempi di ritorno (moltiplicazione);

3) modifica dell'approccio BUWAL, come già proposto da alcune Amministrazioni e Autorità di bacino in Italia al fine di incorporare (come dati di input matrice) la frequenza degli eventi (stimata in modo euristico, statistico o tramite curve MF) e l'intensità (energia cinetica) ottenuta da modellazione numerica con volumi coerenti con le frequenza di innesco. In questo caso l'uso separato del "Buwal modificato" della tabella della velocità e della tabella della dimensione dei blocchi non sarebbe necessario perché verrebbe utilizzata direttamente l'energia cinetica. Questo approccio potrebbe anche consentire l'utilizzo del metodo per ogni unità di territorio (per es. cella elementare) in modo da rappresentare la variabilità dell'intensità di caduta massi lungo il pendio.

Bibliografia

Agliardi F. and Crosta G.B., 2003: High resolution three-dimensional numerical modelling of rockfalls. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 40(4), 455-471

Abellán A., Vilaplana J.M., Martínez J., 2006: Application of a long-range Terrestrial Laser Scanner to a detailed rockfall study at Vall de Núria (Eastern Pyrenees, Spain). Engineering Geology, 88, 136–148

ADBVE (Autorità di Bacino dei fiumi dell'alto Adriatico), 2007: Progetto di Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bachiglione. Relazione tecnica, adottata con delibera del comitato istituzionale n.4 del 19 giugno 2007, 113-118.

Baillifard F., Jaboyedoff M, and Sartori M, 2003: Rockfall hazard mapping along a mountainous road in CH using a GIS-based parameter rating approach. NHESS, 3, 431–438

Bäk R., Kranitz F., Torresin M., Mariani R., 2011: Minimal standard for creation of hazard maps for land slides and rock fall as a tool for preventive disaster reduction. INTERREG IV A Italy/Austria, Project 1381-302, Akronym MassMove, Wildbach- und Lawinenverbau, 166, 176 - 197

Bozzolo D. and Pamini R., 1986: Simulation of rock falls down a valley side. Acta Mechanica, 63, 113–130

BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft), 1998: Amt für Raumplanung Graubünden. Ufficio Cantonale di Pianificazione. Grundlage zur FAN-Tagung vom 13-16 October 1998 in Ittingen, 15 pp.

Cai M., Kaiser P.K., Uno H., Tasaka Y., Minami M., 2004: Estimation of rock mass deformation modulus and strength of jointed hard rock masses using the GSI system. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 41, 3-19

Copons R., Vilaplana J.M., 2008: Rockfall susceptibility zoning at a large scale: from geomorphological inventory to preliminary land use planning. Engineering Geology, 102, 142–151

Copons R., Vilaplana J.M., Linares R., 2009: Rockfall travel distance analysis by using empirical models (Solà d'Andorra la Vella, Central Pyrenees). Natural Hazards and Earth System Sciences, 9, 6, 2107-2118

Corominas J., 1996: The angle of reach as a mobility index for small and large landslides. Can. Geotech. J., 33, 260–271

Crosta G.B. and Agliardi F., 2003: A new methodology for physically-based rockfall hazard assessment. Natural Hazards and Earth System Sciences, 3, 407–422

Crosta G. B., Agliardi, F., Frattini P. and Imposimato S., 2004: A three-dimensional hybrid numerical model for rockfall simulation. Geophysical Research Abstracts, 6, 04502

Crosta G.B., Frattini P., 2008: Rainfall induced landslides and debris flows. Hydrological Processes, 22, 473-477, doi:10.1002/hyp.6885

Descoeudres F., Zimmermann T., 1987: Three-dimensional dynamic calculation of rockfalls. In Herget, G. and Vongpaisal, S., editors, Proceedings of the Sixth International Congress on Rock Mechanics. Montreal. Rotterdam, Balkema, 37–42

Domaas U., 1994: Geometrical methods of calculating rockfall range, Norwegian Geotechnical Institute, Report 585910-1, 21 pp.

Dorren L.K.A., 2003: A review of rockfall mechanics and modelling approaches. Progress in Physical Geography, 27, 1, 69–87

Dorren L.K.A., Berger, F., Putters, U.S., 2006: Real size experiments and 3D simulation of rockfall on forested and non-forested slopes. Natural Hazards and Earth System Sciences, 6, 145–153

Dussauge C., Grasso, J.R., Helmstetter, A., 2003: Statistical analysis of rockfall volume distributions: implications for rockfall dynamics. Journal of Geophysical Research, 108(B6), 2286

Evans S.G., Hungr O., 1993: The assessment of rock fall hazard at the base of talus slopes. Canadian Geotechnical Journal, 30, 620–636

Frattini P., Crosta G.B., Carrara A., Agliardi F., 2008: Assessment of rockfall susceptibility by integrating statistical and physically-based approaches. Geomorphology, 94, 419-437

Günther A, Carstensen A, and Pohl W, 2004: Automated sliding susceptibility mapping of rock slopes, NHESS, 4, 95–102

Günther A., 2003: SLOPEMAP: programs for automated mapping of geometrical and kinematical properties of hard rock hill slopes. Computers & Geosciences 29, 865–875

Guzzetti F., Crosta G.B, Detti R. and Agliardi F., 2002: STONE: a computer program for the three-dimensional simulatation of rock-falls. Computers and Geosciences, 28 (9), 1081-1095

HARP, E. L., and NOBLE, M. A. (1993). An engineering rock classification to evaluate seismic rock-fall susceptibility and its application to the Wasatch Front. *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*, *30*(3), 293-319.

Heim A., 1932: Bergsturz und Menschenleben. Zurich, Fretz and Wasmuth Verlag, 218 pp.

Heinimann H.R., Holtenstein K., Kienholz H., Krummenhacher B., Mani P., 1998: Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren. Umwelt-Materialien 85, Naturgefahren, BUWAL, Bern (in German)

Hoek E., Bray J.W., 1981: Rock Slope Engineering (5th edn), The Institution of Mining and Metallurgy, London

Holm K., Jakob M., 2009: Long rockfall runout, Pascua Lama, Chile. Canadian Geotechnical Journal, 46, 225–230

Hungr O., 1995: A model for the runout analysis of rapid flow slides, debris flows, and avalanches. Canadian Geotechnical Journal, 32, 610–623

Hungr O., Evans S.G. 1988: Engineering evaluation of fragmental rockfall hazards. Proceedings of the Fifth International Symposium on Landslides, Lausanne, Switzerland, 1, 685–690

Hungr O., Evans S.G. and Hazzard J., 1999: Magnitude and frequency of rockfalls and rock slides along the main transportation corridors of south-western British Columbia. Canadian Geotechnical Journal, 36, 224–238

Jaboyedoff M., 2003: Design of a pseudo-3D topographic analysis computer program: COLTOP-3D. Project Proposal, PROJECT – 01, Quanterra, www.quanterra.org.

Jaboyedoff M., Dudt J.P., and Labiouse V., 2005: An attempt to refine rockfall hazard zoning based on the kinetic energy, frequency and fragmentation degree, Natural Hazards and Earth System Sciences, 5, 621–632

Jaboyedoff M. and Labiouse V., 2003: Preliminary assessment of rockfall hazard based on GIS data. In: 10th International Congress on Rock Mechanics ISRM 2003 – Technology roadmap for rock mechanics, South African Institute of Mining and Metallurgy, Johannesburg, South Africa, 575–578

Jones C.L., Higgins J.D., Andrew R.D., 2000: Colorado Rock fall Simulation Program Version 4.0. Colorado Department of Transportation, Colorado Geological Survey, 127 pp.

Keylock C. and Domaas U., 1999: Evaluation of topographic models of rockfall travel distance for use in hazard applications. Arctic, Antarctic, and Alpine Research, 31(3), 312–320

Lan H.X., Martin C.D. and Lim C.H., 2007: RockFall analyst: a GIS extension for three-dimensional and spatially distributed rockfall hazard modelling. Computers & Geosciences, 33, 262–279

Lied K., 1977: Rockfall problems in Norway. In: Rock fall dynamics and protective work effectiveness, 90. Bergamo, Italy, ISMES, 51-53

Matheson G.C., 1983: Rock Stability Assessment in Preliminary Site Investigations - Graphical Methods. Transport and Road Research Laboratory, Report 1039, Crowthorne, Berkshire

Mazzoccola D., and Sciesa E., 2000: Implementation and comparison of different methods for rockfall hazard assessment in the Italian Alps. Proc. 8th Int. Symp. on Landslides, Cardiff, Balkema, Rotterdam, 2, 1035-1040

Malamud B.D., Turcotte D.L., Guzzetti F. and Reichenbach P., 2004: Landslide inventories and their statistical properties. Earth Surface Processes and Landforms, 29 (6), 687-711

Meißl G., 2001: Modelling the runout distances of rockfalls using a geographic information system. Zeitschrift fur Geomorphologie, 125, 129-137

Meißl G., 1998: Modellierung der Reichweite von Felsstürzen. Fallbeispeile zur GISgestützten Gefahrenbeurteilung aus dem Beierischen und Tiroler Alpenraum. Innsbrucker Geografischen Studien 28. Ph.D. Thesis, Universität Innsbruck, Innsbruck, 249 pp.

Onofri R. e Candian C., 1979: Indagine sui limiti di massima invasione dei blocchi rocciosi franati durante il sisma del Friuli del 1976. Regione Autonoma Friuli-Venezia-Giulia, CLUET, 42 pp.

Pfeiffer T.J., Bowen T.D., 1989: Computer simulations of rockfalls. Bulletin of the Association of Engineering Geologists, 26, 135–146

Stevens W., 1998: RockFall: a tool for probabilistic analysis, design of remedial measures and prediction of rockfalls. M.A.Sc. Thesis. Department of Civil Engineering, University of Toronto. Canada, 105 pp.

Tianchi L, 1983: A mathematical model for predicting the extent of a major rockfall.*Zeitschrift für Geomorphologie*, *24*, 473-482.

Toppe R., 1987: Terrain models as a tool for natural hazard mapping. In Avalanche Formation, Movement and Effects, ed. B. Salm and H. Gubler. International association of Hydrological Sciences, Wallingford, UK, Publication, 162, 629–638

Wieczorek G.F., Snyder J.B., 1999: Rock falls from Glacier Point above Camp Curry, Yosemite National Park, California. US Geol. Surv., Open-File Report, 13 99–385

APPENDICE A5 – Metodologia per l'identificazione della soglia di a_{max}

(a cura dell'Università Bicocca, Milano)

Il parametro sismico scelto come fattore di instabilità aggiuntivo nella metodologia RHAP per la definizione della pericolosità da crollo è la a_{max} (accelerazione massima in superficie, anche PGA).

Per la definizione di un valore soglia da utilizzare nella metodologia RHAP sono stati studiati i crolli dei due principali terremoti italiani che hanno generato frane di crollo negli ultimi decenni: il terremoto del Friuli, 1976, e il terremoto Umbria-Marche, 1997.

Per entrambi i terremoti, è stato studiato il valori di a_{max} derivato dalle ShakeMap prodotte dall'USGS (Wald *et alii* 2005; figura A3_1: PGA=a_{max}) e sono stati raccolti i dati della localizzazione delle frane di crollo dalla letteratura (per il terremoto del Friuli, Govi, 1976, Valagussa et al, 2014; per le il terremoti Umbria-Marche, Carro et al, 2003). I dati sono inoltre stati integrati con il database CEDIT (Romeo *et alii*, 2010) (Figura A3_1).

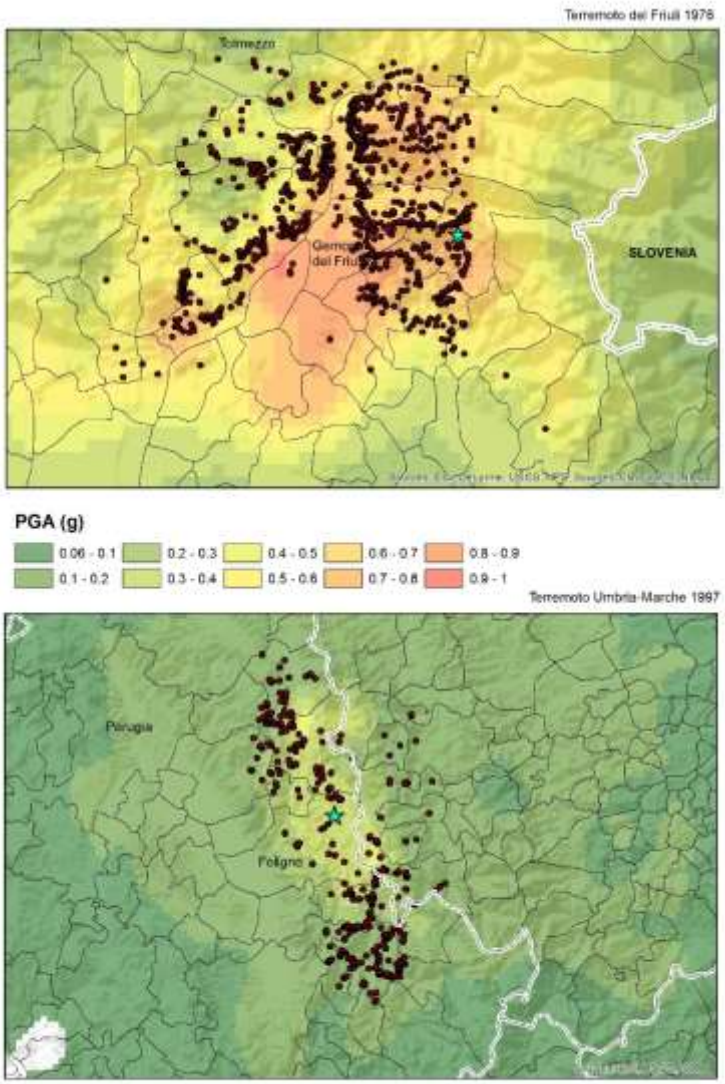


Figura A3_1: Mappa rappresentante la distribuzione della a_{max} (PGA) per i casi studio del Friuli Venezia Giulia (sopra) e Umbria-Marche (sotto).

Densità di frana vs a_{max} (PGA)

Sulla base dei due dataset disponibili per i due casi studio è stata definita la densità di frana nelle due aree (figura A3_2). In particolare, per ogni cella di dimensione 1x1 km2 è stata definita la densità chilometrica in un intorno di 10 x 10 km2.

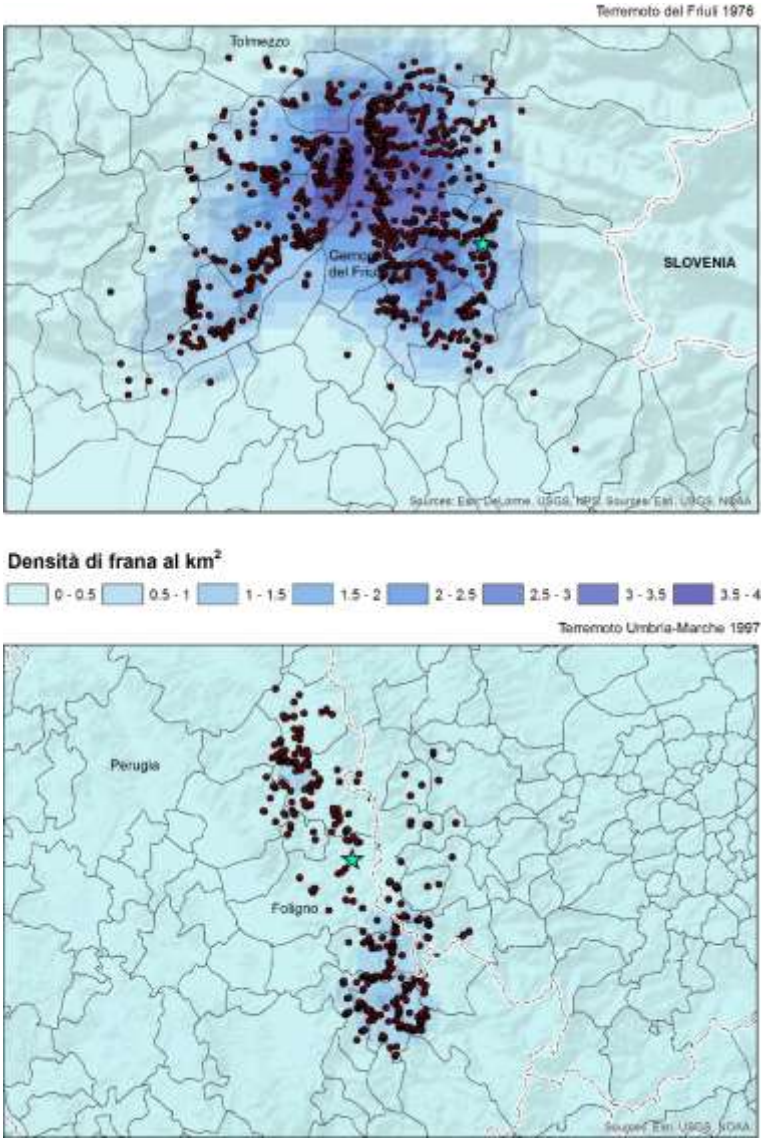


Figura A3_2 - Mappe rappresentanti la densità di frana al km2 per i casi studio del Friuli Venezia Giulia (sopra) e Umbria-Marche (sotto).

Diagrammando la densità di frana in funzione della a_{max} è possibile osservare un incremento di densità di frana al crescere della a_{max}, come atteso (figura A3_3). Si osserva una chiara separazione tra i due terremoti a causa della loro diversa intensità. Purtroppo, l'interpolazione dei dati al fine di individuare una relazione tra a_{max} e densità è resa difficoltosa dalla dispersione dei dati. Parte della dispersione dipende dal fatto che le aree pianeggianti non sono state eleminate, e parte probabilmente è riferibile ad effetti locali che non sono debitamente considerati nella ShakeMap. Viste queste limitazioni, non è stato possibile individuare un valore soglia da questa relazione.

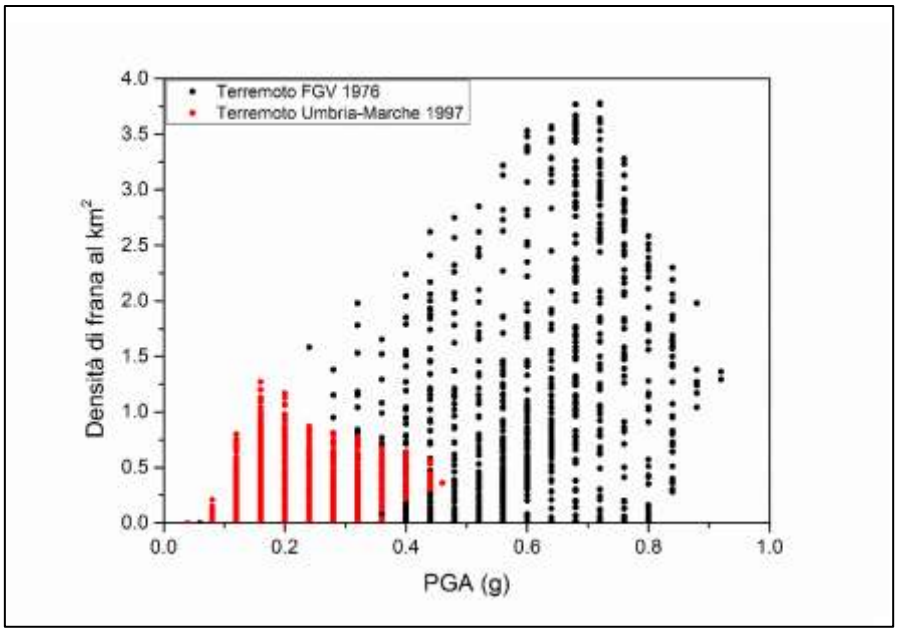


Figura A3_3 - Grafico rappresentante la distribuzione della densità di frana rispetto la a_{max}.

Frequenza cumulata di frana vs a_{max}

Ad ogni punto rappresentante un evento di frana negli inventari analizzati è stato attribuito il valore puntuale della a_{max}. E' stata poi calcolata la frequenza cumulata di occorrenza delle frane per classi di a_{max} ad intervalli di 0.15 g.

Come si può osservare dalla figura A3_4 si osserva un gradino, corrispondente a un forte incremento nell'occorrenza delle frane, al passaggio tra la classe 0.15 e 0.20 g. Come conseguenza è possibile fissare la soglia da utilizzare nella metodologia RHAP ad un valore di 0.15 g, pari al valore limite per l'innesco di un numero sufficientemente significativo di frane da crollo.

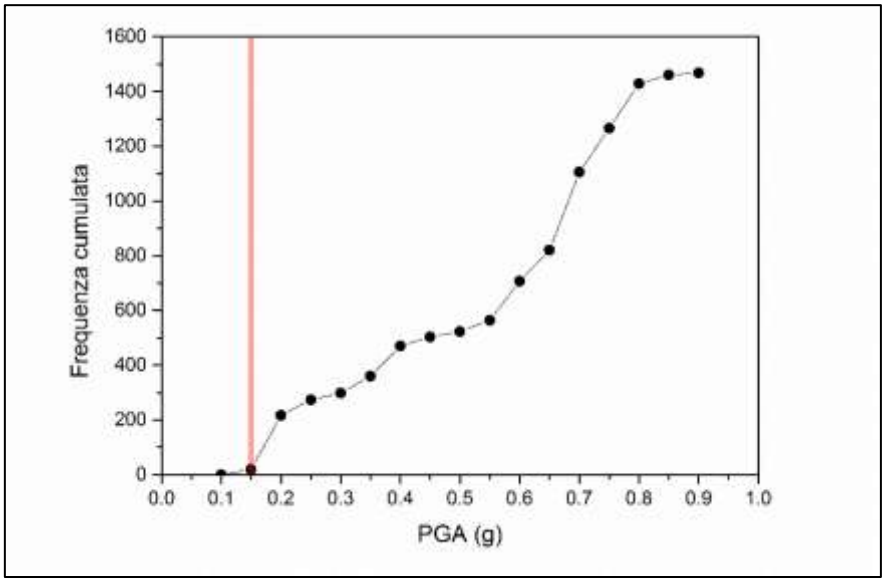


Figura A3-4 - Grafico rappresentante la frequenza cumulata di frana rispetto alla a_{max}. La banda rossa tratteggiata rappresenta il limite identificato per l'aggiunta dell'aggravante sismica alla metodologia RHAP, pari a 0.15 g.

Considerando la mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni è possibile individuare le regioni e di conseguenza i comuni per i quali l'aggravante sismica sia da introdurre all'interno della metodologia RHAP. Si osserva inoltre che il valore soglia identificato corrisponde al valore medio registrato sul territorio nazionale.

Bibliografia:

Carro, M., De Amicis, M., Luzi, L., & Marzorati, S. (2003). The application of predictive modeling techniques to landslides induced by earthquakes: the case study of the 26 September 1997 Umbria–Marche earthquake (Italy). Engineering Geology, 69(1), 139-159.

Govi, M. (1976). Map showing the landslides triggered by earthquake (from aerial photographs of May–June 1976). National Research Council Geological and Mining Sciences Committee Italian "Geodynamics" Project. Geology of the Friuli area primarily involved in the earthquake (In Italian).

Valagussa, A., Frattini, P., & Crosta, G. B. (2014). Earthquake-induced rockfall hazard zoning. Engineering Geology, 182, 213-225.

Wald, D. J., Worden, B. C., Quitoriano, V., & Pankow, K. L. (2005). ShakeMap manual: technical manual, user's guide, and software guide (No. 12-A1).

APPENDICE B1 – Schema di Programma Zone Instabili

Finalità generale

La finalità generale del Programma Zone Instabili è ridurre gli eventuali effetti dovuti a:

- instabilità di versante sismoindotta;
- (…)

Oggetto e finalità specifiche

1. Le ZS o ZR dei comuni interessati sono oggetto di uno specifico Programma che verifica e persegue [*selezione in funzione della scelta dell'obiettivo*]:

☐ la delocalizzazione di tutte le funzioni strategiche, con individuazione di altre sedi o nuova realizzazione delle stesse in aree esterne alle ZS e alle ZR;
☐ la delocalizzazione degli edifici rilevanti, come definiti dal Decreto del Capo Dipartimento della protezione civile n.3685/2003;
☐ la delocalizzazione delle funzioni residenziali;
☐ il cambiamento delle destinazione d'uso delle aree non edificate, in funzioni di servizio e altre funzioni, senza volumetrie;
☐ interventi di mitigazione della pericolosità e della vulnerabilità;
☐ interventi di adeguamento o miglioramento antisismico sull'edilizia esistente;
☐ le priorità di intervento fra ZS e ZR.

2. Tale programma individua gli incentivi finanziari, gli incentivi urbanistici e le misure premiali dirette a favorire la rapida e completa attuazione degli interventi di miglioramento, adeguamento o di delocalizzazione , volti anche al raggiungimento di più elevati livelli di sicurezza sismica, efficienza energetica e qualificazione dell'assetto urbano da parte dei privati interessati.

3. Il programma è corredato da un'analisi del fabbisogno finanziario per l'attuazione del programma stesso.

4. Il programma individua interventi che possono essere in conformità con gli strumenti urbanistici generali vigenti, o rendere necessaria la loro variante:

- Qualora risulti indispensabile la realizzazione di nuovi insediamenti prevalentemente residenziali o produttivi, il programma definisce la contestuale realizzazione e completamento delle connesse dotazioni territoriali e infrastrutture per la mobilità;
- Qualora tali previsioni non siano presenti nella pianificazione urbanistica vigente, le stesse devono essere individuate in adiacenza e continuità con i tessuti urbani esistenti.

5. Per la scelta delle aree nelle quali trasferire gli edifici e le funzioni delocalizzate nel programma si individua come prioritario il riuso di immobili e aree dismesse, collocate all'interno del territorio urbanizzato o in fase di urbanizzazione certa.

6. Il programma può essere realizzato anche attraverso specifici piani attuativi, ove necessari, di iniziativa pubblica da approvare mediante Accordo di programma ai sensi dell'art. art. 34 del D.Lgs. 267/2000,

Strumenti di attuazione. Piani attuativi

1. Il programma, per le sue finalità, individua le aree da sottoporre a specifici piani attuativi.

2. I piani attuativi individuati ai sensi del comma 1, disciplinano le trasformazioni urbanistiche da operare nell'ambito delle ZS e delle ZR, per conseguire gli obiettivi generali e specifici indicati all'articolo 2, fra le quali:

- interventi di ristrutturazione edilizia, per l'adeguamento antisismico degli edifici ospitanti funzioni compatibili;
- interventi di ristrutturazione urbanistica con particolare attenzione all'incremento del sistema delle vie di fuga e della loro ridondanza;
- cambiamento di destinazione d'uso per gli immobili che ospitavano funzioni strategiche oggetto di delocalizzazione.

3. I piani individuano le Unità Minime di Intervento, come definite dalle Regioni, che necessitano di modifica della disciplina prevista dalla pianificazione urbanistica, stabilendo i sistemi strutturali, gli ingombri planivolumetrici e le caratteristiche progettuali più appropriate, ai fini della conservazione dei tessuti urbani, e ogni altra regolamentazione di dettaglio necessaria per procedere con intervento diretto alla realizzazione degli interventi. A tal fine è incentivata la costituzione di forme consortili e accordi tra i proprietari degli edifici ricadenti negli interventi unitari, favorendo la sinergia tra pubblico e privato e intervenendo anche sui tempi di esecuzione.

4. Il piano individua le limitazioni per classi d'uso consentite e il tipo di intervento con riferimento alla normativa tecnica e individua inoltre:

- le parti del territorio interessate da ZS e ZR da includere nel piano in funzione della unitarietà e coerenza urbanistica e in funzione delle Unità Minime di Intervento;
- gli ambiti del territorio comunale idonei alla eventuale rilocalizzazione delle funzioni.

5. Allo scopo di assicurare la fattibilità dell'intervento, la delibera di adozione dei piani è corredata da una apposita relazione circa il pieno coinvolgimento di tutti i soggetti privati interessati, attraverso la stipula di accordi compensativi che dimostrino la disponibilità delle risorse finanziarie necessarie per l'attuazione degli interventi.

6. Allo scopo di assicurare il pieno coinvolgimento di tutti i soggetti privati interessati, i contenuti dei piani possono essere oggetto di accordi preliminari con i privati stessi.

7. Il quadro conoscitivo e le valutazioni ambientali dei piani sono predisposti ai sensi della normativa sulla VAS, tenendo conto delle analisi di microzonazione sismica, con particolare riguardo alle aree urbanizzate e a quelle prescelte per i nuovi insediamenti.

APPENDICE B2 – Schemi sintetici di classificazione

A ciascuna indicazione urbanistica della Tab. B1 (qui riportata nuovamente) vengono associate una o più indicazioni sulla tipologia di intervento per l'edilizia esistente o di nuova costruzione riportate nella Tab. B2.

<table>
<tr><th colspan="2">Categorie urbanistiche</th><th>Aree edificate (recenti o consolidate)</th><th>Aree non edificate (con previsione di trasformazione)</th><th>Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata</th><th>Infrastrutture</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Zone di instabilità di versante</td><td>ZA_{FR}</td><td>Obbligo di approfondimento (6.1.1)</td><td colspan="2">Obbligo di approfondimento (6.2.1)</td><td rowspan="3">Programma Infrastrutture (5.3)</td></tr>
<tr><td>ZS_{FR}</td><td rowspan="2">Programma Zone Instabili (6.1.2)</td><td colspan="2" rowspan="2">Intervento limitato (6.2.2)</td></tr>
<tr><td>ZR_{FR}</td></tr>
</table>

Tabella B2.1 - Indicazioni urbanistiche

<table>
<tr><th colspan="2">Categorie urbanistiche</th><th>Aree edificate (recenti o consolidate)</th><th>Aree non edificate (con previsione di trasformazione)</th><th>Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata</th><th>Infrastrutture</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Zone di instabilità di versante</td><td>ZA_{LQ}</td><td>EL-NI</td><td colspan="2">EL-NI</td><td rowspan="3">Programma Infrastrutture</td></tr>
<tr><td>ZS_{LQ}</td><td rowspan="2">EL-NI
(EL-NL)
(EO-NI)
(ED-NI)</td><td colspan="2" rowspan="2">EL-NL</td></tr>
<tr><td>ZR_{LQ}</td></tr>
</table>

Tabella B2.2 – Indicazioni sulle tipologie di intervento per l'edilizia esistente e per la nuova edificazione. Legenda

Sigla	Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
EL	**E**sistente	**L**imitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, degli interventi di adeguamento igienico-sanitario, o altri interventi obbligatori di settore, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente). Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.
EO	**E**sistente	**O**bbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da qualunque tipo di richiesta di intervento.
ED	**E**sistente	**D**elocalizzazione	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente, perché oggetto di delocalizzazione obbligatoria.

Sigla	Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
NL	**N**uova costruzione	**L**imitato	E' consentita la nuova edificazione con valutazione di interventi di riduzione della pericolosità in conformità alla normativa vigente). Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive..
NI	**N**uova costruzione	**I**nibito	Non è consentita la nuova edificazione.

La Tabella B2.2, con riferimento alla disciplina d'uso per le zone di ricostruzione post-terremoto di cui al capitolo 7), per quanto riguarda le Aree edificate (recenti o consolidate), viene così integrata:

Categorie urbanistiche		Aree edificate (recenti o consolidate)
Zone di liquefazione	**ZA_{FR}**	LL-ML-GL
	ZS_{FR}	LL-ML-GL (LO-MO-GO)
	ZR_{FR}	LL-ML-GL (LO-MO-GO)

Legenda Tabella B2.3 - Indicazioni sulle tipologie di intervento per l'edilizia esistente e per l'edilizia danneggiata.

Sigla	Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
LL ML GL	Danneggiata (danno **L**eggero, **M**edio-grave, **G**ravissimo)	**L**imitato	Qualsiasi tipo di intervento deve prevedere (nei tempi definiti dalla Regione) interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente). Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.
LO MO GO	Danneggiata (danno **L**eggero, **M**edio-grave, **G**ravissimo)	**O**bbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta. Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.

Le sigle relative all'edilizia sopra riportate fanno riferimento ad una possibile classificazione dell'edilizia in funzione del danno. Sistemi di classificazione più articolati possono prevedere la valutazione del livello di danneggiamento e l'analisi di vulnerabilità del manufatto.

A titolo esemplificativo viene riportata la metodologia per l'attribuzione del livello di danno e vulnerabilità utilizzata dal Comune dell'Aquila per l'attribuzione degli indennizzi (Comune dell'Aquila, Assessorato alla Ricostruzione, Urbanistica e Pianificazione territoriale, *Sisma Abruzzo 2009, Manuale Istruzioni, Scheda P.E.R. L'Aquila*, gennaio 2013).

Il metodo si basa su un'analisi danno-vulnerabilità degli edifici effettuata utilizzando un'apposita scheda progetto. La correlazione danno-vulnerabilità porta all'individuazione di 4 livelli, utilizzati anche come riferimento per l'indennizzo (Fig. B2_1). Il livello di danno viene valutato sulla base del rilevamento di danneggiamento a seguito del terremoto, utilizzando la scala EMS98 (Fig. B2_2). La valutazione della vulnerabilità viene effettuata sulla base di criteri speditivi attribuendo un punteggio a ciascuna tipologia o carenza costruttiva (Figg. B2_3 e B2_4)

Correlazione danno-vulnerabilità	Muratura				Cemento armato		
Livello di danno	Livello di vulnerabilità				Livello di vulnerabilità		
	V1 bassa	V2 media	V3 elevata		V1 bassa	V2 media	V3 Elevata
D0 – danno nullo	L0	L0	L1		L0	L0	L1
D1 – danno lieve	L0	L1	L1		L0	L1	L1
D2 – danno moderato	L1	L1	L2		L1	L1	L2
D3 – danno medio	L1	L2	L2		L1	L2	L3
D4 – danno grave	L2	L2	L3		L2	L3	L3
D5 – danno gravissimo	L2	L3	L3		L3	L3	L3

Figura B2.1 – Livelli di indennizzo (L) sulla base della correlazione danno vulnerabilità.

Descrizione dei livelli di danno della scala Ems 98 ottenuti dalla conversione del danno rilevato con la scheda AeDES :

- ***D1 danno leggero:*** nessun danno strutturale e danno non strutturale trascurabile; fessure capillari a pochi pannelli murari; caduta di piccoli pezzi di solo intonaco, in rari casi caduta di parti superiori di edifici.
- ***D2 danno*** moderato non strutturale, lesioni alle murature, cadute di pezzi abbastanza grandi di intonaco; crolli parziali di canne fumarie.
- ***D3 danno medio con*** estese lesioni in più pannelli murari, lesioni ai cornicioni; crollo di elementi non strutturali.
- ***D4 danno*** grave alle strutture, crollo di porzione di muri, crollo parziale di cornicioni e solai.
- ***D5*** danno gravissimo alle strutture, prossimo al crollo o crollo totale.

D1 – danno leggero	D2- danno medio-moderato	D3 – danno medio-grave	D4 – danno grave	D5 – danno gravissimo

Figura B2.2 – Definizioni dei livelli di danno

Sisma Abruzzo 2009 - Manuale istruzioni scheda P.E.R. L'Aquila

CRITERI ADOTATTI PER LA DETERMINAZIONE DELLA VULNERABILITA' DEGLI EDIFICI IN MURATURA

Nella sezione D6.12 sono riportati, per ciascun indicatore, il giudizio e il punteggio delle vulnerabilità rilevate, il punteggio totale e il livello di vulnerabilità complessiva.

n.	MODELLO SPEDITIVO VULNERABILITA'	V3 = elevata	V2 = media	V1 = bassa	V3	V2	V1
1	qualità della muratura	caotica, sbozzata senza ricorsi e orizzontalità, diatoni, ...	sbozzata con ricorsi, a spacco, ..	squadrata, mattoni pieni, con ricorsi, diatoni	15	8	4
2	qualità delle connessione della muratura alle angolate ed ai martelli.	Assente	Irregolari	alternanza regolare	6	4	2
3	Presenza di muratura gravante in falso, almeno su un livello, sulle strutture orizzontali per almeno il 10% della superficie in pianta.	Presente		assente	3	0	0
4	Elevata distanza tra pareti portanti successive (rapporto massimo interasse/spessore della muratura maggiore di 14)	>14	≥10;<14	<10	4	3	2
5	Orizzontamenti : collegamento alle strutture verticali portanti	Assenti o mal collegati	collegamenti poco efficaci	ben collegati	10	7	5
6	Strutture di copertura : collegamento alle strutture verticali portanti	Assente, mal collegato/pesante	collegamenti poco efficaci	ben collegati	8	6	4
7	Presenza di impalcati impostati su piani sfalsati con dislivello maggiore di 1/3 dell'altezza di interpiano	si	No	No	4	0	0
8	Carenza di collegamenti fra gli elementi non strutturali e la struttura.	assente	poco efficaci	efficaci	4	2	0
9	Posizione nell'aggregato	testata/angolo	Interno sporgente	interno	3	2	1
	Totale punteggio massimo				**57**	**34**	**18**

Vulnerabilità muratura

La vulnerabilità è stata determinata attribuendo un punteggio a ciascuna tipologia o carenza costruttiva graduato su tre livelli. La vulnerabilità elevata (V3) è attribuita quando il punteggio è maggiore o uguale a 40, la vulnerabilità media (V2) prevede un punteggio compreso tra 25 e 40 e la vulnerabilità bassa (V1) si ottiene per punteggi inferiori a 25.

Livello vulnerabilità	Punteggio
V3 – elevata	>40
V2 – Media	≥21 - ≤40
V1 – bassa	<21

Figura B2.3 – Livelli di vulnerabilità per gli edifici in muratura

Sisma Abruzzo 2009 - Manuale istruzioni scheda P.E.R. L'Aquila

CRITERI PER LA DETERMINAZIONE DELLE VULNERABILITA' DEGLI EDIFICI IN CEMENTO ARMATO

La vulnerabilità è stata graduata su tre livelli : Elevata, media e bassa. A ciascuna carenza costruttiva è stata attribuita una classe tra A (principale) e B (secondaria). La vulnerabilità è Elevata (V3) quando sono presenti almeno 3 carenze costruttive di classe A, è bassa (V1) se sono presenti almeno 5 carenze costruttive di classe B e media (V2) in tutti gli altri casi.

Alta	**≥ 2 A**
Media	**Altre combinazioni**
Bassa	**≤3 B**

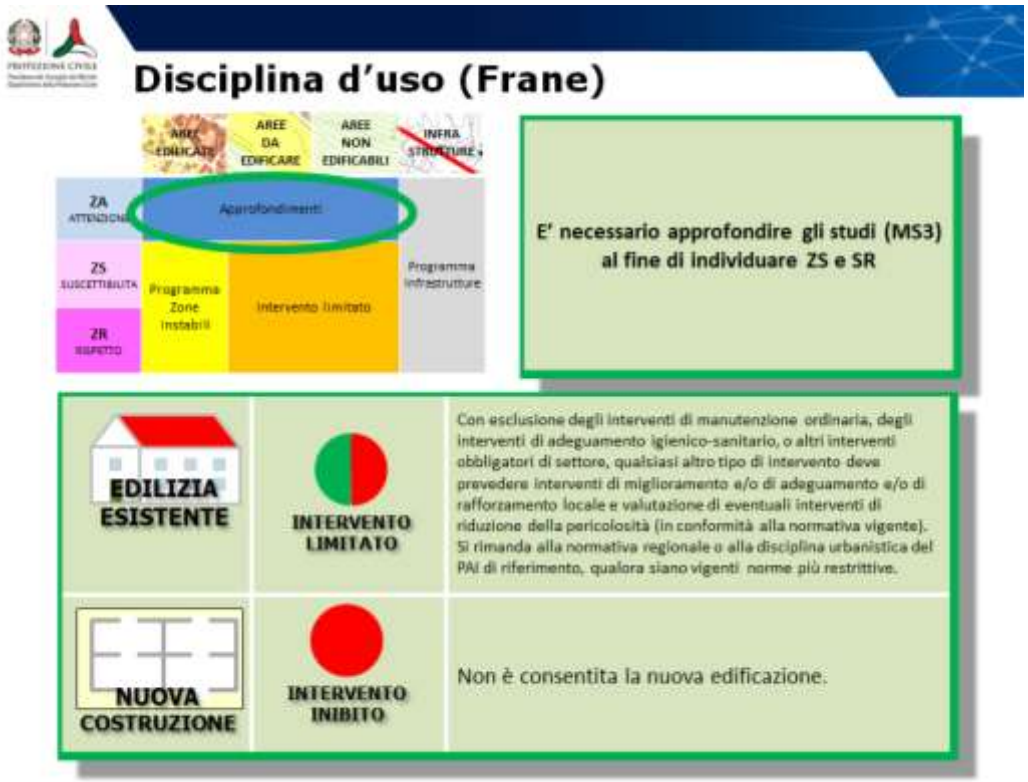
Nella tabella sono riportate gli indicatori di vulnerabilità e la classe

TABELLA RIEPILOGATIVE DELLE CARENZE COSTRUTTIVE GRAVI		**A**	**B**
1	Regolarità in pianta	X	
2	Rigidezza de solai		X
3	Distribuzione delle tamponature in pianta		X
4	Distribuzione delle tamponature in elevazione	X	
5	Tamponature fuori della maglia strutturali		X
6	Presenza di pilastri tozzi	X	
7	Carenza del sistema resistente	X	
8	Stato di conservazione		X
9	Assenza del giunto simico		X
10	Carico sui pilastri	X	
11	Resistenza del calcestruzzo	X	
12	Epoca di costruzione		X

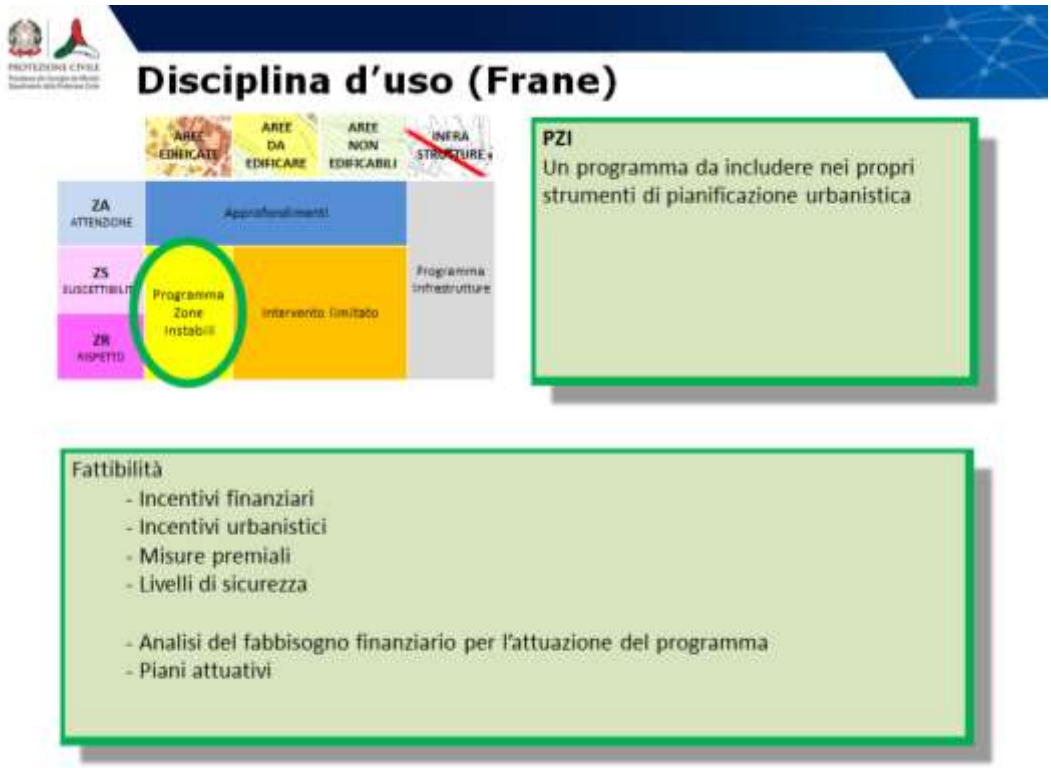
tabella riepilogativa delle carenze costruttive gravi

Figura B2.4 – Livelli di vulnerabilità per gli edifici in cemento armato

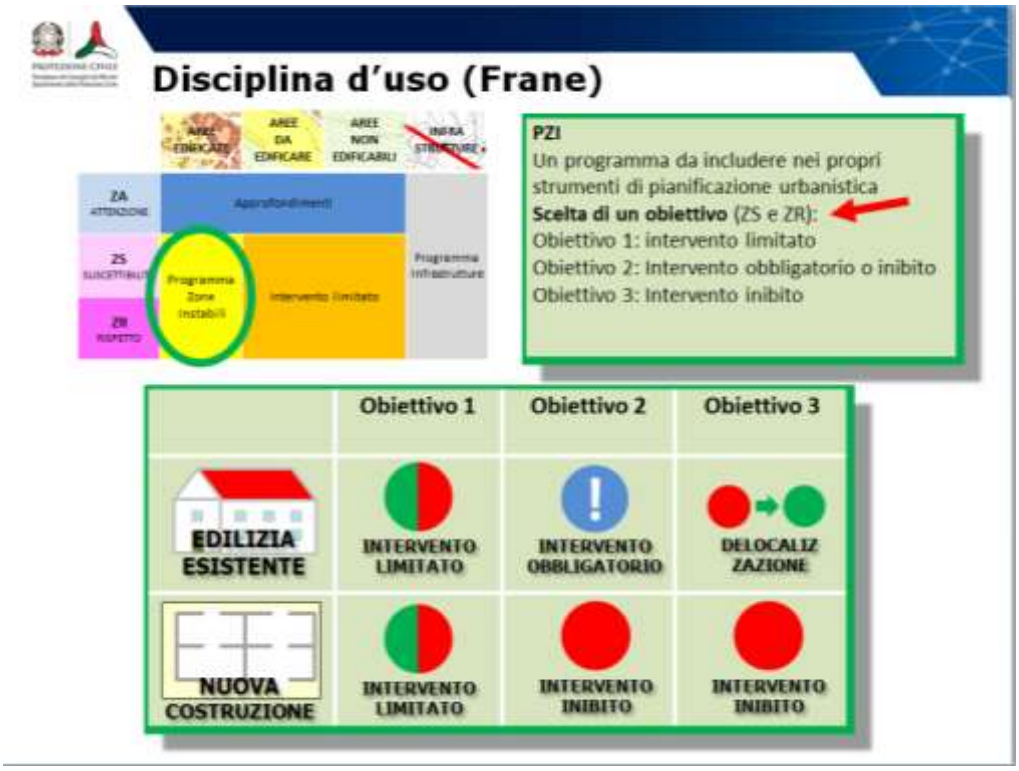
APPENDICE B3 – Schema riassuntivo della disciplina d'uso



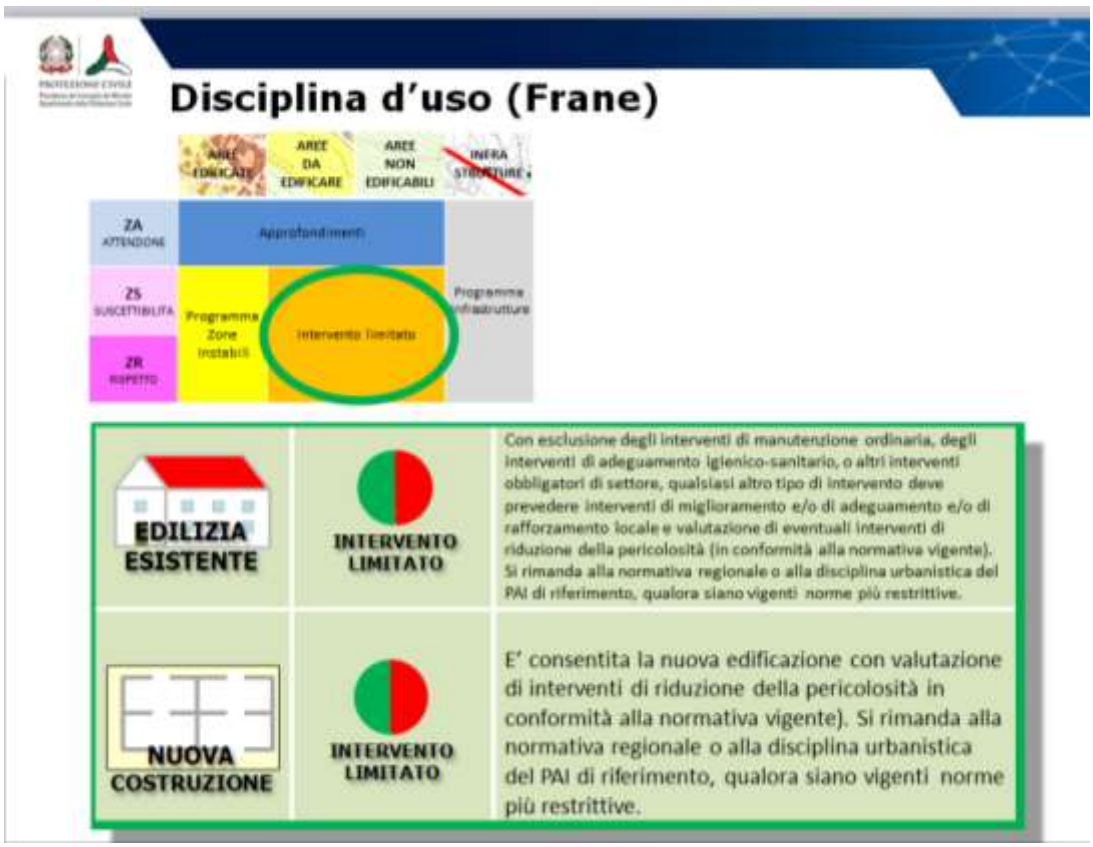
Slide 1 – Zone di Attenzione: Interventi limitati per l'edilizia esistente e inibizione per le nuove costruzioni



Slide 2 – Zone di Suscettibilità e Zone di Rispetto per Aree Edificate: Definizione del Programma Zone Instabili



Slide 3 - Zone di Suscettibilità e Zone di Rispetto per Aree Edificate: Scelta Obiettivo del PZI



Slide 4 - Zone di Suscettibilità e Zone di Rispetto per Aree non Edificate e Aree non Edificabili: Interventi limitati per l'edilizia esistente e per le Nuove costruzioni

Slide 5 – Disciplina d'uso per le zone di ricostruzione, in funzione dell'obiettivo prescelto per il PZI.

Commissione tecnica per la microzonazione sismica
(articolo 5, comma 7, OPCM 13 novembre 2010, n. 3907)

Microzonazione sismica

Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ)

versione 1.0

Roma, 2017

Pagina bianca presente nell'originale

Microzonazione sismica
Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazioni (LQ)

Versione 1.0

A cura di
Fabrizio Bramerini (DPC), Sergio Castenetto (DPC), Giacomina Di Salvo (CNR – IGAG), Carolina Fortunato (DPC), Margherita Giuffrè (CNR – IGAG), Giuseppe Naso (DPC), Veronica Scionti (CNR – IGAG)

Gruppo di lavoro
Massimo Baglione (Regione Toscana), Antonio Colombi (Regione Lazio), Valter Fabietti (Università di Chieti-Pescara), Maria Ioannilli (Università di Roma – Tor Vergata), Luca Martelli (Regione Emilia-Romagna), Massimo Olivieri (Università di Roma – La Sapienza), Bruno Quadrio (CNR-IGAG), Diego Lo Presti (Università di Pisa), Giovanni Vannucchi (Università di Firenze)

Dario Albarello (Università di Siena) ha curato una parte del capitolo dedicato all'individuazione della magnitudo di riferimento per il calcolo della pericolosità per liquefazione.

COMMISSIONE TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA (*ex art. 5 OPCM 3907/2010*)
Mauro Dolce (DPC, Presidente), Walter Baricchi (Consiglio Nazionale degli Architetti Pianificatori Paesaggisti Conservatori), Fabrizio Bramerini (DPC), Sergio Castenetto (DPC, segreteria tecnica), Serafino Frisullo (Collegio nazionale geometri), Giuseppe Ianniello (Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti), Luca Lo Bianco (UNCEM), Luca Martelli (Conferenza Unificata), Rossella Monaco (Conferenza Unificata), Raffaele Nardone (Consiglio nazionale dei Geologi), Giuseppe Naso (DPC), Antonio Ragonesi (ANCI), Fabio Sabetta (DPC), Raffaele Solustri (Consiglio nazionale degli Ingegneri), Elena Speranza (DPC)
Rappresentanti delle Regioni e delle Province autonome
Maria Basi (Regione Abruzzo), Gerardo Colangelo (Regione Basilicata), Giovanna Petrungaro (Regione Calabria), Crescenzo Minotta (Regione Campania), Luca Martelli (Regione Emilia - Romagna), Graziano Cecchi (Regione Friuli-Venezia Giulia), Adelaide Sericola (Regione Lazio), Daniele Bottero (Regione Liguria), Silvio De Andrea (Regione Lombardia), Pierpaolo Tiberi (Regione Marche), Rossella Monaco (Regione Molise), Vittorio Giraud (Regione Piemonte), Angelo Carlo Sileo (Regione Puglia), Andrea Motti (Regione Umbria), Massimo Baglione (Regione Toscana), Massimo Broccolato (Regione Valle d'Aosta), Enrico Schiavon (Regione Veneto), Giovanni Spampinato (Regione Sicilia), Saverio Cocco (Provincia Autonoma di Trento), Claudio Carrara (Provincia Autonoma di Bolzano)

Hanno inoltre partecipato ai lavori della Commissione tecnica
Giuliano Basso (Regione Veneto), Antonio Colombi (Regione Lazio), Marina Credali (Regione Lombardia), Eugenio Di Loreto (Regione Lazio), Antonio Gerardi (Regione Lazio), Norman Natali (Regione Umbria), Isabella Trulli (Regione Puglia), Rocco Onorati (Regione Basilicata), Giuseppe Iiritano (Regione Calabria), Giorgio Pipponzi (Regione Abruzzo), Antonio Torrisi (Regione Siciliana)

L'attività di supporto e monitoraggio è svolta in accordo con CNR-IGAG (responsabile scientifico Gian Paolo Cavinato e Massimiliano Moscatelli)

Struttura tecnica di supporto
Gianluca Acunzo, Maria Sole Benigni, Flavio Bocchi, Monia Coltella, Chiara Conte, Noemi Fiorini, Margherita Giuffrè, Federico Mori, Roberto Razzano

Hanno contribuito con osservazioni e commenti
Maria Romani (Regione Emilia Romagna), Antonella Manicardi (Provincia di Modena), Alfio Viganò (Provincia Autonoma di Trento)

Indice

PARTE PRIMA Descrizione del fenomeno fisico e delle zone di liquefazione 8
1 Definizioni generali 8
2 Carte, livelli di microzonazione sismica e zone di liquefazione 9
2.1 Condizioni per la liquefazione 12
2.2 Carta delle MOPS – livello 1 (ZA_{LQ} - Zone di Attenzione) 13
2.3 Carta di MS - livello 3 (ZSLQ - Zone di Suscettibilità alla liquefazione) 14
2.4 Carta di MS - livello 3 (ZR_{LQ} - Zone di Rispetto per la liquefazione) 15
3 Modalità di rappresentazione e perimetrazione delle zone 17
3.1 Modalità di rappresentazione delle zone 17
3.2 Modalità di perimetrazione delle zone 17
PARTE SECONDA Disciplina d'uso del suolo in zone di liquefazione 22
4 Individuazione delle categorie di aree urbanistiche interessate da liquefazione 22
5 Disciplina d'uso 23
5.1 Aree edificate 24
5.1.1 Obbligo di approfondimento (Aree edificate) *24*
5.1.2 Programma Zone Instabili *24*
5.2 Aree non edificate o non urbanizzate 26
5.2.1 Obbligo di approfondimento (Aree non edificate o non urbanizzate) *26*
5.2.2 Intervento limitato *26*
5.3 Programma Infrastrutture 26
6 Disciplina d'uso per le zone di ricostruzione post-terremoto 27
6.1 Aree edificate 27
6.1.1 Obbligo di approfondimento (Aree edificate) *27*
6.1.2 Programma Zone Instabili *27*
7 Bibliografia 30
APPENDICE A1 – Metodologie impiegate per il calcolo della M_w per la valutazione della suscettibilità alla liquefazione 32
APPENDICE A2 – Metodi di mitigazione del rischio dovuto alla liquefazione 40
APPENDICE A3 – Modalità di intervento in fase di prima emergenza 43
APPENDICE B1 – Schema di Programma Zone Instabili 47
APPENDICE B2 – Schemi sintetici di classificazione 49
APPENDICE B3 – Schema riassuntivo della disciplina d'uso 54

Premessa

Il presente documento è stato predisposto con la finalità di modificare e integrare quanto indicato in "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" (ICMS, 2008) nella parte riguardante i fenomeni di liquefazione, anche alla luce dell'esperienza del terremoto padano-emiliano del maggio 2012 e degli studi ad esso seguiti.

L'obiettivo principale di queste linee guida è definire i criteri generali e le procedure operative, in coordinamento tra lo Stato, le Regioni e gli Enti Locali, per:

- raccogliere accurate informazioni sul rischio indotto dalla presenza di terreni suscettibili di liquefazione;
- mitigare il rischio nelle aree con previsioni di trasformazione;
- mitigare il rischio nelle aree edificate.

Per ciò che concerne i dati utilizzabili, secondo gli ICMS (2008), la carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (Carta delle MOPS; livello1) può essere redatta con l'utilizzo di dati pregressi, se sufficienti. Nella maggior parte dei casi i dati pregressi, cosiddetti "poveri" (in questo testo definiti "elementi informativi minimi"), consistono in informazioni di base quali la descrizione delle unità litologiche da ispezioni visive, i livelli di falda rilevati durante le perforazioni, ecc. Pertanto, per la identificazione e definizione della suscettibilità di liquefazione negli studi per la Carta delle MOPS (livello 1), si propongono metodologie che utilizzano dati immediatamente disponibili, perché raccolti *in situ*, presenti in letteratura o in database pubblici.

Di contro, la mancanza di dati pregressi quantitativamente e qualitativamente insufficienti potrebbe portare a un eccessivo proliferare di aree da investigare, quindi, se le informazioni sono eccessivamente scarse si sottolinea l'opportunità di raccogliere dati originali già nella prima fase degli studi.

Per la realizzazione della Carta di Microzonazione Sismica (Carta di MS, livello 3) si rende necessaria, invece, l'esecuzione di indagini specifiche e approfondimenti per la caratterizzazione dei terreni.

Per quanto riguarda le metodologie di elaborazione, queste Linee Guida, che a seguito della condivisione con le Regioni sono parte integrante degli ICMS (2008), devono necessariamente basarsi sulla documentazione tecnico-normativa (NTC, 2008 e AGI, 2005) e scientifica disponibile, rimandando ad altri contesti la verifica di metodologie innovative.

In figura 1 è rappresentato uno schema, applicabile a tutte le possibili instabilità sismiche (frane, liquefazioni, faglie attive e capaci e cedimenti differenziali), che sintetizza le attività, i risultati attesi e il tipo di zona suscettibile di instabilità nell'ambito dei diversi livelli di approfondimento degli studi per la microzonazione sismica.

E' da sottolineare l'opportunità di rendere totalmente omogenea, per le diverse instabilità, l'identificazione, il significato e la denominazione delle zone suscettibili di instabilità che, come si evince dallo schema, sono di tre tipi:

- Zone di Attenzione (ZA) negli studi per la Carta delle MOPS
- Zone di Suscettibilità (ZS) negli studi per la Carta di MS
- Zone di Rispetto (ZR) negli studi di per la Carta di MS.

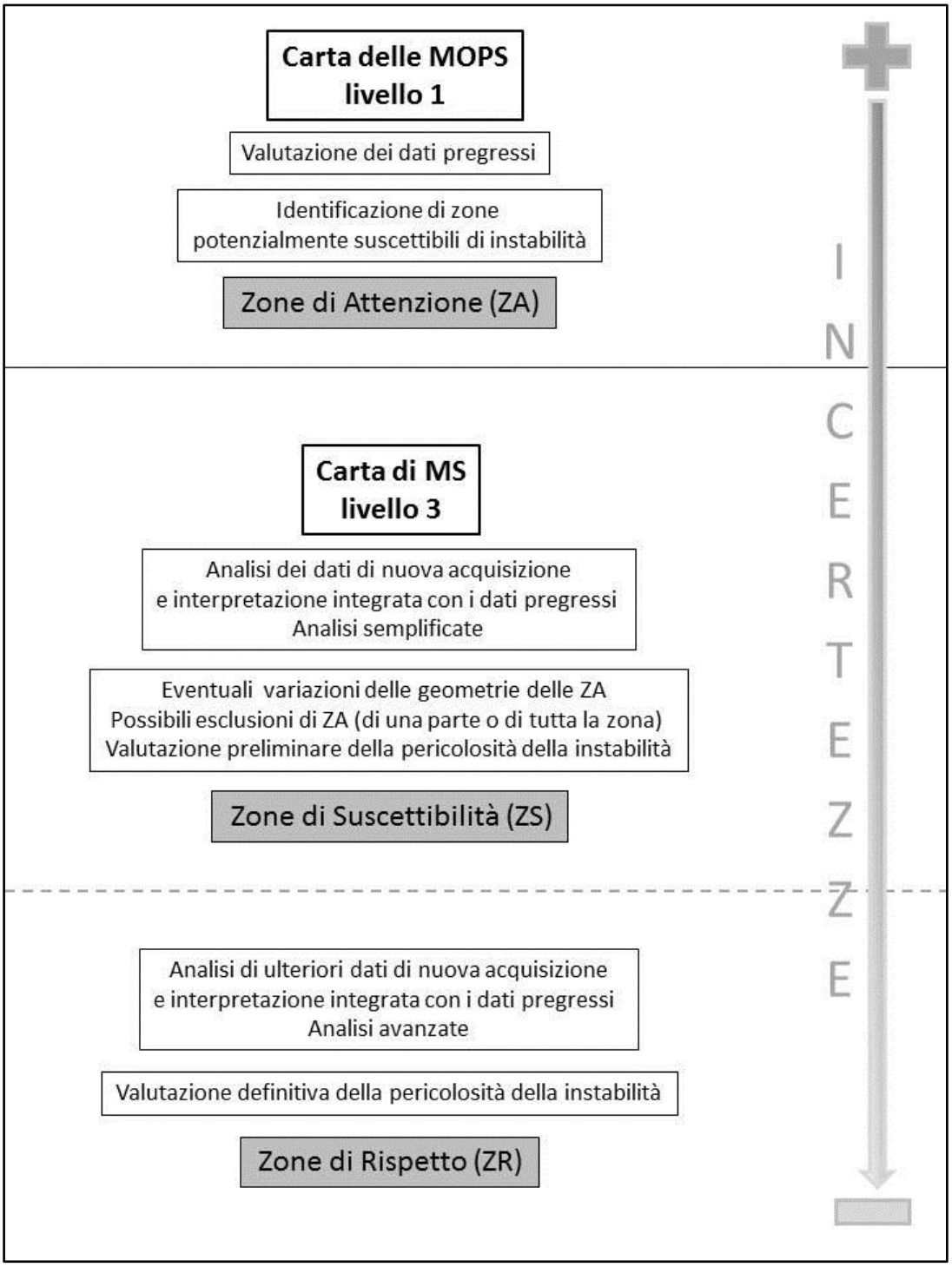


Figura 1 – Schema illustrativo del tipo di zona di instabilità nelle carte MOPS e MS. La raccolta dati e le analisi permettono di ridurre le incertezze dal livello 1 al livello 3.

Concettualmente, il significato dei tre tipi di zone è il seguente:

- Zone di Attenzione (ZA): sono zone nelle quali i dati a disposizione indicano la presenza di condizioni predisponenti l'instabilità in esame ma non sono sufficienti, in quantità e tipologia, per definire se l'instabilità possa effettivamente verificarsi in caso di evento sismico; è possibile, tuttavia, ad esempio attraverso la consultazione di inventari, stabilire la presenza e/o l'accadimento di eventuali fenomeni in occasione di eventi sismici passati. Resta comunque

l'opportunità di produrre, anche in questa fase, dati originali in situ e in laboratorio, se le informazioni disponibili non sono sufficienti.

- Zone di Suscettibilità (ZS): sono zone nelle quali, a seguito di una raccolta dati specifica per l'instabilità in esame e l'applicazione di metodi di analisi il più delle volte semplificati (per permettere un'applicazione dei risultati a un'area estesa), è possibile fornire una stima quantitativa della pericolosità.
- Zone di Rispetto (ZR): sono zone nelle quali, a seguito di una raccolta dati specifica per l'instabilità in esame e l'applicazione di metodi di analisi il più delle volte avanzati (per analizzare dettagliatamente aree limitate e/o particolarmente importanti), è possibile quantificare in modo affidabile la pericolosità.

La differenza tra Zona di Suscettibilità e Zona di Rispetto, al termine dello studio, è data, oltre che dall'applicazione dei metodi diversi di analisi ("avanzati" in ZR), dal diverso livello di pericolosità (più elevato nella ZR), espresso attraverso uno specifico parametro descrittivo dell'instabilità considerata (faglia attiva e capace, liquefazione, fenomeno franoso).

Il presente documento è costituito da due parti:

- PARTE PRIMA, nella quale si definisce il fenomeno fisico della liquefazione e si descrive una procedura tecnico operativa per stabilire forma e dimensioni delle zone investite dal fenomeno.
- PARTE SECONDA, nella quale si forniscono indicazioni per la disciplina degli usi del suolo nelle zone investite dal fenomeno, sia dal punto di vista urbanistico che dal punto di vista edilizio.

Nelle APPENDICI vengono riportate alcune elaborazioni a complemento del testo.

Le presenti linee guida, sono state approvate dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica (articolo 5, comma 7, OPCM 13 novembre 2010, n. 3907), nella seduta del 2 marzo 2017 e costituiscono un'integrazione e un approfondimento degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica. Vengono messe a disposizione delle Regioni e delle Province Autonome affinché ne favoriscano l'uso come strumento operativo e ne definiscano il livello prescrittivo.

La struttura del presente documento è analoga a quella delle Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC), approvate dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome nella seduta del 7 maggio 2015. In particolare la seconda parte, riguardante la disciplina d'uso del suolo, riporta lo stesso schema di indicazioni urbanistiche e edilizie.

PARTE PRIMA
Descrizione del fenomeno fisico e delle zone di liquefazione

1 Definizioni generali

Con il termine "liquefazione" si indicano vari fenomeni fisici (liquefazione in campo libero, mobilità ciclica, fluidificazione), osservati nei depositi e nei pendii sabbiosi saturi durante i terremoti forti (Mw ≥ 5), che hanno come elemento comune, per effetto dell'instaurarsi di condizioni non drenate, un incremento e un accumulo delle pressioni interstiziali che può provocare una drastica caduta della resistenza al taglio e quindi una perdita di capacità portante del terreno.

In particolare, in relazione alla geometria del problema, si definisce:

- **Liquefazione in campo libero** (*free field liquefaction*) il fenomeno di instabilità in assenza di sforzi di taglio statici.

In relazione alla severità dell'evento e nel caso in cui siano presenti sforzi di taglio statici, si definiscono:

- **Mobilità ciclica** (*cyclic mobility*) il fenomeno di instabilità in presenza di sforzi di taglio statici di entità inferiore alla resistenza al taglio post-sisma;
- **Fluidificazione** (*flow liquefaction*) il fenomeno di instabilità in presenza di sforzi di taglio statici di entità superiore alla resistenza al taglio post-sisma.

In relazione alla severità dell'evento ed alle condizioni geometriche e di stato tensionale iniziale, gli effetti della liquefazione possono essere molto diversi.

In condizioni *free field* in genere prevalgono i fenomeni del tipo indicato di seguito:

- crateri, vulcanelli, fuoriuscite di acqua e sabbia;
- grandi oscillazioni e rotture del terreno;
- abbassamenti e sollevamenti del terreno.

La severità di questi fenomeni cresce al crescere dell'intensità sismica, dell'estensione della zona soggetta a liquefazione e al ridursi della soggiacenza della falda.

In presenza di sforzi di taglio statici prevalgono invece fenomeni del tipo indicato di seguito:

- movimenti orizzontali del terreno (*lateral spreading*);
- movimento di masse fluide/collasso di pendii naturali e artificiali;
- perdita di capacità portante delle fondazioni;
- galleggiamento di opere sotterranee;
- collasso di opere di sostegno e banchine portuali.

La liquefazione intesa in senso stretto (fluidificazione o soliflussione) causa effetti significativamente più severi di quelli osservabili nel caso di mobilità ciclica.

2 Carte, livelli di microzonazione sismica e zone di liquefazione

Le finalità di questa prima parte del documento sono:

- evitare che negli studi di MS si individuino zone suscettibili di liquefazione quando non siano stati raccolti dati sufficientemente affidabili;
- definire procedure standard per l'individuazione delle zone di liquefazione in funzione della tipologia, della qualità delle indagini svolte e dei metodi di analisi;
- specificare il grado di incertezza dei risultati;
- definire il sistema di rappresentazione delle zone di liquefazione.

La suscettibilità alla liquefazione viene definita con riferimento alle condizioni di campo libero.

Dalla letteratura tecnico-scientifica (ad es. JGS, 1998; Youd e Perkins, 1978; Kramer, 1996), cui si riferisce anche la vigente normativa tecnica italiana (NTC, 2008), si evince che il fenomeno della liquefazione può avvenire se si verificano le seguenti condizioni:

- terremoti di magnitudo momento Mw $\geq$ 5. Alla magnitudo momento sono legati la durata dell'evento e il numero di cicli di carico e scarico sismico cui è sottoposto il terreno durante lo scuotimento. Tali fattori sono determinanti per il verificarsi del fenomeno;
- accelerazione massima in superficie in condizioni di campo libero (a_{max}) di almeno 0.10g (da non confondere con l'accelerazione su suolo rigido e morfologicamente piatto di NTC08, denominata a_g);
- presenza di caratteri geologici e geotecnici predisponenti (tra i quali il più importante è la presenza di terreni costituiti prevalentemente da sabbie e limi saturi, in falda, poco addensati nei primi 20 m di profondità).

La Carta Geologico Tecnica per la Microzonazione Sismica (CGT_MS), descrivendo i litotipi che costituiscono il sottosuolo dell'area d'interesse, ha un ruolo fondamentale per l'individuazione della presenza, o meno, delle condizioni locali predisponenti la liquefazione (terzo punto del precedente elenco). Pertanto, è necessario che nella carta vengano anche rappresentati elementi di paleogeografia (es. paleo alvei, anche sepolti) ed eventuali elementi antropici di interesse (es. argini fluviali).

La CGT_MS rappresenta un vero e proprio studio propedeutico per l'individuazione delle zone di liquefazione. In particolare, un'area nella quale si ipotizza la presenza di terreni non coesivi, saturi, nei primi 20 m di sottosuolo, sarà segnalata nella CGT_MS e accompagnata da una descrizione specifica nelle note illustrative, come un'area sulla quale sono necessari approfondimenti per verificare l'effettiva presenza di condizioni predisponenti il fenomeno della liquefazione.

I livelli di approfondimento (Tabella 1) per l'individuazione delle zone potenzialmente interessate da liquefazione, descritti nel presente documento, sono:

- livello 1 (Carta delle MOPS) per l'individuazione di Zone di Attenzione per la liquefazione (ZA_{LQ}), nel quale vengono utilizzati elementi informativi minimi[1] (litostratigrafia, profondità della falda, elementi paleogeografici, ecc.);

[1] Tra gli elementi informativi minimi si intendono anche i dati pregressi.

- livello 3 (Carta di MS) nel quale vengono distinte due modalità di approfondimento delle analisi in funzione di due tipologie di zone previste:
  - Zone Suscettibili di liquefazione (ZS_{LQ}), da identificare con elementi informativi specifici e metodi di calcolo semplificati;
  - Zone di Rispetto per la liquefazione (ZR_{LQ}), da identificare con elementi informativi specifici e metodi di calcolo avanzati.

Le stime dell'Indice del potenziale di Liquefazione medio della zona (IL, definito nel capitolo 2.3) si svilupperanno nel livello 3. Questo parametro richiede, infatti, specifiche analisi e indagini più approfondite. I risultati degli studi con approfondimenti di livello 2 (abachi), in particolari condizioni di assetto geologico del sottosuolo, possono invece essere utilizzati limitatamente al calcolo dell'accelerazione massima in superficie (a_{max}) e saranno utilizzati nelle Carte di MS per la caratterizzazione delle ZS_{LQ} e delle ZR_{LQ}.

Come si può notare, i diversi tipi di zona di liquefazione sono propri di diversi livelli di approfondimento. A ciascun tipo di zona corrispondono indicazioni per la pianificazione urbanistica e per gli interventi di trasformazione (che saranno trattate nella PARTE SECONDA).

Livello di MS	Carta	Zone di liquefazione	Elementi informativi	Metodi
1	MOPS	Zone di Attenzione (ZA_{LQ})	Minimi	-
3	MS	Zone di Suscettibilità (ZS_{LQ})	Specifici	Semplificati (*sensu* AGI, 2005)
3	MS	Zone di Rispetto (ZR_{LQ})	Specifici	Avanzati (*sensu* AGI, 2005)

Tabella 1 – Livelli, carte e corrispondenti tipi di zone di liquefazione.

In figura 2 è rappresentato un diagramma di flusso che illustra il percorso metodologico, descritto nei paragrafi che seguono, per l'identificazione dei tre tipi di zone di liquefazione.

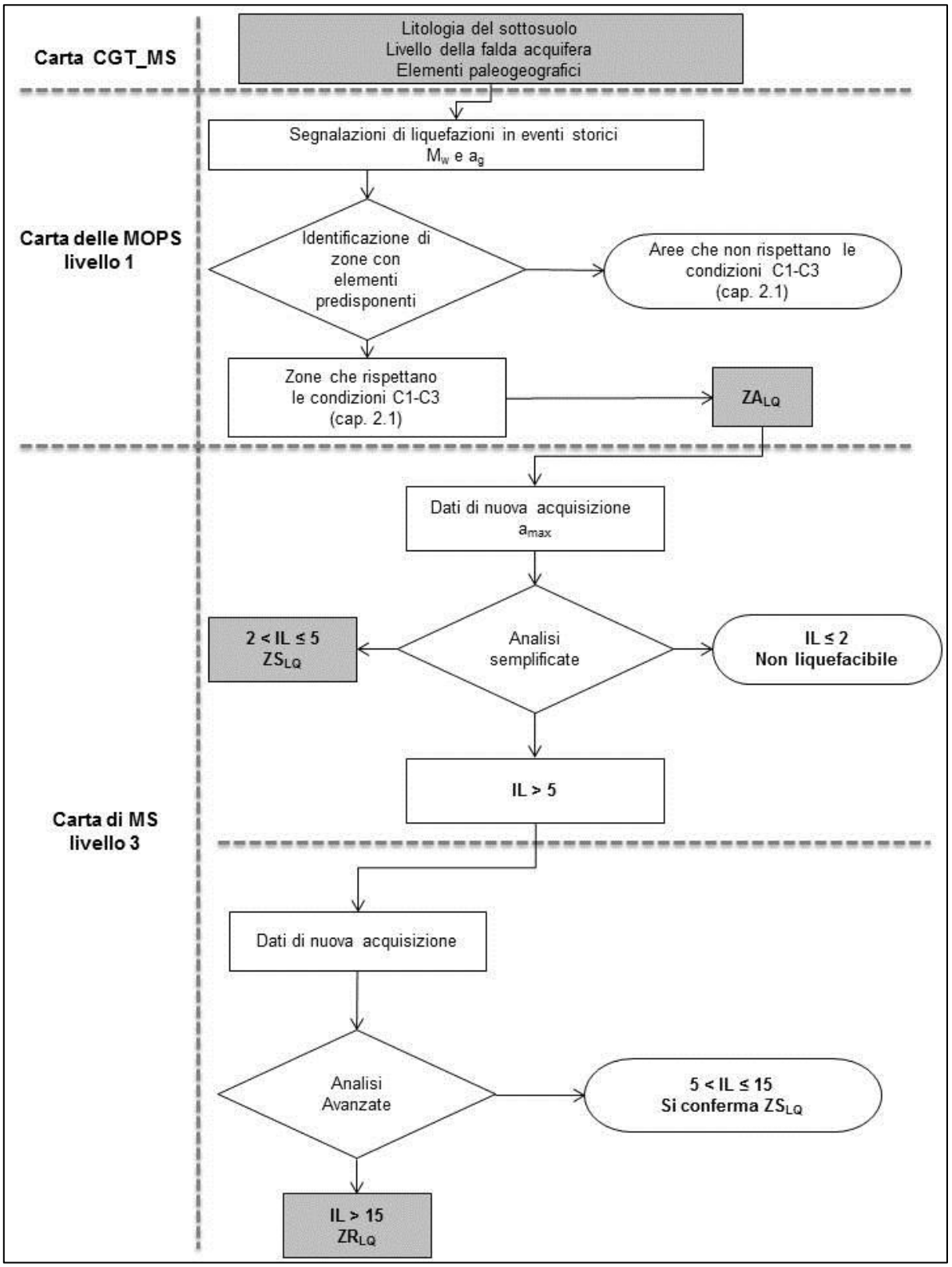


Figura 2 – Diagramma di flusso che illustra il percorso metodologico (attraverso i livelli di MS) per la definizione delle zone di liquefazione. CGT_MS: Carta Geologico Tecnica per la Microzonazione Sismica; a_g: accelerazione su roccia rigida e pianeggiante in *free field*; Condizioni C1-C3: vedi capitolo 2.1; a_{max}: accelerazione massima in superficie, calcolata con un'analisi numerica; IL: Indice del potenziale di Liquefazione medio (per la definizione vedi capitolo 2.3); ZA_{LQ}: Zona di Attenzione per la liquefazione; ZS_{LQ}: Zona di Suscettibilità alla liquefazione; ZR_{LQ}: Zona di Rispetto per la liquefazione.

2.1 Condizioni per la liquefazione

Nel sottosuolo si sviluppano fenomeni di liquefazione in presenza delle seguenti 3 condizioni (si riprendono, modificandole in parte, le indicazioni di AGI, 2005 e NTC, 2008):

C1. **nella successione litologica sono presenti** orizzonti di terreni non coesivi saturi (limi sabbiosi, sabbie, sabbie limose, sabbie ghiaiose, sabbie argillose e ghiaie sabbiose) ad una profondità inferiore a 20 m dal p.c. Se si hanno dati disponibili è possibile rilevare più analiticamente **la presenza nella successione litologica** di orizzonti di terreni non coesivi con particelle di diametro compreso nei fusi granulometrici di figura 3;

C2. la **falda acquifera** deve essere ad una profondità media stagionale inferiore a 15 m dal p.c.;

C3. gli **eventi sismici attesi al sito devono essere caratterizzati da valori magnitudo $M_w \geq 5$ ($I_{rif} \geq$ VII) e da un'accelerazione in superficie di riferimento $a_{max} \geq 0{,}1$ g ($I_{MCS} \geq$ VII).**

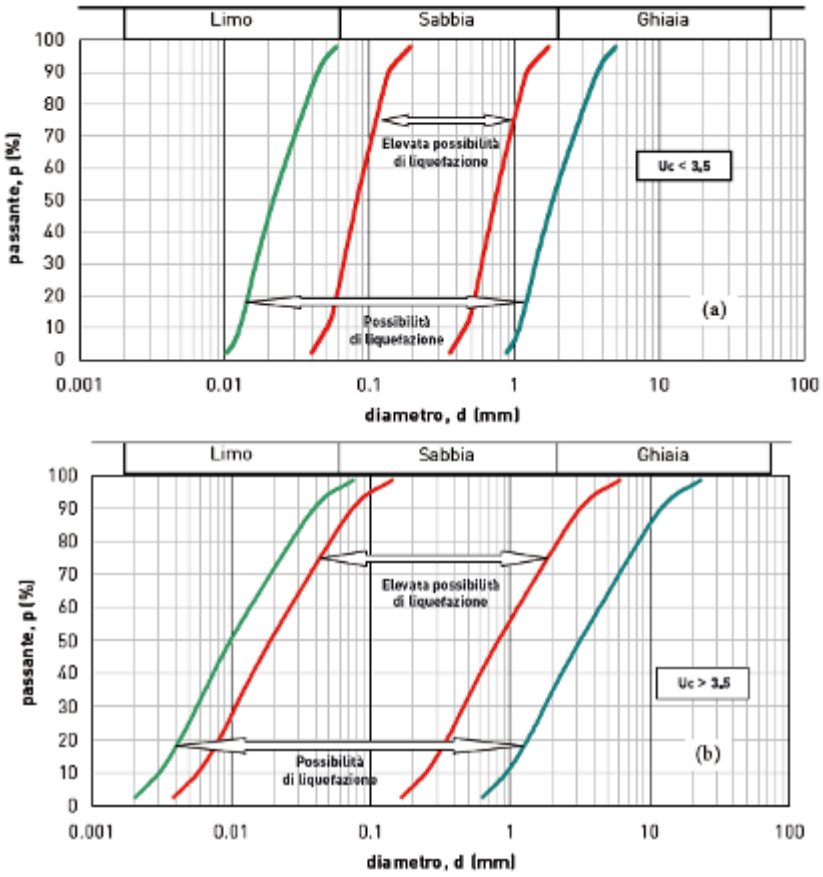


Figura 3 – Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno, per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da Sherif e Ishibashi, 1977, riportato in AGI, 2005).

Le possibilità che un dato evento sismico sia in grado di dare origine a fenomeni di liquefazione dipende dalla intensità e dalla durata dello scuotimento attesi. La determinazione di questi elementi viene effettuata a partire da analisi di pericolosità sismica condotte utilizzando modelli di tipo probabilistico, finalizzate a determinare il livello di verosimiglianza associato ai diversi possibili scuotimenti attesi a partire da dati relativi alla sismicità passata e dati di altra natura (zone sismogenetiche, relazioni di attenuazione, ecc.).

In Appendice A1 vengono richiamate alcune metodologie per il calcolo della magnitudo da utilizzare per la verifica delle condizioni per la liquefazione.

2.2 Carta delle MOPS – livello 1 (ZA_{LQ} - Zone di Attenzione)

Nel livello 1, la verifica delle 3 condizioni per la liquefazione precedentemente descritte viene condotta utilizzando **elementi informativi minimi.** Alcuni di questi elementi, che attengono alle caratteristiche del sottosuolo, devono essere raccolti dando priorità alle aree già preventivamente segnalate nella CGT_MS.

Se si verificano le 3 condizioni, viene individuata una zona potenzialmente suscettibile di liquefazione e viene qualificata come ZA_{LQ} (Zona di Attenzione).

Per quanto riguarda la valutazione della condizione C1, poiché questa sarà fatta su dati pregressi, tra i quali non sempre sono presenti le indicazioni granulometriche, si può far riferimento anche alla sola descrizione strettamente litologica riportata in relazioni tecniche pregresse di sondaggi a carotaggio continuo o analizzando direttamente le carote del sondaggio.

Anche per la condizione C2 si può far riferimento a relazioni tecniche pregresse.

Per verificare la condizione C3, riguardo la magnitudo si può far riferimento all'Appendice A1. Per l'accelerazione massima in superficie (a_{max}), non essendo generalmente disponibili in questo livello di approfondimento studi specifici sull'amplificazione, si potrà utilizzare quale valore di accelerazione di soglia minima della condizione C3 ($\geq$ 0,1 g), il valore a_g (accelerazione prevista dagli studi probabilistici su suolo rigido e piatto per un tempo di ritorno di 475 anni). In pratica, per questo livello di approfondimento, in modo estremamente cautelativo, si propone di utilizzare a_g come fosse a_{max}, considerando che il valore di a_g sarà certamente più basso di a_{max}. Ovviamente, qualora fossero già disponibili valori di a_{max} si utilizzeranno direttamente tali valori.

Nel caso non si verificasse anche solo una delle condizioni da C1 a C3 la zona è da considerare non suscettibile di liquefazione.

Le ZA_{LQ} sono rappresentate con diverse simbologie nella Carta delle MOPS.

L'individuazione di queste zone rimanderà obbligatoriamente al livello superiore di approfondimento (Carta di MS – livello 3).

Nel livello 1, oltre all'identificazione della ZA_{LQ}, nella Relazione illustrativa saranno riportate indicazioni:

- sull'assetto geologico, idrogeologico e geomorfologico dell'area;
- su eventuali segnalazioni di liquefazioni in occasione di eventi sismici passati;
- sulla ubicazione e sulla tipologia delle indagini da condurre nei livelli di approfondimento successivi;
- sui metodi di analisi da impiegare nei livelli di approfondimento successivi.

Nella Carta delle MOPS dovranno comunque essere segnalate le zone per le quali si hanno notizie certe di effetti di liquefazione avvenuti in seguito all'occorrenza di terremoti storici e recenti. Tali zone dovranno essere sempre caratterizzate come zone del tipo ZA_{LQ}.

Le informazioni sui fenomeni di liquefazione osservati in occasione di eventi sismici storici possono essere reperite in pubblicazioni scientifiche o nel catalogo CEDIT: *Italian Catalogue Of Seismic Ground Failures* (http://www.ceri.uniroma1.it/cn/gis.jsp, 2013).

Nel capitolo 3 sono illustrati i criteri per la perimetrazione della ZA_{LQ}.

2.3 Carta di MS - livello 3 (ZSLQ - Zone di Suscettibilità alla liquefazione)

Nella Carta di MS (livello 3) è necessaria una raccolta dati specifica e possono essere applicati metodi di analisi il più delle volte semplificati, al fine di produrre stime quantitative della pericolosità. L'acquisizione dei risultati di specifiche prove geotecniche *in situ* e di laboratorio, hanno i seguenti obiettivi:

- stimare l'amplificazione litostratigrafica in superficie (a_{max} in superficie in condizioni di *free field*) attraverso modellazioni numeriche o, in particolari condizioni del sottosuolo, per mezzo di abachi di amplificazione litostratigrafica;
- definire con dati più accurati la geometria della zona nella quale è possibile il verificarsi della liquefazione;
- attribuire per quella zona, con analisi semplificate, un Indice di potenziale di Liquefazione medio[2] (IL)[3], ripartito in quattro classi:

IL	Classi
0<IL≤2	Nullo- Basso
2<IL≤5	Moderato
5<IL≤15	Alto
IL>15	Molto Alto

Tabella 2 – Indice del potenziale di Liquefazione medio (IL) e relativa classificazione

- stimare le incertezze dei risultati ottenuti dalle indagini *in situ* e in laboratorio e dei metodi di analisi della suscettibilità;
- definire le aree di ZS_{LQ} (2< IL ≤ 15);
- definire le aree di ZR_{LQ} (IL > 15); su tali zone è opportuno condurre ulteriori indagini al fine di confermare le ZR_{LQ};

Le zone per le quali nel livello 1 si sono verificate le 3 condizioni per la liquefazione e per le quali le verticali analizzate con analisi semplificate hanno un IL maggiore di 2 e inferiore o uguale a 15, sono Zone

2 Per IL medio si intende la media degli IL calcolati in tutte le verticali ricadenti nella zona.

3 Il potenziale di liquefazione, *IL*, è definito dalla seguente relazione: $I_L = \int_0^{20} F(z)w(z)dz$

in cui z è la profondità dal piano campagna in metri e $w(z) = 10 - 0.5z$. Ad una data quota z il fattore F(z) vale:

$F = 1 - F_L$ se $F_L \leq 1.0$

$F = 0$ se $F_L > 1.0$

dove F_L è il fattore di sicurezza alla liquefazione alla quota considerata.

di Suscettibilità alla liquefazione (ZS_{LQ}), a loro volta distinte nella rappresentazione cartografica in zone a media (2<IL<5) e alta pericolosità (5< IL <15).

Le zone per le quali nel livello 1 si sono verificate le 3 condizioni per la liquefazione e per le quali le verticali analizzate con analisi semplificate hanno un IL maggiore di 15, sono Zone di Rispetto (ZR_{LQ}). Effettuando ulteriori indagini sarà possibile confermare se sono ZR_{LQ}, oppure ZS_{LQ} (capitolo 2.4).

Le ZS_{LQ} sono rappresentate nella Carta di MS (livello 3).

Nel capitolo 3 sono illustrati i criteri per la perimetrazione delle zone ZS_{LQ}.

2.4 Carta di MS - livello 3 (ZR_{LQ} - Zone di Rispetto per la liquefazione)

Nella Carta di MS (livello 3), per quantificare in modo affidabile la pericolosità è necessaria una raccolta specifica dati e devono essere applicati metodi il più delle volte avanzati. In tal modo possono essere identificate le Zone di Rispetto per la liquefazione (ZR_{LQ}). La raccolta dei dati *in situ*, le prove in laboratorio e le analisi dinamiche (elementi informativi specifici) per l'identificazione delle Zone di Rispetto per la liquefazione (ZR_{LQ}) hanno i seguenti obiettivi:

- valutare, con metodi numerici di simulazione (se non lo è stato già fatto per l'identificazione delle ZS_{LQ}), la a_{max};
- rivalutare IL medio per le zone con IL > 15, con ulteriori dati e/o con analisi dinamiche semplificate o avanzate ;
- stimare le incertezze dei risultati ottenuti dalle indagini in situ e in laboratorio, e delle analisi;
- valutare o rivalutare i possibili effetti sulle opere antropiche di interesse e fornire indicazioni in merito ai possibili interventi per la mitigazione del rischio (vedi Appendice A2).

Le aree nelle quale le verticali analizzate con metodi dinamici hanno un IL medio maggiore di 15, sono confermate Zone di Rispetto (ZR_{LQ}).

Le aree nelle quale le verticali analizzate con metodi dinamici hanno un IL medio minore o uguale a 15, sono denominate Zone di Suscettibilità alla liquefazione (ZS_{LQ}).

Le ZR_{LQ} sono rappresentate nella Carta di MS (livello 3).

In Tabella 3 è riportato uno schema riassuntivo per la verifica delle condizioni per l'individuazione delle zone.

Nel capitolo 3 sono illustrati i criteri per la perimetrazione.

C1	C2	C3	IL	ZONE	CARTA	LIVELLO MS
Sì	Sì	Sì	-	ZA_{LQ} (Zona di Attenzione)	MOPS	1
Sì	Sì	Sì	2<IL≤15	ZS_{LQ} (Zona di Suscettibilità alla liquefazione)	MS	3 (in alcune condizioni geologiche livello 2, limitatamente per a_{max})
Sì	Sì	Sì	> 15	ZR_{LQ} (Zona di Rispetto)	MS	3

Tabella 3 – Schema riassuntivo per la verifica delle condizioni per l'individuazione delle zone.

A prescindere dalla scelta delle indagini *in situ*, delle prove di laboratorio e delle metodologie di analisi del potenziale di liquefazione, si raccomanda una particolare attenzione alla coerenza interna dei metodi utilizzati sia per quanto riguarda la scelta dei parametri, che per il loro utilizzo nelle analisi.

Si sottolinea l'ulteriore possibilità di utilizzare, qualora siano disponibili, metodi avanzati con valutazioni probabilistiche.

3 Modalità di rappresentazione e perimetrazione delle zone

3.1 Modalità di rappresentazione delle zone

Le zone instabili per la liquefazione devono essere cartografate a una scala adeguatamente dettagliata, preferibilmente non inferiore a 1:5.000.

Le ZA_{LQ} sono zone rappresentate nella Carta delle MOPS e, nel caso si eseguano studi di livello 2 per le amplificazioni litostratigrafiche, anche nelle Carte di MS. Le Carte di MS con zone di approfondimento di livello 2, infatti, nel caso non si proceda oltre questo livello di approfondimento, vengono spesso assunte come cartografia di riferimento per la pianificazione urbanistica ed è quindi importante conservare l'informazione sulle ZA_{LQ} individuate.

Le ZS_{LQ} e le ZR_{LQ} sono zone rappresentate nelle Carte di MS (livello 3).

La ZR_{LQ} può essere interna ad una ZS_{LQ}, ma non si sovrappone mai.

3.2 Modalità di perimetrazione delle zone

In termini generali, le informazioni che guidano la perimetrazione delle zone, in ordine decrescente di significatività (affidabilità), sono ricavate da:

a) descrizioni del fenomeno fisico rilevato sul campo, se si è in fase di immediato post evento;
b) segnalazioni di fenomeni di liquefazione in eventi storici (fonti storiche);
c) valutazioni effettuate con metodi dinamici (avanzati e semplificati);
d) valutazioni effettuate con metodi semplificati.

Sulla base di tali informazioni, vengono definite le seguenti procedure di perimetrazione delle zone.

1) ZA_{LQ} (Carta delle MOPS)

La Zona di Attenzione (ZA_{LQ}) si identifica sulla base di **elementi informativi minimi** e pertanto la perimetrazione dovrà tener conto di tale grado di incertezza.

I limiti della ZA_{LQ} coincideranno con i limiti delle zone (Figura 4) nelle quali si verificano le condizioni da C1 a C3.

La perimetrazione della zona si realizzerà sulla base di:

- segnalazioni di fenomeni di liquefazione in eventi storici e preistorici (fonti storiche ed evidenze in scavi, trincee e studi paleosismologici);
- CGT_MS (scala 1:5.000-1:10.000);
- indagini *in situ* e analisi di laboratorio.

La procedura di perimetrazione prevede che:

- nell'ambito della elaborazione della Carta delle MOPS, le ZA_{LQ} siano individuate tra quelle suscettibili di amplificazione (ovvero le zone nelle quali sono verificate le condizioni da C1 a C3, in particolare la presenza, nella successione litostratigrafica dei primi 20 m, di sedimenti sciolti e granulari e una falda superficiale);

- una ZA_{LQ} possa essere costituita da una o da più zone suscettibili di amplificazione anche confinanti (Figura 5);
- la ZA_{LQ} dovrà essere caratterizzata dalla successione litostratigrafica del sottosuolo.

Per le modalità di rappresentazione delle ZA_{LQ} si vedano gli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica versione 4.0.

Le ZA_{LQ}, riportate nelle Carte di MS nelle quali gli studi di approfondimento non superano il livello 2, saranno sempre caratterizzate dalla successione litostratigrafica.

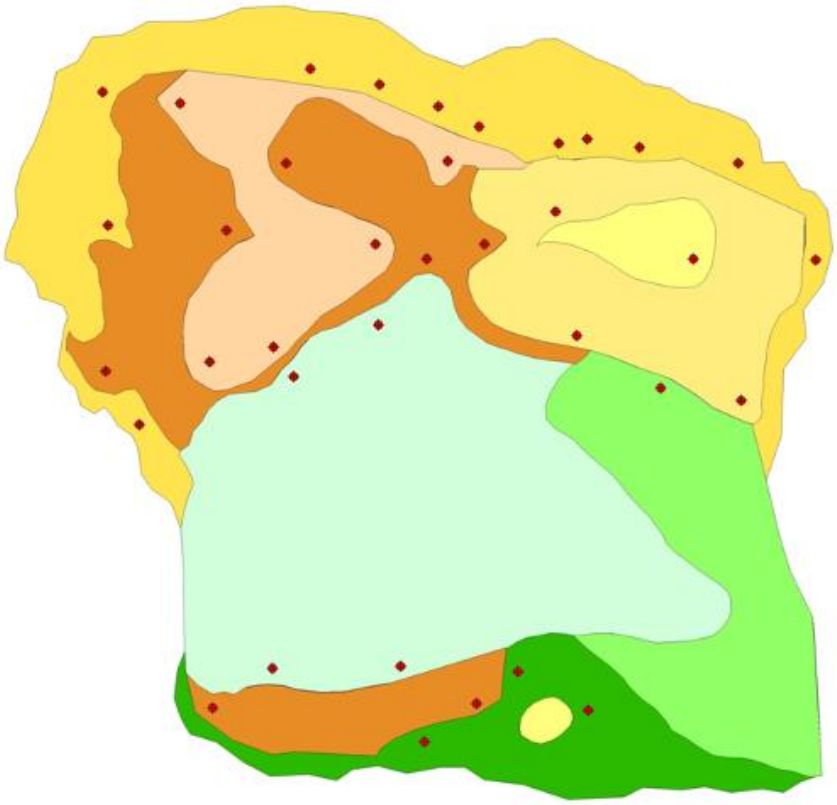


Figura 4 – Schema esemplificativo di una Carta delle MOPS. Tutte le zone sono "suscettibili di amplificazione" (terreni soffici su un substrato geologico). I punti rossi rappresentano la localizzazione delle indagini che hanno permesso l'identificazione delle zone (il simbolo utilizzato indica un'indagine generica e non ha nessun riferimento con la simbologia degli Standard di archiviazione e di rappresentazione informatica). In questa fase non sono ancora state analizzate le 3 condizioni del capitolo 2.1.

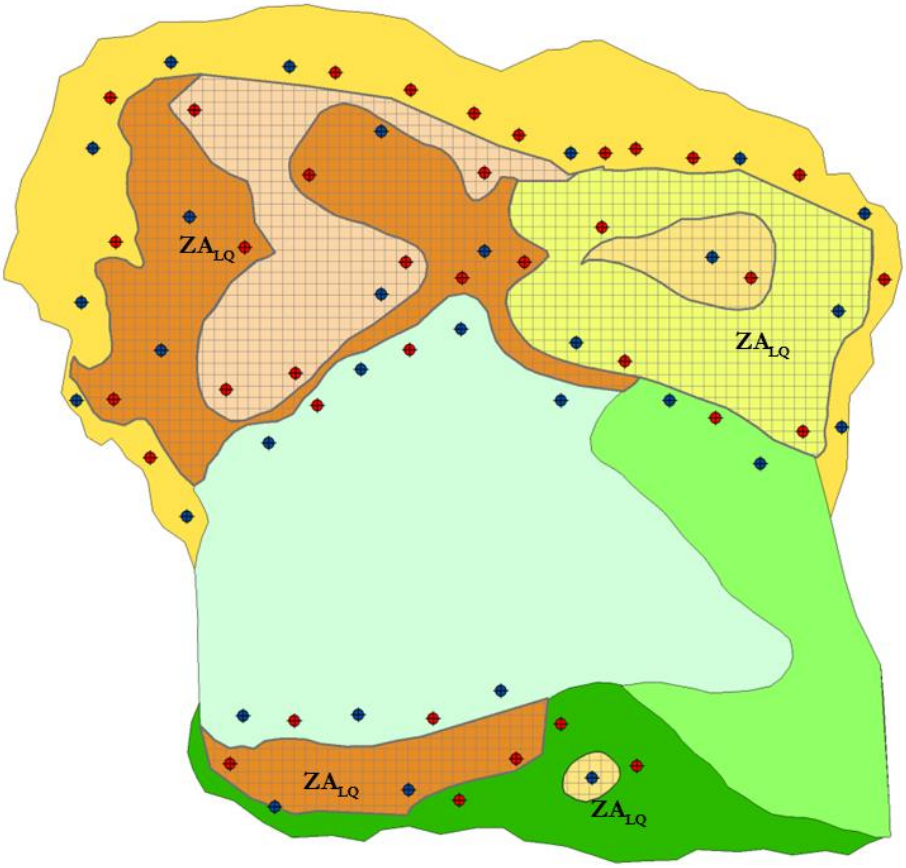


Figura 5 – Schema esemplificativo di una Carta delle MOPS sulla quale sono state identificate le ZA$_{LQ}$ (retinato grigio) che rispettano le 3 condizioni del capitolo 2.1. I punti in blu rappresentano la localizzazione delle indagini da eseguire nel livello3 (il simbolo utilizzato indica un'indagine generica e non ha nessun riferimento con la simbologia degli Standard di archiviazione e di rappresentazione MS).

2) ZS$_{LQ}$ (Carta di MS)

La Zona di Suscettibilità (ZS$_{LQ}$) non necessariamente coincide con la Zona di Attenzione (ZA$_{LQ}$; figura 6). La perimetrazione della ZS$_{LQ}$ si realizzerà sulla base di:

- CGT_MS rielaborata sulla base delle nuove indagini ad una scala di grande dettaglio (1:5000-1:1000);
- risultati di analisi semplificate per il calcolo di CRR e CSR, attraverso prove e indagini differenti, con vari livelli di incertezza;

La procedura di perimetrazione delle ZS$_{LQ}$ (Figura 6), partendo dalla ZA$_{LQ}$ definita nel livello 1, prevede:

- rivalutazione delle informazioni contenute nella CGT_MS;
- calcolo della a_{max} in superficie con metodi numerici
- valutazione degli IL sulla base dei risultati delle verticali studiate e verifica che sia IL > 2
- geometria delle ZS$_{LQ}$;
- calcolo di IL medio della zona ZS$_{LQ}$

Le ZS$_{LQ}$ saranno caratterizzate oltre che dagli IL medi, da un fattore di amplificazione.

Nel caso in cui IL > 15, la zona è classificata come ZR_{LQ}.

Per le modalità di rappresentazione delle ZS_{LQ} si vedano gli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica versione 4.0

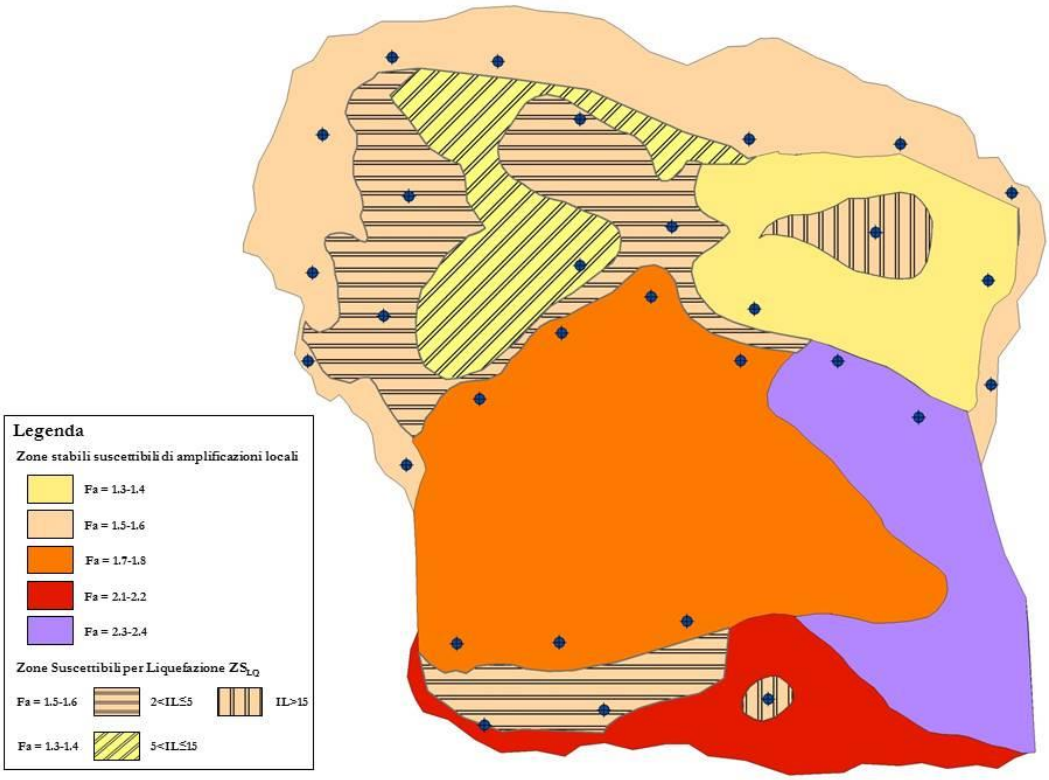


Figura 6 - Schema esemplificativo di una Carta di MS con alcune ZS_{LQ} (IL>2). I punti in blu rappresentano la localizzazione delle indagini i cui risultati hanno permesso la perimetrazione delle ZS_{LQ} (il simbolo utilizzato indica un'indagine generica e non ha nessun riferimento con la simbologia degli Standard di archiviazione e di rappresentazione MS). Il retino delle ZS_{LQ} indica la classe di IL medio, il colore dello sfondo indica la classe del parametro di amplificazione.

3) ZR_{LQ} (Carta di MS)

La perimetrazione della ZR_{LQ} (Figura 7) si realizzerà sulla base delle posizioni delle verticali di indagini e di analisi per le quali il valore di IL è risultato > 15.

La procedura di perimetrazione delle ZR_{LQ} avviene contemporaneamente alla individuazione delle ZS_{LQ}.

Sulle verticali delle indagini e analisi presenti all'interno della ZR_{LQ} sarà necessario applicare una delle metodologie di analisi dinamica di suscettibilità alla liquefazione:

- analisi dinamica semplificata in termini di tensioni totali o efficaci;
- analisi dinamica avanzata.

Si determineranno:

- calcolo del moto sismico del sito (compresi i fattori di amplificazione)

- valutazione degli IL sulla base dei risultati delle verticali studiate e verifica che sia > 15
- geometria delle ZR_{LQ}
- calcolo dell'IL medio della zona ZR_{LQ}

Le ZR_{LQ} saranno caratterizzate oltre che dagli IL medi, anche da un fattore di amplificazione.
Nel caso in cui si verifiche che IL è minore o uguale a 15, la zona viene riportata a ZS_{LQ}.

Per le modalità di rappresentazione delle ZR_{LQ} si vedano gli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica versione 4.0

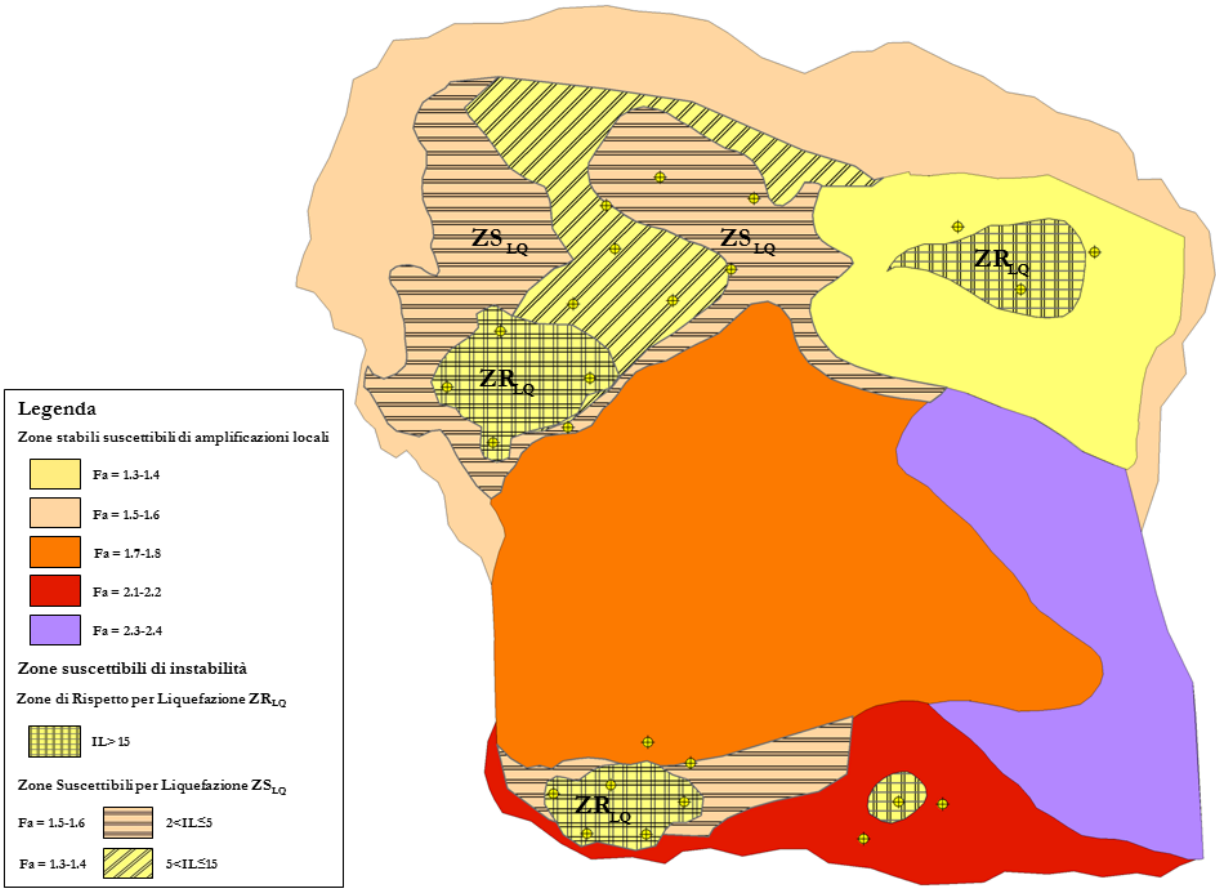


Figura 7 – Schema esemplificativo di Carta di MS con alcune ZS_{LQ} (2<IL≤15) e ZR_{LQ} (IL>15) I punti gialli indicano la localizzazione delle indagini eseguite i cui risultati sono stati utilizzati per la perimetrazione delle ZR_{LQ} (il simbolo utilizzato indica un'indagine generica e non ha nessun riferimento con la simbologia degli Standard di archiviazione e di rappresentazione MS). Il colore dello sfondo delle zone indica la classe del parametro di amplificazione.

In Appendice A2 sono illustrati, a solo scopo conoscitivo, alcuni metodi di mitigazione della pericolosità per liquefazione.

In Appendice A3 è illustrata la modalità di intervento in emergenza adottata dal DPC e dalla Regione Emilia Romagna dopo il terremoto del maggio 2012.

PARTE SECONDA
Disciplina d'uso del suolo in zone di liquefazione

4 Individuazione delle categorie di aree urbanistiche interessate da liquefazione

La pianificazione urbanistica e territoriale in zone interessate dalla presenza di liquefazione è chiamata a disciplinare gli usi del suolo e le previsioni di trasformazione urbana, tenendo conto della relazione tra la pericolosità sismica e i diversi contesti insediativi.

Nell'ambito degli strumenti di pianificazione urbanistica, gli studi di MS, ai vari livelli, come definiti negli ICMS (2008), sono integrati con quanto specificato dalle presenti linee guida.

Al fine di definire tale disciplina, si farà riferimento convenzionalmente a **tre categorie di aree urbanistiche**:

- Aree edificate (recenti o consolidate)
- Aree non edificate (con previsione di trasformazione)
- Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata

Ciascuna delle tre categorie di aree è definita da specifici caratteri insediativi, infrastrutturali e di destinazione d'uso la cui relazione con la presenza di ZA_{LQ}, ZS_{LQ} e ZR_{LQ} va sottoposta a specifiche normative.

In particolare le tre categorie di aree urbanistiche possono essere definite nel modo seguente:

- Aree edificate (recenti o consolidate)
  Aree urbanizzate ed edificate di diverso livello di completamento, consolidamento e stratificazione. Comprendono centri storici, tessuti consolidati, aree in completamento con usi residenziali, produttivi, a servizio o misti.
- Aree non edificate (con previsione di trasformazione)
  Aree non edificate, parzialmente edificate o con previsione di nuovi insediamenti - residenziali, produttivi, a servizio o misti - di manufatti edilizi, di infrastrutture e reti. Tali aree possono trovarsi sia in adiacenza ad aree edificate, sia in contesti ancora non urbanizzati.
- Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata
  Aree non edificabili o con limitate previsioni di edificabilità, sia per destinazione d'uso (aree agricole), che per la presenza di vincoli e forme di tutela.

Queste tre categorie vanno riferite alle previsioni dello strumento di piano vigente e alle sue effettive condizioni di attuazione.

Per quanto riguarda le specifiche articolazioni della normativa urbanistica nelle suddette aree, ogni Regione potrà predisporre opportune corrispondenze tra le tre categorie urbanistiche e le zone omogenee individuate dai rispettivi strumenti di governo del territorio.

5 Disciplina d'uso

I criteri definiti per indirizzare la disciplina d'uso del suolo in zone suscettibili alla liquefazione devono tener conto di due fattori:

- l'instabilità da liquefazione può interessare aree relativamente vaste del territorio (interessando talvolta anche il territorio di un intero comune);
- a differenza di altre forme di instabilità è possibile mettere in atto interventi puntuali di riduzione della pericolosità, attraverso interventi diretti sul suolo, e della vulnerabilità, attraverso interventi sull'edificio (come illustrato nell'Appendice A3).

Tenuto conto di questo, la disciplina degli usi del suolo e delle previsioni di trasformazione nelle zone di liquefazione viene articolata in **due tipi di indicazioni:**

- **indicazioni urbanistiche**, che definiscono possibili regolamentazioni dallo strumento urbanistico anche in termini di categorie di intervento e di destinazioni d'uso[4] e modalità attuative;
- **indicazioni edilizie**, che definiscono per l'edilizia esistente e di nuova costruzione, con riferimento alla normativa tecnica antisismica[5], quali categorie di intervento sono possibili e su quali classi d'uso.

Con riferimento alle tre categorie di aree urbanistiche sopra definite e alle zone di liquefazione in cui esse ricadono, viene proposto un abaco di diverse tipologie di indirizzi (Tabella B1). Nella tabella viene riportata anche una colonna relativa alle infrastrutture, come ambito distinto e in questa sede non approfondito.

Nell'Appendice B2 vengono riportati gli schemi sintetici di classificazione.

<table>
<tr><th colspan="2">Categorie urbanistiche</th><th>Aree edificate (recenti o consolidate)</th><th>Aree non edificate (con previsione di trasformazione)</th><th>Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata</th><th>Infrastrutture</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Zone di liquefazione</td><td>ZA_{LQ}</td><td>Obbligo di approfondimento (5.1.1)</td><td colspan="2">Obbligo di approfondimento (5.2.1)</td><td rowspan="3">Programma Infrastrutture (5.3)</td></tr>
<tr><td>ZS_{LQ}</td><td rowspan="2">Programma Zone Instabili (5.1.2)</td><td colspan="2" rowspan="2">Intervento limitato (5.2.2)</td></tr>
<tr><td>ZR_{LQ}</td></tr>
</table>

Tabella B1 - Indicazioni urbanistiche (fra parentesi i riferimenti ai paragrafi)

[4] L'art. 10, comma 2, del T.U. edilizia (D.P.R. 380/2001) attribuisce alle Regioni la competenza a disciplinare, con legge regionale, la materia della destinazione d'uso e del mutamento della stessa. Le destinazioni d'uso generalmente fanno riferimento alle seguenti categorie: residenziale, turistico-ricettiva, produttiva e direzionale, commerciale, rurale (art. 23-ter del D.P.R. 380/2001).

[5] Le Classi d'uso individuate dalle NTC (2008), cap. 2, par. 2.4.2 sono le seguenti:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

5.1 Aree edificate

5.1.1 Obbligo di approfondimento (Aree edificate)

Nel caso di ZA_{LQ}, nelle **Aree edificate (recenti o consolidate)**, per interventi di nuova edificazione (nei lotti vuoti) e per interventi sull'edificato esistente, devono essere espletati i necessari approfondimenti geologici e geotecnici, propri del Livello 3 di MS (paragrafi 2.2 e 2.3 della PARTE PRIMA), al fine di individuare le ZS_{LQ} e le ZR_{LQ}, oppure, per interventi puntuali, gli approfondimenti previsti dalla normativa tecnica vigente. E' prerogativa delle Regioni definire eventuali limiti temporali, in ragione delle risorse disponibili, per l'espletamento dei suddetti approfondimenti. L'assenza di approfondimento determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	**Tipo Intervento**	**Descrizione**
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, degli interventi di adeguamento igienico-sanitario, o altri interventi obbligatori di settore, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento o di adeguamento e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

5.1.2 Programma Zone Instabili

Per le ZS_{LQ} e ZR_{LQ}, nelle **Aree edificate (recenti o consolidate)**, le amministrazioni locali nell'ambito dei propri strumenti di pianificazione urbanistica e secondo le prescrizioni e gli indirizzi dei soggetti sovraordinati, individuano e perseguono uno o più obiettivi per il *Programma Zone Instabili (PZI)*, assumendone i contenuti nelle forme opportune, al fine di mitigare le condizioni di rischio. Il PZI rappresenta un programma d'intervento complesso in cui vengono definiti obiettivi e ambiti di intervento, fattibilità e modalità attuative. Il PZI riguarda più in generale tutte le aree suscettibili di instabilità, fra cui anche quelle interessate da faglie attive e capaci (FAC).[6] Nell'Appendice B1 viene riportato uno schema di Programma utilizzabile anche come lista di verifica dei temi trattati.

L'assenza di un PZI determina la stessa disciplina d'uso prevista per le ZA_{LQ} (paragrafo 5.1.1).

5.1.2.1 Scelta obiettivo del PZI

La definizione di uno specifico PZI implica la scelta di uno dei seguenti obiettivi, eventualmente differenziati in funzione di ZS_{LQ} e ZR_{LQ}:

- Intervento limitato (Obiettivo 1)
- Intervento obbligatorio o limitato (Obiettivo 2)
- Intervento obbligatorio o inibito (Obiettivo 3)
- Intervento inibito (Obiettivo 4)

[6] Commissione tecnica per la microzonazione sismica. *Linee guida per al gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci.* Versione 1.0. Dipartimento della protezione civile e Conferenza delle Regioni e delle Province autonome. Roma, maggio 2015.

Per ciascuno di questi obiettivi di seguito vengono elencate le rispettive discipline d'uso.

5.1.2.1.1 1a ipotesi: Intervento limitato (Obiettivo 1).

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, degli interventi di adeguamento igienico-sanitario, o altri interventi obbligatori di settore, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento o di adeguamento e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Limitato	E' consentita la nuova edificazione con valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).

5.1.2.1.2 2a ipotesi: Intervento obbligatorio o limitato (Obiettivo 2)

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
Nuova costruzione	Limitato	E' consentita la nuova edificazione con valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).

5.1.2.1.3 3a ipotesi: Intervento obbligatorio o inibito (Obiettivo 3)

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

5.1.2.1.4 4a ipotesi: Intervento inibito (Obiettivo 4).

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Delocalizzazione	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente, perché oggetto di delocalizzazione obbligatoria.
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

Per i centri storici, oltre alle indicazioni sopra riportate riguardanti la categoria delle Aree edificate (recenti o consolidate), dovrà essere valutata l'opportunità, in sede di predisposizione del PZI, di introdurre un piano attuativo che contempli interventi finalizzati alla conservazione e al riuso, compatibili con le nuove condizioni di rischio intervenute.

5.2 Aree non edificate o non urbanizzate

5.2.1 Obbligo di approfondimento (Aree non edificate o non urbanizzate)

Le **Aree non edificate (con previsione di trasformazione)** e le **Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata**, ricadenti in ZA_{LQ}, sono soggette ad un regime di limitazione di edificabilità che non autorizza alcun intervento di trasformazione, fintantoché non vengano effettuati i necessari approfondimenti al fine di individuare le ZS_{LQ} e le ZR_{LQ}.

E' ammessa in tali aree la sistemazione di spazi aperti, senza realizzazione di volumetrie, a servizio delle funzioni e delle attività presenti nelle aree limitrofe, insediate e urbanizzate, o per incrementare la dotazione urbana di aree verdi, spazi pubblici e verde privato attrezzato.

Pertanto, l'assenza di approfondimento determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	**Tipo Intervento**	**Descrizione**
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, degli interventi di adeguamento igienico-sanitario, o altri interventi obbligatori di settore, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento o di adeguamento e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

5.2.2 Intervento limitato

Nelle **Aree non edificate (con previsione di trasformazione)** e nelle **Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata**, ricadenti in ZS_{LQ} e in ZR_{LQ}, è prevista la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	**Tipo Intervento**	**Descrizione**
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, degli interventi di adeguamento igienico-sanitario, o altri interventi obbligatori di settore, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento o di adeguamento e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Limitato	E' consentita la nuova edificazione con interventi obbligatori di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).

5.3 Programma Infrastrutture

Per le infrastrutture, le opere connesse a sistemi infrastrutturali e, più in generale le *lifelines* in programma di realizzazione, deve essere favorita la delocalizzazione. Se preesistenti, o non delocalizzabili, deve essere predisposto uno specifico programma, eventualmente nell'ambito del *Programma Zone Instabili*, per essere sottoposte a verifica, prevedendo specifici approfondimenti conoscitivi e interventi finalizzati alla minimizzazione dei rischi.

6 Disciplina d'uso per le zone di ricostruzione post-terremoto

Nel caso di zona di ricostruzione post-terremoto allo schema di disciplina d'uso precedentemente descritto, si andrà ad aggiungere la condizione, ben più gravosa, di manufatti danneggiati e la necessità di predisporre piani e norme specifici per l'intera area oggetto dell'evento sismico.

Pertanto, la prima delle precedenti categorie di aree urbanistiche (Aree edificate - recenti o consolidate), così come definita, deve essere integrata con i manufatti (Unità minime di intervento) classificati in funzione del danno e della vulnerabilità. Nell'Appendice B1 vengono riportati gli schemi sintetici di classificazione.

6.1 Aree edificate

6.1.1 Obbligo di approfondimento (Aree edificate)

Nel caso di ZA_{LQ}, nelle **Aree edificate (recenti o consolidate)**, per interventi di ricostruzione o riparazione l'assenza di approfondimento determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Limitato	Qualsiasi tipo di intervento deve prevedere (nei tempi definiti dalla Regione) interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).

6.1.2 Programma Zone Instabili

A quanto già previsto per le ZS_{LQ} e ZR_{LQ}, nelle **Aree edificate (recenti o consolidate)**, dovranno essere aggiunte le seguenti indicazioni.

L'assenza di un PZI determina la seguente disciplina d'uso:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Limitato	Qualsiasi tipo di intervento deve prevedere (nei tempi definiti dalla Regione) interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).

6.1.2.1 Scelta obiettivo del PZI

Nel PZI dovrà essere valutata progressivamente la possibilità di adozione di uno dei seguenti obiettivi riferibili all'edilizia danneggiata:

- Intervento limitato (Obiettivo 1)
- Intervento obbligatorio o limitato (Obiettivo 2)
- Intervento obbligatorio (Obiettivo 3)

Per ciascuno di questi obiettivi di seguito vengono elencate le rispettive discipline d'uso.

6.1.2.1.1 1a ipotesi: Intervento limitato (Obiettivo 1).

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

In ZR_{LQ} e ZS_{LQ}

Edilizia	**Tipo Intervento**	**Descrizione**
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Limitato	Qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere (nei tempi definiti dalla Regione) interventi di miglioramento e/o adeguamento e/ rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).

6.1.2.1.2 2a ipotesi: Intervento obbligatorio o limitato (Obiettivo 2).

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

In ZR_{LQ}

Edilizia	**Tipo Intervento**	**Descrizione**
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.

In ZS_{LQ}

Edilizia	**Tipo Intervento**	**Descrizione**
Danneggiata (danno leggero, medio-grave)	Limitato	Qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere (nei tempi definiti dalla Regione) interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).
Danneggiata (danno gravissimo)	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.

6.1.2.1.3 3a ipotesi: Intervento obbligatorio (Obiettivo 3).

La scelta di questo obiettivo determina la seguente disciplina d'uso:

In ZS_{LQ} e ZR_{LQ}

Edilizia	**Tipo Intervento**	**Descrizione**
Danneggiata (danno leggero, medio-grave, gravissimo)	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.

Nell'Appendice B3 vengono riportate alcune slide che sintetizzano la disciplina d'uso del suolo.

7 Ruoli delle Istituzioni pubbliche

I ruoli delle Istituzioni pubbliche sono sintetizzate di seguito:

- Stato:
  - formula definizioni, indirizzi, criteri generali per le Regioni ed Enti Locali;
  - definisce programmi di risorse finanziarie;
  - stabilisce i criteri tecnici generali per definire le ZA_{LQ}, ZS_{LQ} e ZR_{LQ};
  - definisce i criteri generali di utilizzo del suolo nelle ZA_{LQ}, ZS_{LQ} e ZR_{LQ};
  - propone e attua l'aggiornamento degli ICMS (Gruppo di lavoro MS, 2008);
  - definisce modalità e strumenti operativi per la valutazione delle aree in liquefazione individuate negli studi di MS1.
- Regioni e Province autonome:
  - adottano i criteri generali formulati dallo Stato e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome;
  - formulano ulteriori criteri specifici con riferimento alle peculiarità regionali;
  - esaminano, propongono integrazioni e osservazioni e/o approvano gli studi delle aree in liquefazione già definite nel territorio regionale, in coordinamento con lo Stato (Livello 1 di MS);
  - promuovono e coordinano gli studi per definire nuove aree in liquefazione sul territorio regionale e li trasmettono allo Stato (livello MS3);
  - definiscono le mappe delle ZA_{LQ}, ZS_{LQ} e ZR_{LQ} (livelli MS1 e MS3);
  - richiedono agli Enti Locali di informare e notificare ai cittadini l'individuazione delle ZA_{LQ}, ZS_{LQ} e ZR_{LQ} e i criteri specifici di utilizzo del suolo all'interno delle zone.
- Enti Locali:
  - adottano i criteri specifici formulati dalle Regioni e dalle Province autonome;
  - regolano l'utilizzo del suolo nelle ZA_{LQ}, ZS_{LQ} e ZR_{LQ};
  - predispongono i Programmi per le aree interessate da liquefazioni;
  - informano, in coordinamento con le Regioni e le Province autonome, i cittadini in merito all'individuazione delle ZA_{LQ}, ZS_{LQ} e ZR_{LQ} e ai criteri specifici di utilizzo del suolo all'interno delle zone.

8 Bibliografia

AGI (1977) - Associazione Geotecnica Italiana - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.

AGI (2005) - Associazione Geotecnica Italiana - Linea guida. Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica. Patron Editore, Bologna.

Albarello D. (2012) - Design earthquake from site-oriented macroseismic hazard estimates. Boll. Geofis. Teor. Appl., Vol. 53, n. 1, pp. 7-17, DOI 10.4430/bgta 0035

Ambraseys, N. (1988). Magnitude fault-length relationships for earthquakes in the Middle East, Proc. Symposium on Historical Seismograms & Earthquakes, Ed. W.H. Lee, 309-310 Academic Press. CEDIT (2013) - Italian Catalogue Of Seismic Ground Failures (http://www.ceri.uniroma1.it/cn/gis.jsp).

D'Amico V., Albarello D. (2008) - SASHA: a computer program to assess seismic hazard from intensity data. Seism. Res. Lett., 79, 5, 663-671

Eurocode, EC8 (2003) - Design of structures for earthquake resistance: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects. European Committee for Standardization (CEN), Brussels.

Facciorusso J., Madiai C., Vannucchi G., Martelli L. (2012) - Analisi di dettaglio finalizzata alla valutazione della pericolosità di liquefazione: il caso della costa emiliano – romagnola. In: "Microzonazione sismica uno strumento consolidato per la riduzione del rischio", 83-104. Regione Emilia Romagna.

Galli P. (2000) - New empirical relationships between magnitude and distance for liquefaction. Tectonophysics, 324, 169-187.

ICMS (2008) - Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica. Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province autonome; 3 vol. e 1 DVD.

INGV (2006) - Mappe di pericolosità sismica (http://esse1-gis.mi.ingv.it/s1_en.php).

ISIDe – Italian Seismological Instrumental and parametric Data-base (http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/index.jsp)

Iwasaki T, Tokida K, Tatsuoka F, Watanabe S, Yasuda S, Sato H (1982) - Microzonation for soil liquefaction potential using simplified methods vol 3. In: Proceedings of 3rd international conference on microzonation, Seattle, pp 1319–1330.

JGS, Japanese Geotechnical Society (1998) - Remedial measures against soil liquefaction: from investigation and design to implementation. Balkema, 433 pp.

Kramer S. L. (1996) – Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice Hall. New Jersey.

Liao S.S.C., Veneziano D. & Whitman R. V (1988) – Regression models for evaluating liquefaction probability. J. Geotech. Engrg. 1988.114:389-411.

NTC (2008) - Norme Tecniche per le Costruzioni - DM 14 gennaio 2008, Gazzetta Ufficiale, n. 29 del 4 febbraio 2008, Supplemento Ordinario n. 30, www.cslp.it, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.

Robertson P.K. & Wride C.E. (1998) - Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test. Can. Geotech. J., Ottawa, 35(3), pp.442–459.

Seed, H. B., Tokimatsu, K., Harder, L. F. Jr., and Chung, R. (1984). The influence of SPT procedures in soil liquefaction resistance evaluations. Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, Report No. UCB/EERC-84/15, 50 pp.

Sherif M.A., Ishibashi I. e Tsuchiya C. (1977) - Saturation effects on initial soil liquefaction. Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, vol.103, n.GT8, pp.914 – 917.

Spallarossa D. & Barani S. (2007) - Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di M-R-ε. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D14, http://esse1.mi.ingv.it/d14.html

Youd, T. L., Perkins, D. M. (1978). Mapping of Liquefaction Induced Ground Failure Potential. J. GED, ASCE. Vol 104. N.4.

APPENDICE A1 – Metodologie impiegate per il calcolo della M_w per la valutazione della suscettibilità alla liquefazione

Nel testo (paragrafo 2.1), trattando del problema delle definizione dell'intensità e durata dello scuotimento necessario per l'attivazione, verificate le altre condizioni necessarie, dei fenomeni di liquefazione, si è richiamata l'esistenza di metodologie classiche per il calcolo della magnitudo M_w da utilizzare per la valutazione della suscettibilità alla liquefazione.

In questa appendice, queste metodologie sono descritte, evidenziando per ciascuna, le criticità insite nel metodo. In fondo a questa stessa appendice è riportata anche un metodologia originale, innovativa, basata sull'uso diretto delle osservazioni macrosismiche relative ai terremoti che in passato hanno interessato il sito di studio (storia sismica di sito) e che costituiscono la maggior parte delle informazioni disponibili sulla sismicità del territorio italiano.

Si sottolinea che questa appendice riporta dei metodi che vanno intesi solamente come proposte operative, si ritiene inoltre, che ogni Regione debba adottare il metodo che meglio si adatti alle specificità geologiche, sismotettoniche e sismologiche del proprio territorio.

La M_w (magnitudo momento), nell'ambito degli studi di liquefazione, è una grandezza legata al processo fisico del terremoto (durata) e al numero di cicli di carico e scarico dei depositi investiti della onde sismiche. Quindi è preferibile scegliere una magnitudo di riferimento molto vicina all'area in studio.

Tra i metodi classici, alternativi, di calcolo della M_w ai fini della valutazione della suscettibilità alla liquefazione, ognuno dei quali ha dei vantaggi e delle controindicazioni, ricordiamo:

- Massima magnitudo dal catalogo DBMI11;
- Criteri del *cut-off* magnitudo-distanza;
- Massima magnitudo delle zone sismogenetiche e disaggregazione (ICMS, 2008).

La magnitudo massima di un catalogo storico comporta che la scelta sia completamente deterministica. La maggior parte delle magnitudo, riportate nei cataloghi, derivano da conversioni empiriche Imcs-M e, dunque, possono presentare delle incertezze proprie di queste trasformazioni.

La magnitudo, definita con i criteri del *cut-off* magnitudo-distanza, comporta ancora una scelta deterministica. Tuttavia, le curve sono costruite con dati di terremoti storici su cui gravano le incertezze sull'epicentro e l'effettiva grandezza.

La magnitudo che deriva dalla disaggregazione è legata a uno studio probabilistico, ma, per come sono state costruite le zone sismogenetiche italiane (molto grandi), può essere scarsamente rappresentativa dell'area di studio.

Magnitudo Massima (M_{wmax}) dal catalogo DBMI11

Il catalogo DBMI11 contiene dati relativi a 1681 terremoti con relative M_w tratte dal catalogo CPTI11 (Rovida et al., 2011), e in particolare relativi a:

a) 1484 terremoti i cui dati sono stati utilizzati per determinare i parametri riportati in CPTI11;

b) 197 terremoti etnei, i cui dati non sono stati utilizzati per determinare i parametri riportati in CPTI11, in quanto i relativi parametri sono stati adottati direttamente dal Catalogo Macrosismico dei Terremoti Etnei (CMTE; http://www.ct.ingv.it/ufs/macro; Azzaro et al., 2000; 2002; 2006; 2009).

Per la costruzione di DBMI11 sono stati considerati i dati provenienti dagli studi disponibili a tutto il 2007:

- DBMI04 (Stucchi et al., 2007);
- CFTI4med (Guidoboni et al., 2007);
- Studi storico-macrosismici e rilievi macrosismici di autori INGV;
- Catalogo Macrosismico dei Terremoti Etnei (CMTE);
- Studi storico-macrosismici pubblicati da altri autori;
- Selezione di dati del bollettino macrosismico INGV.

La pagina di consultazione è http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/.

Criteri del *cut-off* magnitudo-distanza

La distanza oltre la quale i fenomeni di liquefazione verosimilmente non accadono può essere definita plottando la distanza epicentrale dell'area in esame (R) e la magnitudo (M_w).

In letteratura esistono molte relazioni che descrivono queste curve "limite" denominate curve di *cut-off*. Le più utilizzate sono quelle di Seed *et alii* (1984), di Ambraseys (1988) e di Galli (2000). In base a queste curve è possibile determinare empiricamente la magnitudo di riferimento per i metodi di calcolo della pericolosità di liquefazione. Un esempio di utilizzo può essere descritto analizzando i dati della tabella costruita con la relazione di Seed *et alii* (1984). Dalla tabella si evince che, se il terremoto considerato ha una M=5, affinché l'area in studio possa rientrare nelle condizioni del paragrafo 2.1.1 dovrà trovarsi a una distanza inferiore a 15 km dall'epicentro.

Di seguito si riportano le 3 relazioni:

- Relazione empirica di Seed *et alii* (1984) - $\log_{10} R=0.463* M_w -1.14$

Distanza R (km)	M_w
15	5
25	5.5
43	6
74	6.5
126	7
215	7.5
366	8

- Relazione empirica di Ambraseys (1988) - $M_w = 4.64+2.65*10-3*R+0.99* \log_{10}R$

Distanza R (km)	M_w
2	5
7,5	5.5
30	6
60	6.5
150	7
200	7.5
300	8

- Relazione empirica di Galli (2000) (solo dati riferiti al territorio italiano) - $M_e \approx M_w= 2.75+2.0*\log_{10}R$

Distanza R (km)	M_w
15	5
24	5.5
45	6
75	6.5
120	7

Magnitudo Massima (M_{wmax}) delle zone sismogenetiche e disaggregazione (ICMS, 2008)

Un metodo semplice, utilizzato ad esempio dalla Regione Lombardi a seguito degli eventi sismici del 2012[7], per stimare quale sia il valore di M_w da considerare ai fini delle valutazioni per le verifiche di liquefazione per l'area o la microzona di interesse, è il seguente:

- Si considera la zonazione sismogenetica (ZS9; INGV, 2009), secondo la quale la sismicità è distribuita in 36 zone sismogenetiche, a ciascuna delle quali è associata una magnitudo massima M_{wmax}.
- Per i siti che ricadono in una delle 36 zone sismogenetiche, si assume come M_w il valore della magnitudo massima M_{wmax} (Tabella A3.1), associato ad ogni zona.
- Come si evince dalla Tabella A3_1 tutti i siti che ricadono nelle zone sismogenetiche hanno una $M_{wmax}>5$ e quindi tutti i siti rispettano la condizione del paragrafo 2.1.
- Per i siti che non ricadono in alcuna zona sismogenetica si determinano le minime distanze (Ri) dalle zone sismogenetiche circostanti (i) e si verifica per ciascuna di esse, se la magnitudo della zona sismogenetica considerata (Mi) è inferiore o superiore alla magnitudo fornita dalla relazione $Ms_i=1+3\log(Ri)$. Nel caso in cui almeno una Ms_i, calcolata per le zone sismogenetiche circostanti, è inferiore alla Mi della stessa zona per la quale è stata calcolata Ms_i, si assume per M_w il valore di magnitudo più alto tra le magnitudo delle zone sismogenetiche circostanti ($M_i=M_w$); se invece tutte le Ms_i sono superiori alle M_i, si determina la M_w con il metodo della disaggregazione.

Il metodo della disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un'area (Spallarossa e Barani, 2007). La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Dal momento che le mappe di pericolosità sismica sono state elaborate in termini di mediana della distribuzione dei valori di pericolosità ottenuti con diversi alberi logici, la disaggregazione è stata condotta adottando come input i modelli ed i valori dei parametri lungo un solo ramo dell'albero logico, al quale corrispondono i valori di pericolosità più prossimi a quelli mediani. Il risultato è fornito per 9 periodi di ritorno: 30, 50, 72, 100, 140, 200, 475, 1000 e 2500 anni.

[7] CNR-IDPA - Acquisizione ed elaborazione di dati geologici, geotecnici e geofisici per la caratterizzazione sismica di parte del territorio lombardo ricadente nell'Area Pilota del Progetto GeoMol - Programma Europeo "Spazio Alpino", 2015

Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Tabella A1.1 – Rappresentazione delle zone sismogenetiche e relative M_{wmax} .

E' possibile ottenere i valori medi e modali di M e R a seguito della disaggregazione dei valori di accelerazione orizzontale di picco su suolo rigido (ag) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (Spallarossa e Barani, 2007), o con altre probabilità di superamento in funzione degli altri scopi della valutazione. Nella tabella Comuni_MR del CD-ROM allegato ICMS (2008) sono stati riportati valori medi e modali per ciascun comune, attribuendo i valori massimi dei punti della griglia che ricadono all'interno del territorio comunale, oppure i valori del punto della griglia più vicino al confine comunale.

Criticità dei tre metodi

La magnitudo stimata da dati storici (quindi derivata dall'intensità macrosismica osservata/ricostruita) presenta notevoli margini di incertezza; sarebbe opportuno considerare anche i dati dei terremoti più recenti rispetto a quelli del catalogo DBMI11 (cataloghi strumentali, es. ISIDe – Italian Seismological Instrumental and parametric Data-base).

Naturalmente i valori di M_w riportati nel catalogo possono essere utilizzati solo nel caso la localizzazione dell'epicentro dell'evento non risulti eccessivamente distante (≈10 km) dalla località per la quale si sta effettuando lo studio.

In ogni caso i risultati ottenuti con questa metodologia dovrebbero essere ritenuti indicativi e riutilizzati per l'analisi con la metodologia detta del *cut-off* magnitudo-distanza.

Non sempre nel catalogo sono riportate le località di interesse (es. località troppo piccole, denominazioni attuali non corrispondenti a denominazioni storiche).

I criteri magnitudo-distanza, oltre ad essere affetti dall'incertezza del valore di My da dati storici, presentano notevoli incertezze dovute anche alle formule di stima dell'attenuazione con la distanza (vedi confronto tra le 3 tabelle proposte).

La M_w stimata dalla zonazione ZS9 e dalla disaggregazione risente dell'incertezza della zonazione stessa (e della localizzazione delle strutture sismogenetiche); vista l'estensione areale delle zone ZS9, in alcuni settori della penisola, la M_w può essere sovrastimata; al contrario, per i territori non ricompresi nella zonazione ZS9 (p. es. molte aree costiere), la stima di M_w tramite disaggregazione può comportare una sottostima. Inoltre, tra i risultati delle analisi di disaggregazione sono generalmente utilizzati quelli con valore medio senza che esista una formale giustificazione tecnico-scientifica per questa scelta.

Metodologia originale per il calcolo della Magnitudo per la verifica delle condizioni per la liquefazione (contributo originale di Dario Albarello, Università di Siena)

Le possibilità che un dato evento sismico sia in grado di dare origine a fenomeni di liquefazione dipende dalla intensità e dalla durata dello scuotimento attesi.

Le metodologie note in letteratura e recepite in documenti tecnico scientifici e normativi (per l'Italia vedi Norme AGI e NTC, 2008) tengono conto di questi aspetti definendo una magnitudo di soglia (tipicamente M=5), al di sopra della quale si ritiene (insieme ad altre condizioni) si debbano intraprendere analisi di valutazione della liquefazione. I documenti citati non specificano come viene individuata la magnitudo di soglia, non viene indicata la distanza dell'evento al quale si riferisce la magnitudo di soglia e non viene espresso quale sia il rapporto tra la stessa magnitudo di soglia e il valore della PGA che viene utilizzato nella maggior parte delle metodologie per il calcolo della pericolosità di liquefazione.

La determinazione dell'intensità e dalla durata dello scuotimento attesi viene effettuata a partire da analisi di pericolosità sismica condotte utilizzando modelli di tipo probabilistico, finalizzate a determinare il livello di verosimiglianza associato ai diversi possibili scuotimenti attesi a partire da dati relativi alla sismicità passata e dati di altra natura (zone sismogenetiche, relazioni di attenuazione, ecc.). Viene qui proposta una metodologia di questo tipo, ma basata sull'uso diretto delle osservazioni macrosismiche relative ai terremoti che in passato hanno interessato il sito di studio (storia sismica di sito) e che costituiscono la maggior parte delle informazioni disponibili sulla sismicità del territorio italiano.

Rispetto agli approcci usuali (del tipo Cornell-McGuire), i risultati della metodologia proposta presentano i seguenti aspetti fondamentali e che superano le criticità espresse precedentemente:

- identificano una magnitudo soglia legata alla distanza tra l'epicentro di un evento sismico realmente accaduto e il sito in studio;
- mantengono un legame diretto con le osservazioni effettivamente utilizzate per la loro determinazione, consentendo al contempo la corretta gestione delle incertezze inerenti questi dati che risulta coerente con il carattere discreto ed ordinale delle informazioni macrosismiche considerate per l'analisi;
- legano strettamente i valori della Mw e della PGA (che sono i parametri che permetteranno di effettuare calcoli sul fattore di sicurezza o l'indice di liquefazione con i metodi semplificati) che devono riferirsi, per rispettare la natura fisica del problema, allo stesso evento sismico.

Nella metodologia proposta viene utilizzata l'implementazione del codice SASHA (D'Amico e Albarello, 2008), che, nella sua versione più recente, è in grado di compiere una specifica "analisi di disaggregazione" volta ad identificare gli eventi sismici del passato più rappresentativi della pericolosità locale (Albarello, 2012). Il codice fornisce per ciascuna località capoluogo comunale i valori delle intensità macrosismiche caratterizzate da una fissata probabilità di eccedenza in un fissato tempo di esposizione (I_{rif}) e identificando quegli eventi storici che hanno maggiormente contribuito alla definizione di questa pericolosità. Fra questi viene infine selezionato quell'evento che ha fornito il maggiore contributo per l'intensità I_{rif} indicandone la magnitudo macrosismica e la distanza epicentrale così come riportate dal catalogo sismico di riferimento.

La metodologia prevede 4 fasi:

1. identificazione dell'intensità di riferimento (I_{rif}) al sito (per esempio caratterizzata da una probabilità di eccedenza inferiore al 10% in 50 anni) utilizzando un metodo statistico/probabilistico specificamente sviluppato per la gestione di dati macrosismici affetti da incertezza e cataloghi incompleti

2. identificazione degli eventi sismici del passato che hanno interessato il sito di studio (quindi la loro distanza) e hanno contribuito alla pericolosità sismica locale producendo effetti almeno pari a I_{rif}.
3. assegnazione a ciascuno di questi eventi di una probabilità che quell'evento sia stato effettivamente risentito al sito con una intensità almeno pari a I_{rif}. Questa ultima fase permette di tenere conto delle incertezze sulle valutazioni di scuotimento nei casi in cui questo sia stato dedotto per via indiretta (da dati epicentrali o da risentimenti in siti vicini)
4. identificazione dell'evento di riferimento come quello caratterizzato dai valori massimi della probabilità definita al punto 3 (considerando a parità di probabilità, quello con magnitudo Mw maggiore) e comunque caratterizzato da valori di magnitudo e distanza epicentrale R compatibili con la relazione di Galli (2000) nella forma

$$\boldsymbol{M_w > 2.75 + 2.0 * \log_{10} R}$$

Distanza R (km)	M_w
15	5
24	5.5
45	6
75	6.5
120	7

Tabella A1.2 – Relazione tra la distanza epicentrale R e la minima magnitudo Mw necessario a provocare fenomeni di liquefazione.

Per la definizione di un dato territorio comunale come potenzialmente soggetto a liquefazione (in termini di condizioni scatenanti ed al netto della possibile presenza di fattori predisponenti) vengono proposte due condizioni che costituiscono, se verificate entrambe, la condizione per la quale il sito in esame può essere considerato potenzialmente soggetto a liquefazione dinamica:

1. un valore di I_{rif} almeno pari a VII MCS; questa scelta è dettata dalla considerazione che nelle numerose leggi di conversione I_MCS-PGA, il grado VII MCS corrisponde a circa 0,1 g; inoltre, si vede che solo dal VII grado della scala EMS98 sono presenti effetti di liquefazione fra quelli osservati nell'ambiente naturale in occasione di eventi con questa intensità
2. la presenza nella lista degli eventi che contribuiscono a I_{rif} di almeno un evento con Mw e distanze R (km) compatibile con a relazione di Galli (2000) citata sopra

Un esempio di questo tipo di analisi è riportato (tabelle A2.3 e A2.4) per due località toscane: Pontremoli e Castiglione della Pescaia. Pontremoli è caratterizzata da una I_{rif} pari a VII MCS, mentre per Castiglione della Pescaia la I_{rif} è pari a VI MCS. Per entrambi i siti sono poi riportati i dati epicentrali degli eventi che contribuiscono all'I_{rif} (anno, mese, giorno, lat, long, Mw, I_0, R distanza dell'epicentro dal sito in studio), con la stima delle probabilità associate.

A partire dalle informazioni contenute nelle tabelle è possibile determinare delle soglie di I_MCS (Mw)-distanza utili per valutare il pericolo di liquefazione nelle due zone.

Quindi per i due siti in studio:

- Pontremoli passa la condizione. Infatti I_{rif} = VII MCS, gli eventi del 1481, 1545, 1834 e del 1878 hanno Mw e R che rientrano nei valori della relazione di Galli (2000)
- Castiglione della Pescaia non la supera. Infatti I_{rif} = VI MCS e nessun evento ha una coppia Mw e R che rientri nella parametrizzazione della relazione di Galli (2000)

E' possibile, infine, associare una Mw all'evento rappresentativo della pericolosità per liquefazione pari a quella dell'evento per il quale è maggiore la probabilità che sia stato effettivamente risentito al sito con intensità almeno pari a I_{rif}, scegliendo in caso di parità quello più intenso. Nel caso di Pontremoli, l'evento del 1834 (Mw=5.83) ha la maggiore probabilità di accadimento. La scelta dell'evento (e quindi della Mw) ricadrà su quest'ultimo.

Lat	Lon	I rif	Località						
44.3768	9.8822	7	Pontremoli						
N	Anno	Mese	Giorno	Lat_Epi	Lon_Epi	Mw	Imax	Dist	Prob
10	1117	1	3	45.31	11.02	6.69	9.5	137	0.20
151	1438	6	11	44.84	10.24	5.57	8	59	0.01
190	1481	5	7	44.27	10.13	5.55	8	23	0.20
211	1501	6	5	44.52	10.84	5.98	9	78	0.05
259	1545	6	9	44.47	9.83	5.25	7.5	12	0.50
613	1767	1	21	44.13	10.12	5.35	7	33	0.03
829	1828	10	9	44.82	9.05	5.76	8	83	0.01
842	1831	9	11	44.75	10.54	5.54	7.5	67	0.01
853	1832	3	13	44.77	10.49	5.53	7.5	65	0.01
860	1834	2	14	44.43	9.85	5.83	9	7	1.00
879	1837	4	11	44.18	10.18	5.81	9	33	0.27
1088	1878	9	10	44.22	10.04	5.06	6.5	22	0.02
1429	1902	8	4	44.20	10.20	5.14	7	32	0.01
1803	1920	9	7	44.19	10.28	6.48	10	38	0.50
1812	1921	5	7	44.38	9.88	4.73	6	0	1.00
2039	1940	1	24	44.47	10.10	5.03	0	20	0.02

Tabella A1.3 – Dati riferiti al sito di Pontremoli.

Lat	Lon	I rif	Località						
42.7622	10.88	6	Castiglion della		Pescaia				
N	Anno	Mese	Giorno	Lat_Epi	Lon_Epi	Mw	Imax	Dist	Prob
49	1276	5	22	42.721	12.091	5.57	8	99	0.02
54	1279	4	30	43.093	12.872	6.31	9	166	0.10
66	1298	12	1	42.575	12.902	6.2	9.5	167	0.05
82	1328	12	1	42.856	13.018	6.38	10	175	0.11
98	1352	12	25	43.469	12.127	6.44	9	128	0.41
119	1389	10	18	43.527	12.299	5.99	9	143	0.04
140	1414	8	7	43.271	11.118	5.61	7.5	60	0.16
165	1458	4	26	43.463	12.236	5.78	8.5	135	0.01
256	1542	6	13	44.006	11.385	5.94	9	144	0.03
260	1545	11	16	43.067	11.643	5.35	7.5	71	0.02
274	1558	4	13	43.457	11.564	5.82	8.5	95	0.09
302	1584	9	10	43.862	11.992	5.8	9	152	0.01
315	1599	11	6	42.724	13.021	5.99	9	175	0.01
385	1661	3	22	44.021	11.898	6.09	9	162	0.03
442	1695	6	11	42.613	12.11	5.67	8.5	102	0.03
462	1703	1	14	42.708	13.071	6.74	11	179	0.39
510	1724	12	11	43.206	11.008	5.14	7	50	0.02
552	1741	4	24	43.425	13.005	6.21	9	188	0.03
569	1747	4	17	43.204	12.769	5.94	9	161	0.01
578	1751	7	27	43.225	12.739	6.25	10	160	0.09
620	1768	10	19	43.939	11.901	5.87	9	155	0.01
671	1781	6	3	43.597	12.512	6.42	10	162	0.18
718	1789	9	30	43.51	12.217	5.84	9	137	0.02
744	1799	7	28	43.193	13.151	6.13	9	191	0.01
847	1832	1	13	42.98	12.605	6.33	10	143	0.21
914	1846	8	14	43.47	10.562	5.91	9	83	0.22
1031	1871	7	29	43.301	10.619	5.16	7.5	64	0.01
1574	1909	8	25	43.133	11.2	5.17	0	49	0.03
1672	1914	10	27	43.911	10.598	5.76	7	130	0.01
1742	1917	4	26	43.467	12.129	5.89	9.5	128	0.04
1769	1918	11	10	43.917	11.933	5.88	9	154	0.01
1780	1919	9	10	42.793	11.788	5.32	7.5	74	0.01
1803	1920	9	7	44.185	10.278	6.48	10	166	0.21
2914	1997	9	26	43.014	12.853	6.01	8.5	163	0.02

Tabella A1.4 – Dati riferiti al sito di Castiglione della Pescaia

Nell'Allegato 1 sono riportate le mappe del territorio nazionale e la lista dei Comuni per i quali sono verificate le soglie 1 e 2 precedentemente definite e sussiste, dunque, la condizione di suscettibilità alla liquefazione rispetto alla Mw e alla distanza epicentrale dell'evento sismico.

APPENDICE A2 – Metodi di mitigazione del rischio dovuto alla liquefazione

Il danno alle strutture, causato da fenomeni di liquefazione, può essere ridotto intervenendo con tre differenti categorie di contromisure (JGS, 1998):

1) si dichiara l'area non idonea e si rilocalizzano le strutture già presenti o in progetto;
2) si mitiga la pericolosità, mettendo in opera interventi mirati a migliorare le caratteristiche del terreno potenzialmente liquefacibile;
3) si riduce la vulnerabilità delle opere antropiche, realizzando interventi mirati a rinforzare le strutture per prevenire il danno.

In occasione di terremoti con livelli di scuotimenti molto alti (Kobe, Giappone) si è comunque verificato che una reale efficacia si ottiene realizzando parallelamente contromisure del punto 2) e del punto 3), piuttosto che quelli del punto 1).

Le contromisure del punto 2) sono mirate a migliorare le caratteristiche del terreno, in modo tale da aumentare la resistenza alla liquefazione, intervenendo su fattori quali:

- incremento della densità del terreno (Fig. A2.1);
- compattazione del terreno (Fig. A2.2);
- riduzione del grado di saturazione, con incremento delle pressioni efficaci (Fig. A2.3);
- dissipazione e controllo della pressione dell'acqua (Fig. A2.4);
- controllo della deformazione al taglio e dell'eccesso di pressione neutra (Fig.A2.5).

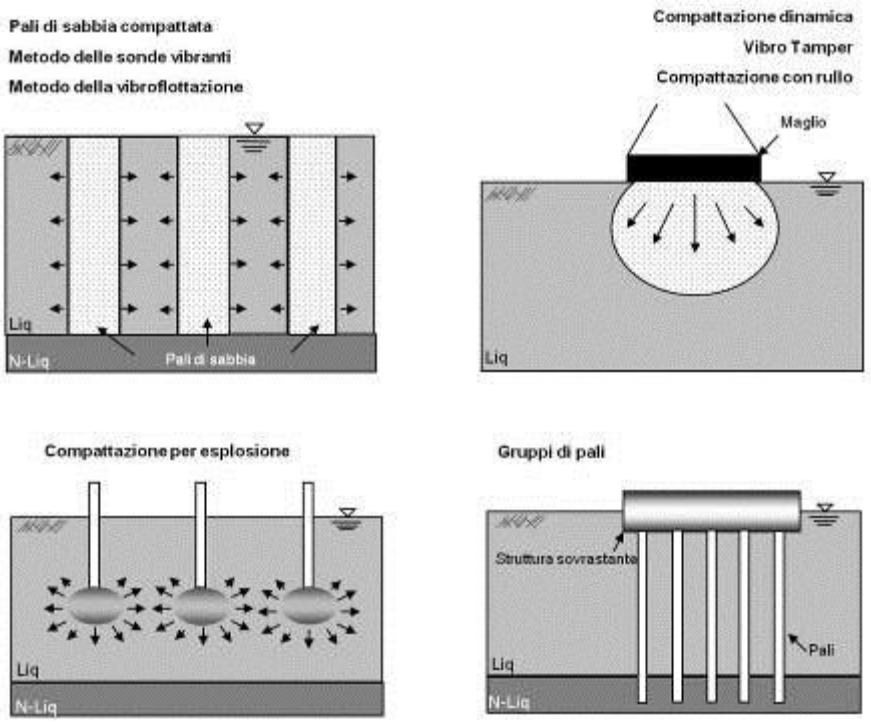


Figura A2.1- Contromisure della categoria 2: incremento della densità dei terreni liquefacibili.

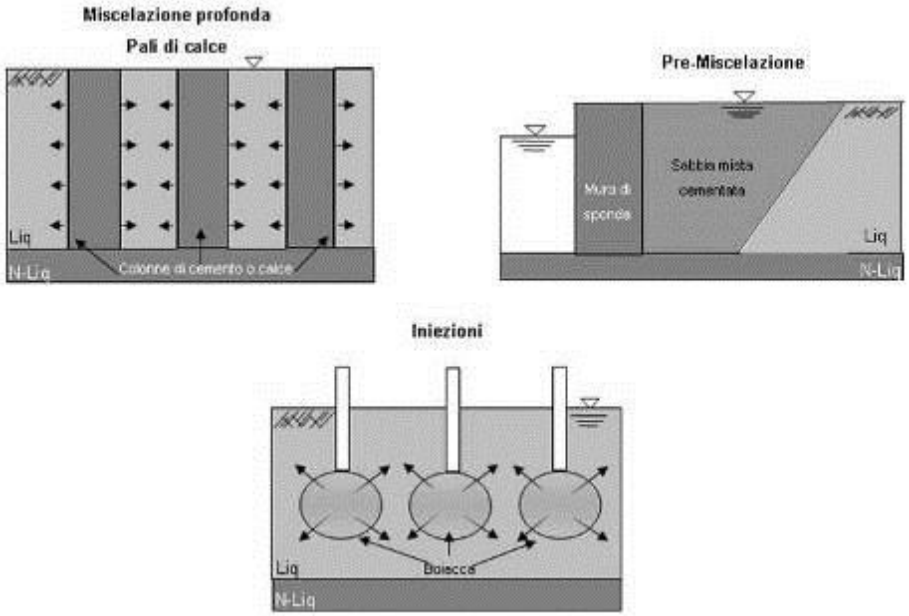


Figura A2.2 – Contromisure della categoria 2: compattazione dei terreni liquefacibili.

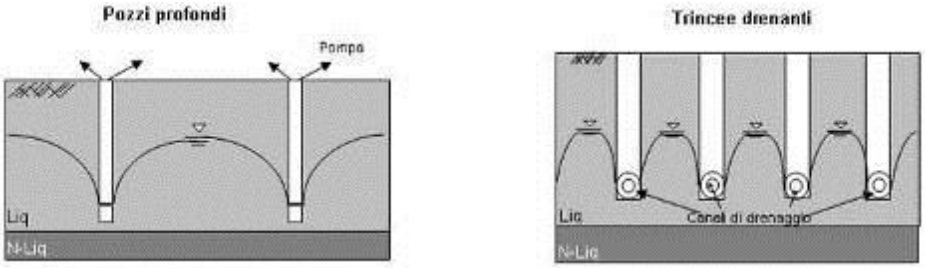


Figura A2.3 – Contromisure della categoria 2: riduzione del grado di saturazione ed incremento degli sforzi efficaci dei terreni liquefacibili.

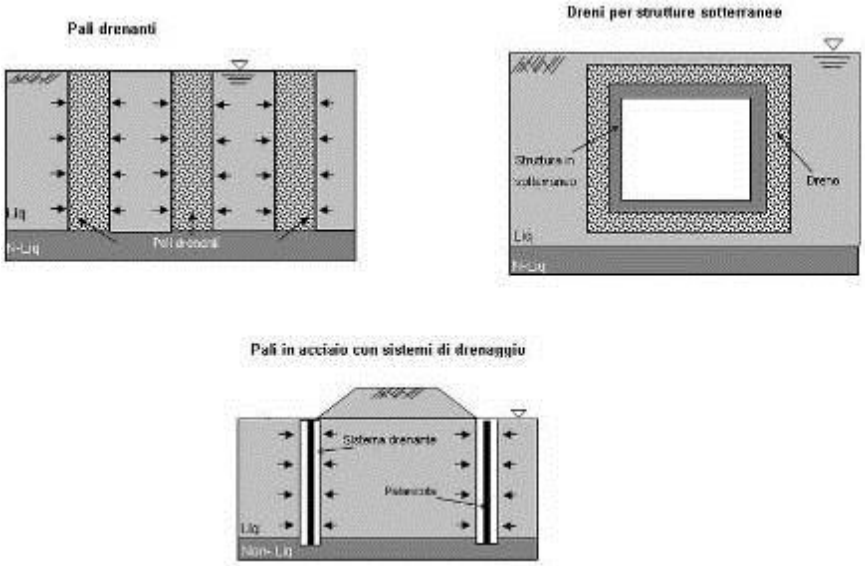


Figura A2.4 - Contromisure della categoria 2: dissipazione e controllo della pressione neutra.

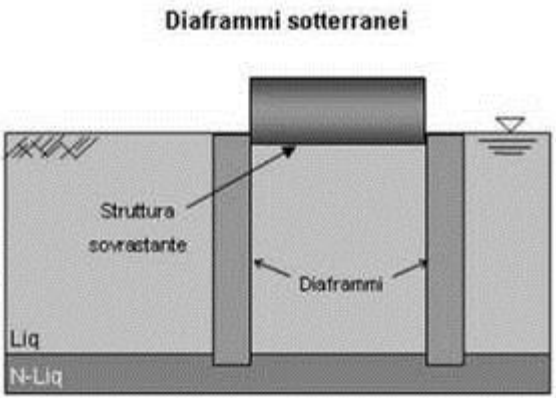


Figura A2.5 - Contromisure della categoria 2: controllo della deformazione al taglio e intercettazione dell'eccesso della pressione dell'acqua.

APPENDICE A3 – Modalità di intervento in fase di prima emergenza

Gli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012 hanno interessato un esteso settore della pianura emiliana e dell'Oltrepo mantovano, generando fenomeni di liquefazione, in particolar modo, in corrispondenza di vecchi corsi d'acqua abbandonati.

Tali fenomeni hanno avuto particolare rilevanza soprattutto in due centri abitati del settore occidentale della Provincia di Ferrara: in località S. Carlo, frazione del comune di S. Agostino, e nel comune di Mirabello, causando una temporanea inagibilità di alcuni edifici, la chiusura di strade e l'interruzione di alcuni servizi a causa della rottura delle reti di sottoservizi. Per questo motivo il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna ed il Dipartimento di Protezione Civile, hanno incaricato un gruppo di esperti per la valutazione del rischio geotecnico post-sismico nella località più interessata da estesi e significativi fenomeni di liquefazione, S. Carlo di Sant'Agostino e Mirabello.

Gli effetti della liquefazione immediatamente osservati sono stati:

- fuoriuscite di acqua e terreno nella tipica forma di vulcanelli (*sand boils*);
- dislocazioni laterali del terreno (*lateral spreading*) sui dossi
- locali cedimenti uniformi e/o differenziali e talora con rotazioni delle strutture;

Di seguito, per semplicità, sono riportati i primi interventi effettuati a S. Carlo.

Sono stati condotti una serie di sopralluoghi, eseguiti tra il 24 e il 25 maggio, che hanno permesso di evidenziare diversi effetti di tipo geotecnico provocati dal sisma.

In gran parte dell'abitato di San Carlo di Sant'Agostino sono state rilevate importanti fuoriuscite di sabbia sia attraverso rotture del terreno sia attraverso i pozzi per l'emungimento dell'acqua. In particolare, laddove la sabbia non ha trovato la via di uscita preferenziale, costituita dai pozzi, sono state osservate copiose fuoriuscite di acqua mista a terreno:

- in forma di vulcanelli, all'esterno degli edifici;
- in forma di sollevamento del pavimento, nei piani seminterrati e al piano terra degli edifici, con trasporto prevalente del terreno di fondazione più superficiale (in genere a granulometria più fine) e parte del sottostante strato di terreno liquefatto (a granulometria più grossolana);
- fratture.

In corrispondenza degli antichi argini fluviali, morfologicamente più elevati rispetto alla quota media del piano campagna, le fuoriuscite di sabbia, sia esterne che interne agli edifici, sono state accompagnate da diffusi fenomeni di instabilità locali e globali, con conseguenze talora gravi sulla stabilità degli edifici presenti.

Nelle aree morfologicamente più piane e nelle aree sommitali dei dossi, corrispondenti ai rilievi dei sistemi canale-argine, si sono formate fratture profonde, in alcuni casi caratterizzate da dislocazione solo orizzontali anche decimetriche, in altri anche da dislocazioni verticali centimetriche. Gli edifici circostanti hanno subito conseguenti rotazioni e cedimenti.

In Figura A3.1 sono mostrati i siti, nel centro abitato di S. Carlo di Sant'Agostino e dintorni, in cui sono stati osservati i sopracitati effetti di liquefazione sia puntuali che lineari.

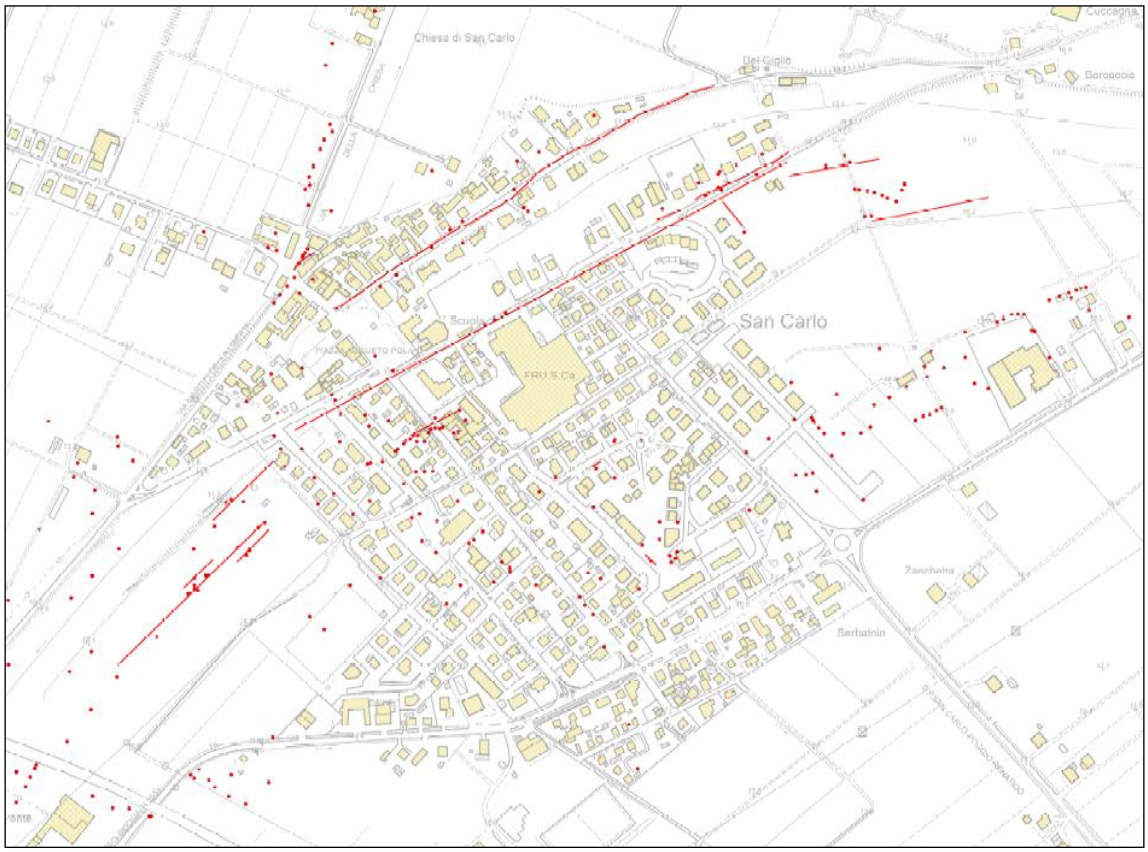


Figura A3.1 - Effetti della liquefazione osservati a S. Carlo di Sant'Agostino.

Pertanto, a seguito dei primi sopralluoghi effettuati, sulla base delle evidenze superficiali e dell'osservazione qualitativa dei terreni di fondazione e sulla base del raffronto tra le osservazioni qualitative e le conoscenze geologiche e geomorfologiche pregresse, non potendo escludere il verificarsi di effetti post-sismici differiti nel tempo (nell'ordine di qualche settimana), è stato ritenuto prudenzialmente opportuno dichiarare temporaneamente inagibili alcune aree per rischio geotecnico (zona rossa).

Per meglio identificare le aree interessate da rischio geotecnico elevato, nelle quali concentrare le successive indagini e verifiche, è stata realizzata una cartografia di danno geotecnico degli edifici. In tale carta, gli edifici sono stati classificati in base all'esito delle verifiche eseguite da squadre di ingegneri preposti al rilievo del danno, affiancati da ingegneri geotecnici esperti di liquefazione.

Gli edifici sono stati così classificati (Figura A3.2):

- edificio inagibile per danni strutturali gravi legati alla liquefazione (in rosso),
- edificio da rivedere o parzialmente inagibile per danni strutturali minori legati alla liquefazione (in arancione),
- edificio agibile, ma dichiarato precauzionalmente e temporaneamente inagibile per motivi geotecnici (in verde).

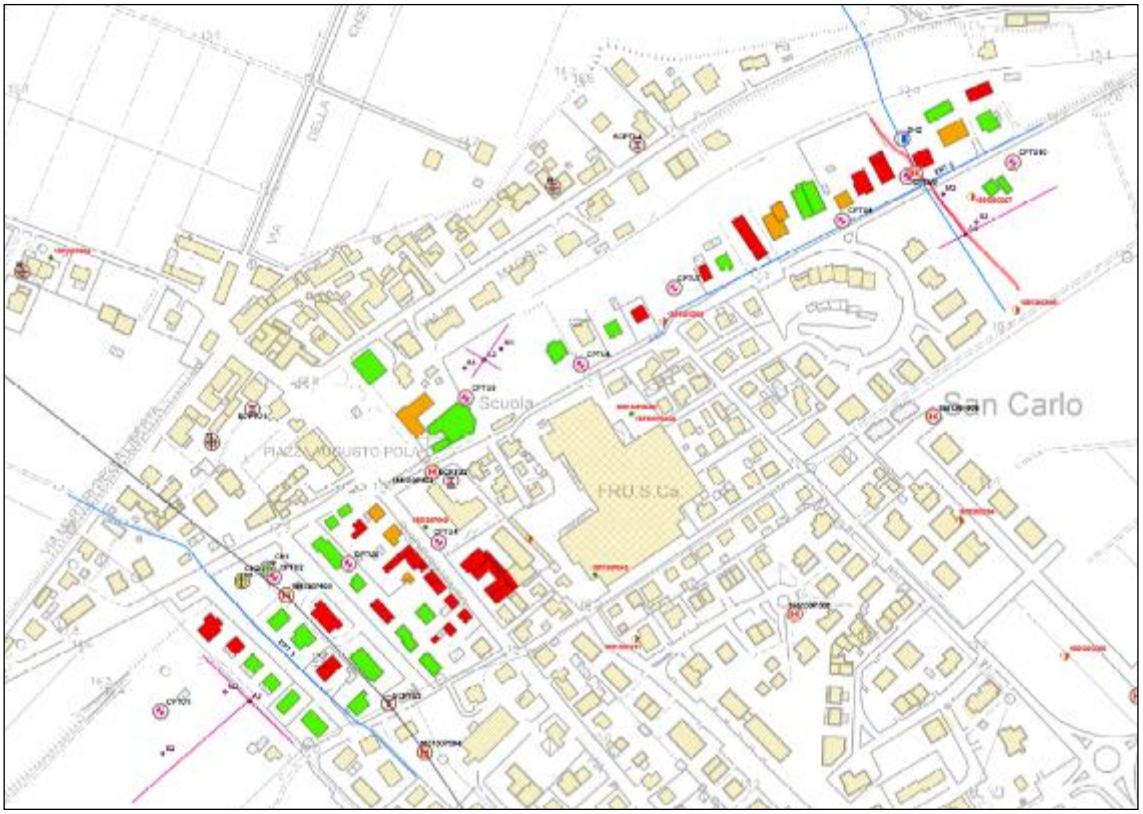


Figura A3.2 – Classi di danno degli edifici nelle aree con problemi geotecnici.

A seguito di questa mappatura è stato ritenuto necessario intraprendere un programma di indagini conoscitive sulla natura e le proprietà meccaniche dei terreni mediante una campagna di prove *in situ* (Figura A3.3) atte a:

- definire l'assetto litostratigrafico dei terreni;
- monitorare, mediante la messa in opera di piezometri, le variazioni del livello della falda freatica, durante la fase transitoria post-sisma;
- eseguire prove geotecniche e geofisiche in foro, anche per il prelievo di campioni indisturbati per successive analisi di laboratorio.

È stato, inoltre, allestito un sistema di monitoraggio topografico, mediante livellazione ad alta precisione, per misurare eventuali spostamenti post-sismici degli edifici classificati "verdi" (Figura A4.4). L'attività di monitoraggio geodetico ha avuto lo scopo di determinare eventuali movimenti verticali di diversi edifici adibiti, in prevalenza, ad uso residenziale e, in misura minore, ad attività commerciali e di culto.

Infine tutti i rilievi e le indagini condotte hanno avuto come finalità quella di verificare lo stato dei terreni di fondazione, dopo gli effetti di liquefazione, ed individuare la fine del periodo transitorio post-sismico.

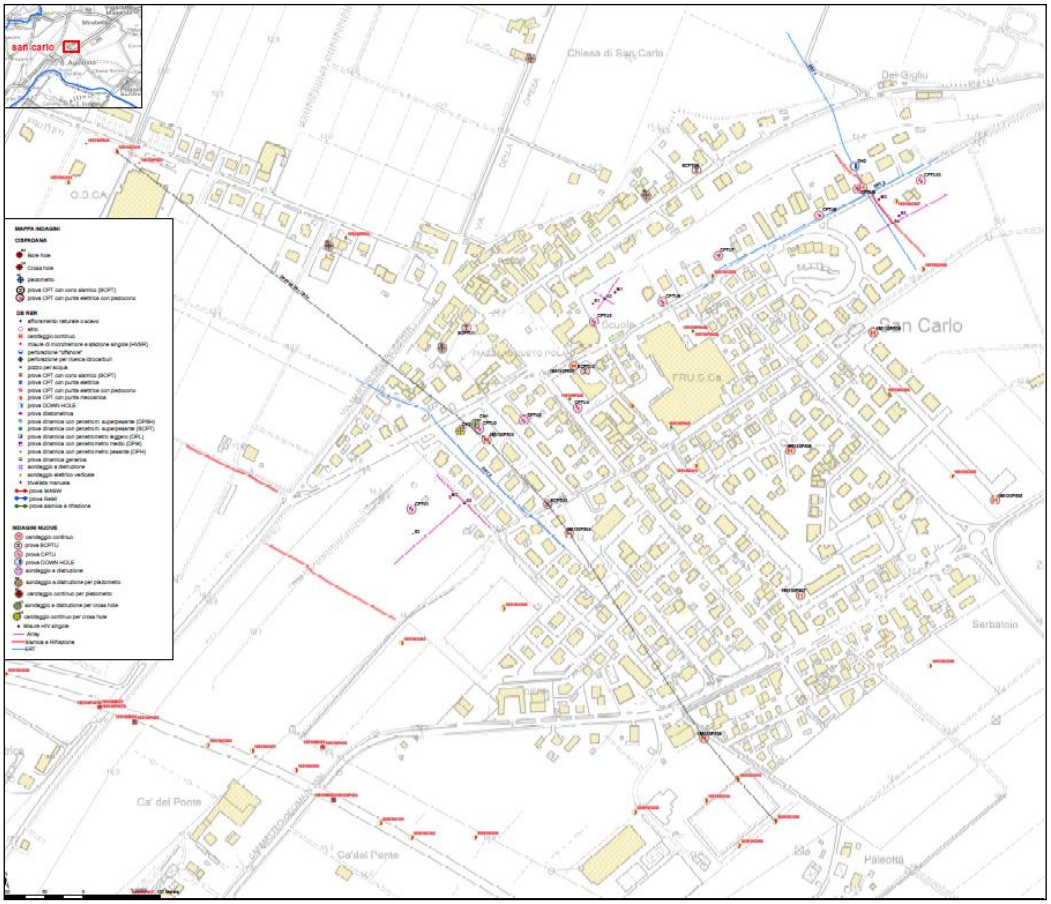


Figura A3.3– Carta delle indagini in situ per l'abitato di S. Carlo di S. Agostino.

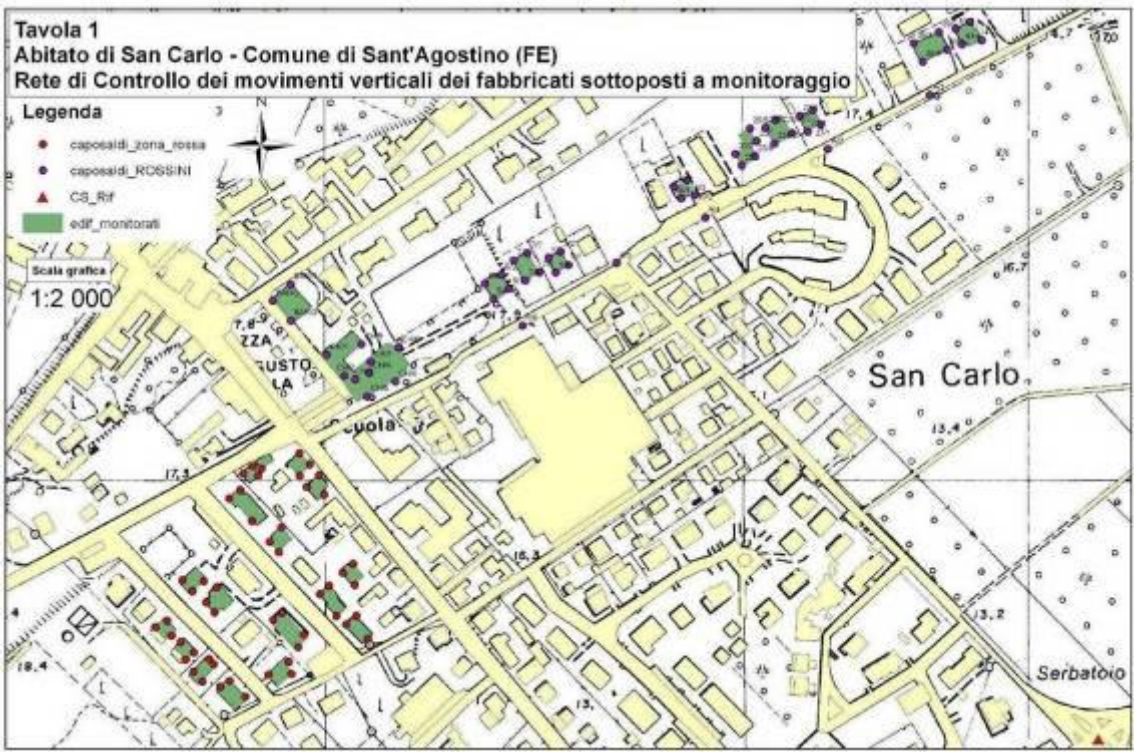


Figura A3.4 – Ubicazione della rete di monitoraggio topografico.

APPENDICE B1 – Schema di Programma Zone Instabili

Finalità generale

La finalità generale del Programma Zone Instabili è ridurre gli eventuali effetti dovuti a:

- liquefazioni;
- (…)

Oggetto e finalità specifiche

1. Le ZS o ZR dei comuni interessati sono oggetto di uno specifico Programma che verifica e persegue [*selezione in funzione della scelta dell'obiettivo*]:

☐ la delocalizzazione di tutte le funzioni strategiche, con individuazione di altre sedi o nuova realizzazione delle stesse in aree esterne alle ZS e alle ZR;
☐ la delocalizzazione degli edifici rilevanti, come definiti dal Decreto del Capo Dipartimento della protezione civile n.3685/2003;
☐ la delocalizzazione delle funzioni residenziali;
☐ il cambiamento delle destinazione d'uso delle aree non edificate, in funzioni di servizio e altre funzioni, senza volumetrie;
☐ interventi di mitigazione della pericolosità e della vulnerabilità;
☐ interventi di adeguamento o miglioramento antisismico sull'edilizia esistente;
☐ le priorità di intervento fra ZS e ZR.

2. Tale programma individua gli incentivi finanziari, gli incentivi urbanistici e le misure premiali dirette a favorire la rapida e completa attuazione degli interventi di miglioramento, adeguamento o di delocalizzazione , volti anche al raggiungimento di più elevati livelli di sicurezza sismica, efficienza energetica e qualificazione dell'assetto urbano da parte dei privati interessati.

3. Il programma è corredato da un'analisi del fabbisogno finanziario per l'attuazione del programma stesso.

4. Il programma individua interventi che possono essere in conformità con gli strumenti urbanistici generali vigenti, o rendere necessaria la loro variante:

- Qualora risulti indispensabile la realizzazione di nuovi insediamenti prevalentemente residenziali o produttivi, il programma definisce la contestuale realizzazione e completamento delle connesse dotazioni territoriali e infrastrutture per la mobilità;
- Qualora tali previsioni non siano presenti nella pianificazione urbanistica vigente, le stesse devono essere individuate in adiacenza e continuità con i tessuti urbani esistenti.

5. Per la scelta delle aree nelle quali trasferire gli edifici e le funzioni delocalizzate nel programma si individua come prioritario il riuso di immobili e aree dismesse, collocate all'interno del territorio urbanizzato o in fase di urbanizzazione certa.

6. Il programma può essere realizzato anche attraverso specifici piani attuativi, ove necessari, di iniziativa pubblica da approvare mediante Accordo di programma ai sensi dell'art. art. 34 del D.Lgs. 267/2000,

Strumenti di attuazione. Piani attuativi

1. Il programma, per le sue finalità, individua le aree da sottoporre a specifici piani attuativi.

2. I piani attuativi individuati ai sensi del comma 1, disciplinano le trasformazioni urbanistiche da operare nell'ambito delle ZS e delle ZR, per conseguire gli obiettivi generali e specifici indicati all'articolo 2, fra le quali:

- interventi di ristrutturazione edilizia, per l'adeguamento antisismico degli edifici ospitanti funzioni compatibili;
- interventi di ristrutturazione urbanistica con particolare attenzione all'incremento del sistema delle vie di fuga e della loro ridondanza;
- cambiamento di destinazione d'uso per gli immobili che ospitavano funzioni strategiche oggetto di delocalizzazione.

3. I piani individuano le Unità Minime di Intervento, come definite dalle Regioni, che necessitano di modifica della disciplina prevista dalla pianificazione urbanistica, stabilendo i sistemi strutturali, gli ingombri planivolumetrici e le caratteristiche progettuali più appropriate, ai fini della conservazione dei tessuti urbani, e ogni altra regolamentazione di dettaglio necessaria per procedere con intervento diretto alla realizzazione degli interventi. A tal fine è incentivata la costituzione di forme consortili e accordi tra i proprietari degli edifici ricadenti negli interventi unitari, favorendo la sinergia tra pubblico e privato e intervenendo anche sui tempi di esecuzione.

4. Il piano individua le limitazioni per classi d'uso consentite e il tipo di intervento con riferimento alla normativa tecnica e individua inoltre:

- le parti del territorio interessate da ZS e ZR da includere nel piano in funzione della unitarietà e coerenza urbanistica e in funzione delle Unità Minime di Intervento;
- gli ambiti del territorio comunale idonei alla eventuale rilocalizzazione delle funzioni.

5. Allo scopo di assicurare la fattibilità dell'intervento, la delibera di adozione dei piani è corredata da una apposita relazione circa il pieno coinvolgimento di tutti i soggetti privati interessati, attraverso la stipula di accordi compensativi che dimostrino la disponibilità delle risorse finanziarie necessarie per l'attuazione degli interventi.

6. Allo scopo di assicurare il pieno coinvolgimento di tutti i soggetti privati interessati, i contenuti dei piani possono essere oggetto di accordi preliminari con i privati stessi.

7. Il quadro conoscitivo e le valutazioni ambientali dei piani sono predisposti ai sensi della normativa sulla VAS, tenendo conto delle analisi di microzonazione sismica, con particolare riguardo alle aree urbanizzate e a quelle prescelte per i nuovi insediamenti.

APPENDICE B2 – Schemi sintetici di classificazione

A ciascuna indicazione urbanistica della Tab. B1 (qui riportata nuovamente) vengono associate una o più indicazioni sulla tipologia di intervento per l'edilizia esistente o di nuova costruzione riportate nella Tab. B2.

<table>
<tr><th colspan="2">Categorie urbanistiche</th><th>Aree edificate (recenti o consolidate)</th><th>Aree non edificate (con previsione di trasformazione)</th><th>Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata</th><th>Infrastrutture</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Zone di liquefazione</td><td>ZA_{LQ}</td><td>Obbligo di approfondimento (5.1.1)</td><td colspan="2">Obbligo di approfondimento (5.2.1)</td><td rowspan="3">Programma Infrastrutture (5.3)</td></tr>
<tr><td>ZS_{LQ}</td><td rowspan="2">Programma Zone Instabili (5.1.2)</td><td colspan="2" rowspan="2">Intervento limitato (5.2.2)</td></tr>
<tr><td>ZR_{LQ}</td></tr>
</table>

Tabella B2.1 - Indicazioni urbanistiche

<table>
<tr><th colspan="2">Categorie urbanistiche</th><th>Aree edificate (recenti o consolidate)</th><th>Aree non edificate (con previsione di trasformazione)</th><th>Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata</th><th>Infrastrutture</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Zone di liquefazione</td><td>ZA_{LQ}</td><td>EL-NI</td><td colspan="2">EL-NI</td><td rowspan="3">Programma Infrastrutture</td></tr>
<tr><td>ZS_{LQ}</td><td rowspan="2">EL-NI
(EL-NL)
(EO-NL)
(EO-NI)
(ED-NI)</td><td colspan="2" rowspan="2">EL-NL</td></tr>
<tr><td>ZR_{LQ}</td></tr>
</table>

Tabella B2.2 – Indicazioni sulle tipologie di intervento per l'edilizia esistente e per la nuova edificazione. Legenda

Sigla	Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
EL	**E**sistente	**L**imitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, degli interventi di adeguamento igienico-sanitario, o altri interventi obbligatori di settore, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento o di adeguamento e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).
EO	**E**sistente	**O**bbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
ED	**E**sistente	**D**elocalizzazione	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente, perché oggetto di delocalizzazione obbligatoria.
NL	**N**uova costruzione	**L**imitato	E' consentita la nuova edificazione con valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).
NI	**N**uova costruzione	**I**nibito	Non è consentita la nuova edificazione.

La Tabella B2.2, con riferimento alla disciplina d'uso per le zone di ricostruzione post-terremoto di cui al capitolo 9), per quanto riguarda le Aree edificate (recenti o consolidate), viene così integrata:

Categorie urbanistiche		**Aree edificate (recenti o consolidate)**
Zone di liquefazione	**ZA_{LQ}**	LL-ML-GL
	ZS_{LQ}	LL-ML-GL (LL-ML-GL) (LL-ML-GO) (LO-MO-GO)
	ZR_{LQ}	LL-ML-GL (LO-MO-GO)

Legenda Tabella B2.3 - Indicazioni sulle tipologie di intervento per l'edilizia esistente e per l'edilizia danneggiata.

Sigla	**Edilizia**	**Tipo Intervento**	**Descrizione**
LL ML GL	Danneggiata (danno **L**eggero, **M**edio-grave, **G**ravissimo)	**L**imitato	Qualsiasi tipo di intervento deve prevedere (nei tempi definiti dalla Regione) interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).
LO MO GO	Danneggiata (danno **L**eggero, **M**edio-grave, **G**ravissimo)	**O**bbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.

Le sigle relative all'edilizia sopra riportate fanno riferimento ad una possibile classificazione dell'edilizia in funzione del danno. Sistemi di classificazione più articolati possono prevedere la valutazione del livello di danneggiamento e l'analisi di vulnerabilità del manufatto.

A titolo esemplificativo viene riportata la metodologia per l'attribuzione del livello di danno e vulnerabilità utilizzata dal Comune dell'Aquila per l'attribuzione degli indennizzi (Comune dell'Aquila, Assessorato alla Ricostruzione, Urbanistica e Pianificazione territoriale, *Sisma Abruzzo 2009, Manuale Istruzioni, Scheda P.E.R. L'Aquila*, gennaio 2013).

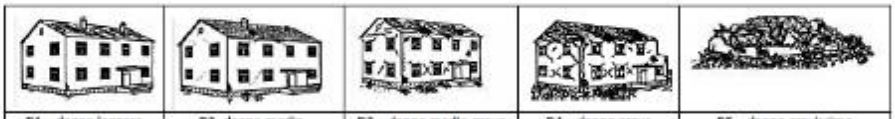
Il metodo si basa su un'analisi danno-vulnerabilità degli edifici effettuata utilizzando un'apposita scheda progetto. La correlazione danno-vulnerabilità porta all'individuazione di 4 livelli, utilizzati anche come riferimento per l'indennizzo (Fig. B2_1). Il livello di danno viene valutato sulla base del rilevamento di danneggiamento a seguito del terremoto, utilizzando la scala EMS98 (Fig. B2_2). La valutazione della vulnerabilità viene effettuata sulla base di criteri speditivi attribuendo un punteggio a ciascuna tipologia o carenza costruttiva (Figg. B2_3 e B2_4)

Correlazione danno-vulnerabilità	Muratura			Cemento armato		
Livello di danno	Livello di vulnerabilità			Livello di vulnerabilità		
	V1 bassa	V2 media	V3 elevata	V1 bassa	V2 media	V3 Elevata
D0 – danno nullo	L0	L0	L1	L0	L0	L1
D1 – danno lieve	L0	L1	L1	L0	L1	L1
D2 – danno moderato	L1	L1	L2	L1	L1	L2
D3 – danno medio	L1	L2	L2	L1	L2	L3
D4 – danno grave	L2	L2	L3	L2	L3	L3
D5 – danno gravissimo	L2	L3	L3	L3	L3	L3

Figura B2.1 – Livelli di indennizzo (L) sulla base della correlazione danno vulnerabilità.

Descrizione dei livelli di danno della scala Ems 98 ottenuti dalla conversione del danno rilevato con la scheda AeDES :

- ***D1 danno leggero:*** nessun danno strutturale e danno non strutturale trascurabile; fessure capillari a pochi pannelli murari; caduta di piccoli pezzi di solo intonaco, in rari casi caduta di parti superiori di edifici.
- ***D2 danno*** moderato non strutturale, lesioni alle murature, cadute di pezzi abbastanza grandi di intonaco; crolli parziali di canne fumarie.
- ***D3 danno medio con*** estese lesioni in più pannelli murari, lesioni ai cornicioni; crollo di elementi non strutturali.
- ***D4 danno*** grave alle strutture, crollo di porzione di muri, crollo parziale di cornicioni e solai.
- ***D5*** danno gravissimo alle strutture, prossimo al crollo o crollo totale.



D1 – danno leggero	D2- danno medio-moderato	D3 – danno medio-grave	D4 – danno grave	D5 – danno gravissimo

Figura B2.2 – Definizioni dei livelli di danno

Sisma Abruzzo 2009 - Manuale istruzioni scheda P.E.R. L'Aquila

CRITERI ADOTATTI PER LA DETERMINAZIONE DELLA VULNERABILITA' DEGLI EDIFICI IN MURATURA

Nella sezione D6.12 sono riportati, per ciascun indicatore, il giudizio e il punteggio delle vulnerabilità rilevate, il punteggio totale e il livello di vulnerabilità complessiva.

n.	MODELLO SPEDITIVO VULNERABILITA'	V3 = elevata	V2 = media	V1 = bassa	V3	V2	V1
1	qualità della muratura	caotica, sbozzata senza ricorsi e orizzontalità, diatoni, ...	sbozzata con ricorsi, a spacco, ...	squadrata, mattoni pieni, con ricorsi, diatoni	15	8	4
2	qualità delle connessione della muratura alle angolate ed ai martelli.	Assente	Irregolari	alternanza regolare	6	4	2
3	Presenza di muratura gravante in falso, almeno su un livello, sulle strutture orizzontali per almeno il 10% della superficie in pianta.	Presente		assente	3	0	0
4	Elevata distanza tra pareti portanti successive (rapporto massimo interasse/spessore della muratura maggiore di 14)	>14	≥10;<14	<10	4	3	2
5	Orizzontamenti : collegamento alle strutture verticali portanti	Assenti o mal collegati	collegamenti poco efficaci	ben collegati	10	7	5
6	Strutture di copertura : collegamento alle strutture verticali portanti	Assente, mal collegato/pesante	collegamenti poco efficaci	ben collegati	8	6	4
7	Presenza di impalcati impostati su piani sfalsati con dislivello maggiore di 1/3 dell'altezza di interpiano	si	No	No	4	0	0
8	Carenza di collegamenti fra gli elementi non strutturali e la struttura.	assente	poco efficaci	efficaci	4	2	0
9	Posizione nell'aggregato	testata/angolo	interno sporgente	interno	3	2	1
	Totale punteggio massimo				**57**	**34**	**18**

Vulnerabilità muratura

La vulnerabilità è stata determinata attribuendo un punteggio a ciascuna tipologia o carenza costruttiva graduato su tre livelli. La vulnerabilità elevata (V3) è attribuita quando il punteggio è maggiore o uguale a 40, la vulnerabilità media (V2) prevede un punteggio compreso tra 25 e 40 e la vulnerabilità bassa (V1) si ottiene per punteggi inferiori a 25.

Livello vulnerabilità	Punteggio
V3 – elevata	>40
V2 – Media	≥21 - ≤40
V1 – bassa	<21

Figura B2.3 – Livelli di vulnerabilità per gli edifici in muratura

Sisma Abruzzo 2009 - Manuale istruzioni scheda P.E.R. L'Aquila

CRITERI PER LA DETERMINAZIONE DELLE VULNERABILITA' DEGLI EDIFICI IN CEMENTO ARMATO

La vulnerabilità è stata graduata su tre livelli : Elevata, media e bassa. A ciascuna carenza costruttiva è stata attribuita una classe tra A (principale) e B (secondaria). La vulnerabilità è Elevata (V3) quando sono presenti almeno 3 carenze costruttive di classe A, è bassa (V1) se sono presenti almeno 5 carenze costruttive di classe B e media (V2) in tutti gli altri casi.

Alta	**≥ 2 A**
Media	**Altre combinazioni**
Bassa	**≤3 B**

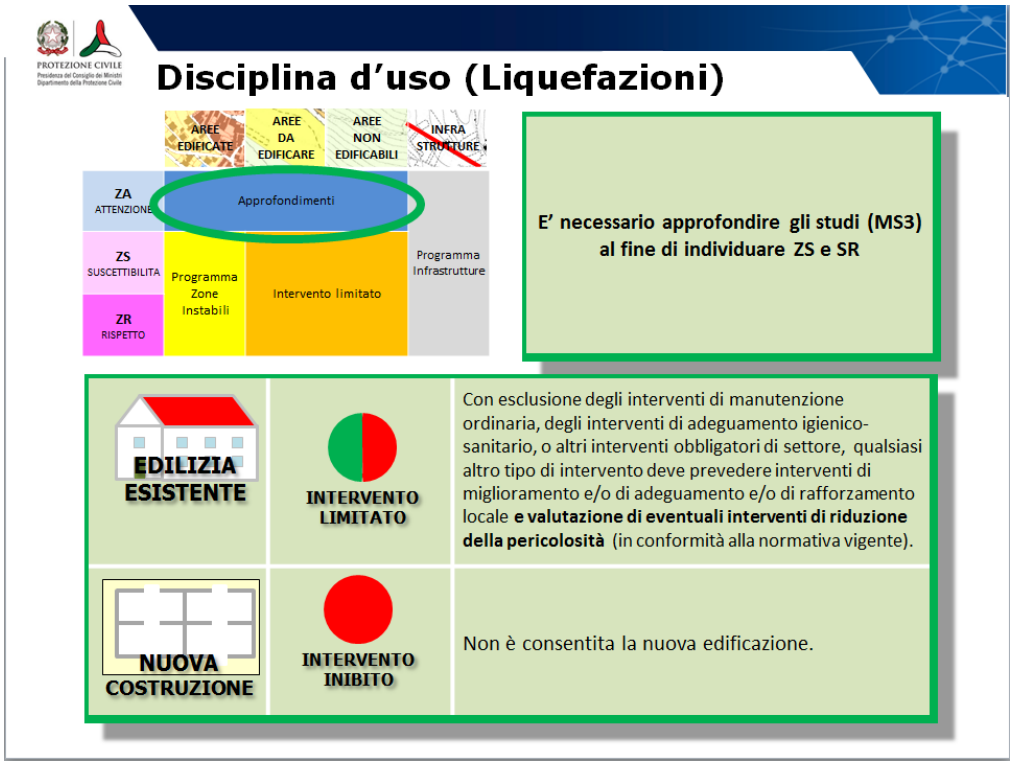
Nella tabella sono riportate gli indicatori di vulnerabilità e la classe

TABELLA RIEPILOGATIVE DELLE CARENZE COSTRUTTIVE GRAVI		**A**	**B**
1	Regolarità in pianta	X	
2	Rigidezza de solai		X
3	Distribuzione delle tamponature in pianta		X
4	Distribuzione delle tamponature in elevazione	X	
5	Tamponature fuori della maglia strutturali		X
6	Presenza di pilastri tozzi	X	
7	Carenza del sistema resistente	X	
8	Stato di conservazione		X
9	Assenza del giunto simico		X
10	Carico sui pilastri	X	
11	Resistenza del calcestruzzo	X	
12	Epoca di costruzione		X

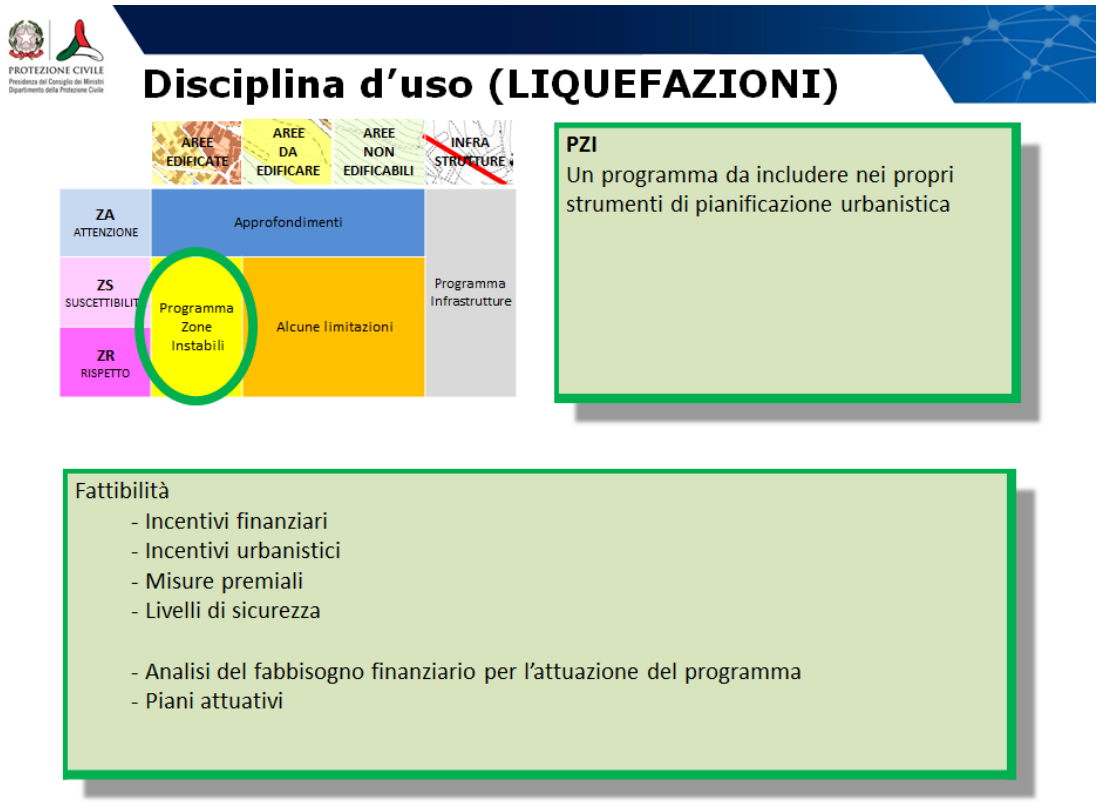
tabella riepilogativa delle carenze costruttive gravi

Figura B2.4 – Livelli di vulnerabilità per gli edifici in cemento armato

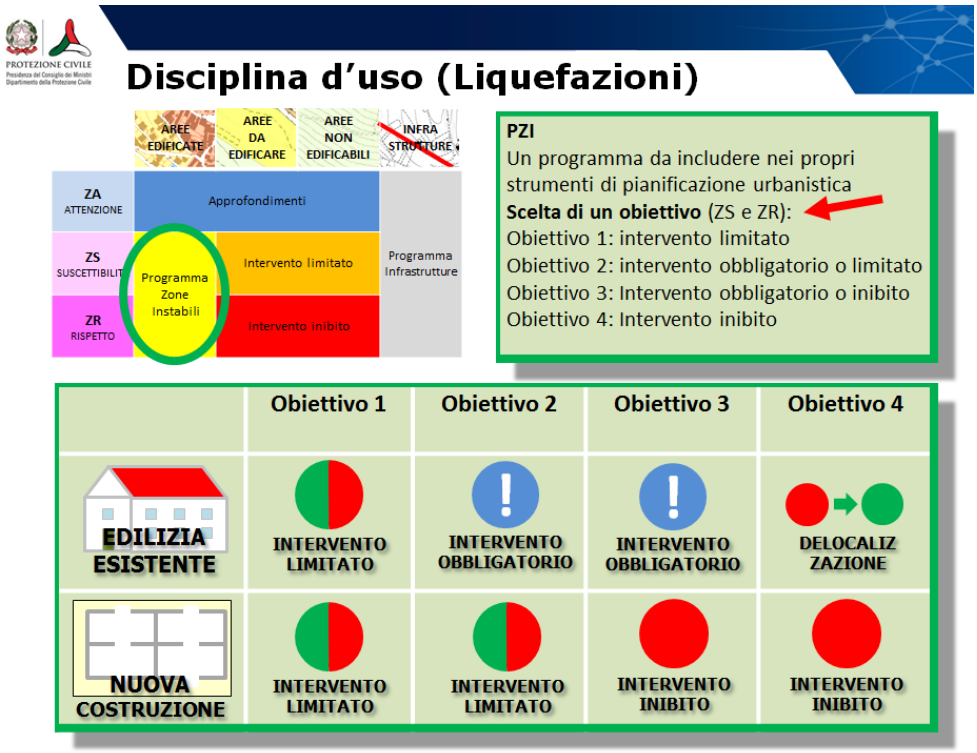
APPENDICE B3 – Schema riassuntivo della disciplina d'uso



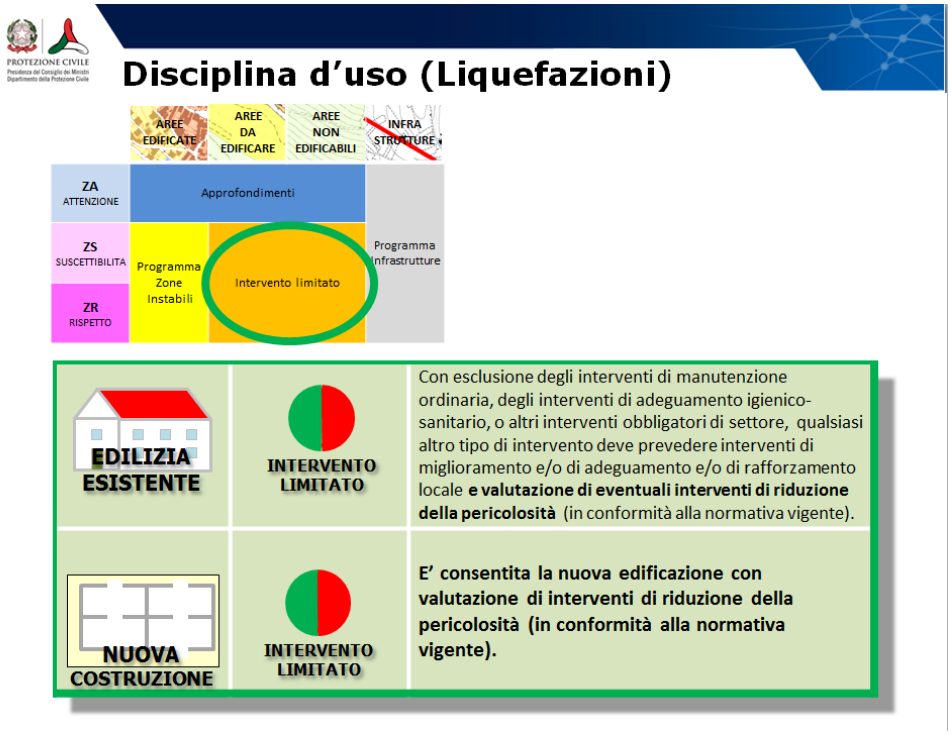
Slide 1 – Zone di Attenzione: Interventi limitati per l'edilizia esistente e inibizione per le nuove costruzioni



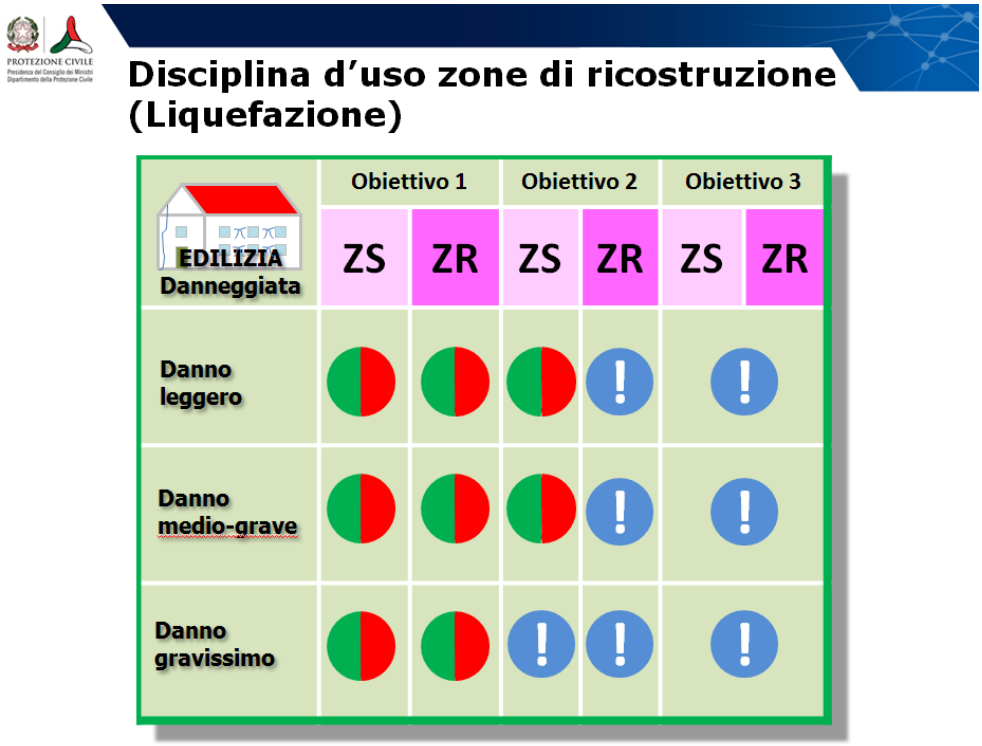
Slide 2 – Zone di Suscettibilità e Zone di Rispetto per Aree Edificate: Definizione del Programma Zone Instabili



Slide 3 - Zone di Suscettibilità e Zone di Rispetto per Aree Edificate: Scelta Obiettivo del PZI



Slide 4 - Zone di Suscettibilità e Zone di Rispetto per Aree non Edificate e Aree non Edificabili: Interventi limitati per l'edilizia esistente e per le Nuove costruzioni



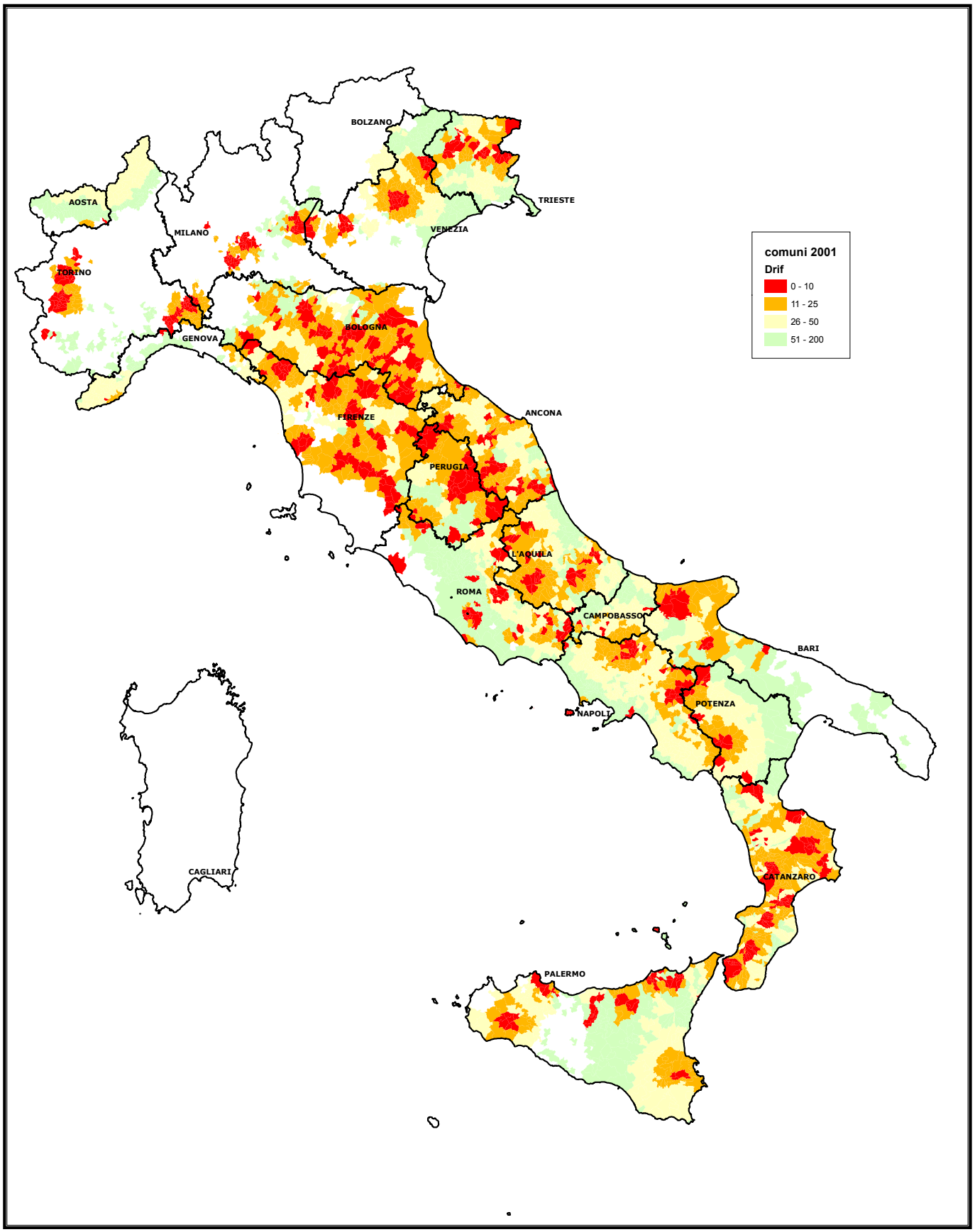
Slide 5 – Disciplina d'uso per le zone di ricostruzione, in funzione dell'obiettivo prescelto per il PZI.

ALLEGATI

Mappe del territorio nazionale e lista dei Comuni per i quali sono verificate le soglie 1 e 2 definite dalla metodologia di Albarello e sussiste, dunque, la condizione di suscettibilità alla liquefazione rispetto alla Mw e alla distanza epicentrale dell'evento sismico.

Elenco file allegati:

- Liquef_Alleg1_Elenco.xlsx
- Liquef_Alleg1_Dist.pdf
- Liquef_Alleg1_Magn.pdf
- Liquef_Alleg1_Risent.pdf


BOLZANO
TRIESTE
AOSTA
MILANO
VENEZIA
TORINO
BOLOGNA
GENOVA
ANCONA
FIRENZE
PERUGIA
L'AQUILA
ROMA
CAMPOBASSO
BARI
POTENZA
NAPOLI
CAGLIARI
CATANZARO
PALERMO
comuni 2001
Drif
0 - 10
11 - 25
26 - 50
51 - 200

CodIstat	Denominazione	Nfelt	Irif	Mrif	Drif
1001002	Airasca	3	7	5.69	21
1001006	Almese	5	7	5.41	7
1001011	Angrogna	5	7	5.69	2
1001013	Avigliana	10	7	5.41	5
1001016	Balangero	4	7	5.14	1
1001025	Bibiana	4	7	5.69	6
1001032	Borgone Susa	4	7	5.25	11
1001035	Bricherasio	8	8	5.69	5
1001041	Buriasco	6	7	5.69	13
1001044	Bussoleno	10	7	5.41	17
1001045	Buttigliera Alta	4	7	5.41	8
1001049	Campiglione-Fenile	5	7	5.69	7
1001053	Cantalupa	6	7	5.41	14
1001055	Caprie	4	7	5.25	10
1001070	Cavour	12	7	5.69	12
1001071	Cercenasco	6	7	5.69	20
1001076	Chianocco	10	7	5.41	16
1001081	Chiusa di San Michele	4	7	5.25	8
1001087	Claviere	2	7	5.15	7
1001088	Coassolo Torinese	5	7	5.14	5
1001089	Coazze	4	7	5.25	2
1001093	Condove	4	7	5.25	9
1001097	Cumiana	6	7	5.69	19
1001110	Frossasco	6	7	5.41	15
1001111	Garzigliana	5	7	5.69	10
1001113	Germagnano	10	7	5.14	3
1001115	Giaveno	9	7	5.12	5
1001116	Givoletto	3	7	5.14	12
1001122	Inverso Pinasca	7	7	5.69	12
1001128	Lanzo Torinese	10	7	5.14	1
1001139	Luserna San Giovanni	13	7	5.69	3
1001140	Lusernetta	13	7	5.69	4
1001142	Macello	8	7	5.69	12
1001155	Monastero di Lanzo	5	7	5.14	6
1001173	Osasco	3	7	5.69	8
1001184	Perosa Argentina	9	7	5.69	14
1001190	Pinasca	7	7	5.69	12
1001191	Pinerolo	32	7	5.69	8
1001194	Piossasco	3	7	5.69	24
1001195	Piscina	7	7	5.41	18
1001198	Pomaretto	9	7	5.69	14
1001200	Porte	4	7	5.19	9
1001204	Pramollo	6	7	5.19	5
1001205	Prarostino	3	7	5.69	3
1001211	Reano	5	7	5.41	8
1001222	Roletto	6	7	5.69	12
1001226	Rorà	3	7	5.69	6
1001229	Rubiana	6	7	5.41	9
1001239	San Didero	3	7	5.25	13

1001240	San Francesco al Campo	3	7	5.14	13
1001242	San Germano Chisone	6	8	5.69	7
1001245	San Giorio di Susa	1	7	5.41	14
1001250	San Pietro Val Lemina	3	7	5.69	9
1001254	San Secondo di Pinerolo	4	7	5.69	5
1001255	Sant'Ambrogio di Torino	5	7	5.41	4
1001256	Sant'Antonino di Susa	5	7	5.25	8
1001260	Scalenghe	5	7	5.69	20
1001275	Torre Pellice	11	8	5.69	3
1001276	Trana	3	7	5.41	7
1001279	Traves	0	7	5.14	6
1001283	Vaie	5	7	5.25	7
1001284	Val della Torre	4	7	5.14	14
1001285	Valgioie	1	7	5.41	1
1001289	Varisella	3	7	5.14	7
1001299	Vigone	8	7	5.69	20
1001300	Villafranca Piemonte	4	7	5.69	21
1001303	Villar Dora	5	7	5.41	7
1001305	Villar Focchiardo	4	7	5.25	10
1001306	Villar Pellice	4	7	5.69	8
1001307	Villar Perosa	5	7	5.69	9
1001310	Virle Piemonte	1	7	5.69	26
1001313	Viù	7	7	5.14	11
1001315	Volvera	5	7	5.69	25
1002002	Alagna Valsesia	5	7	6.4	42
1002008	Balmuccia	1	7	6.4	51
1002014	Boccioleto	2	7	6.4	49
1002019	Breia	0	7	6.4	63
1002025	Campertogno	2	7	6.4	50
1002029	Carcoforo	1	7	6.4	39
1002038	Cellio	0	7	6.4	64
1002041	Cervatto	2	7	6.4	45
1002043	Civiasco	1	7	6.4	58
1002048	Cravagliana	3	7	6.4	50
1002057	Fobello	2	7	6.4	45
1002078	Mollia	2	7	6.4	48
1002096	Pila	3	7	6.4	54
1002097	Piode	0	7	6.4	53
1002107	Quarona	2	7	6.4	61
1002110	Rassa	1	7	6.4	53
1002111	Rima San Giuseppe	0	7	6.4	40
1002112	Rimasco	2	7	6.4	44
1002113	Rimella	2	7	6.4	44
1002114	Riva Valdobbia	3	7	6.4	45
1002121	Rossa	2	7	6.4	49
1002123	Sabbia	2	7	6.4	51
1002134	Scopa	3	7	6.4	53
1002135	Scopello	3	7	6.4	54
1002156	Varallo	12	7	6.4	56
1002166	Vocca	3	7	6.4	52

1003115	Pella	4	7	6.4	63
1003116	Pettenasco	0	7	6.4	63
1004009	Bagnolo Piemonte	3	7	5.69	10
1004012	Barge	12	7	5.69	14
1004016	Beinette	4	7	6.97	83
1004019	Bene Vagienna	3	7	6.97	96
1004022	Bernezzo	3	7	6.97	94
1004031	Briga Alta	1	7	6.97	53
1004034	Busca	4	7	6.97	105
1004039	Caprauna	4	7	6.73	89
1004040	Caraglio	7	7	6.97	98
1004042	Cardè	5	7	5.69	21
1004043	Carrù	7	7	6.97	88
1004064	Cervasca	2	7	6.97	93
1004072	Corneliano d'Alba	4	7	6.97	115
1004082	Dronero	12	7	6.97	105
1004083	Elva	1	7	5.14	6
1004084	Entracque	4	7	6.97	84
1004087	Faule	6	7	5.69	27
1004088	Feisoglio	4	7	6.97	92
1004095	Garessio	9	7	6.97	55
1004102	Igliano	2	7	6.97	82
1004111	Lisio	1	7	6.97	67
1004112	Macra	2	7	5.14	9
1004118	Margarita	5	7	6.97	85
1004124	Mombarcaro	5	7	6.97	84
1004130	Mondovì	18	7	6.97	80
1004135	Montaldo Roero	5	7	6.97	119
1004139	Monterosso Grana	2	7	6.97	102
1004140	Monteu Roero	5	7	6.97	120
1004143	Moretta	4	7	5.69	24
1004144	Morozzo	6	7	6.97	87
1004145	Murazzano	8	7	6.97	85
1004150	Niella Belbo	3	7	6.97	89
1004153	Nucetto	2	7	6.97	70
1004165	Pianfei	2	7	6.97	81
1004168	Piobesi d'Alba	4	7	6.97	114
1004171	Polonghera	6	7	5.69	28
1004174	Prazzo	5	7	5.14	1
1004178	Prunetto	4	7	6.97	86
1004179	Racconigi	4	7	6.97	123
1004183	Roaschia	2	7	6.97	84
1004184	Roascio	2	7	6.97	79
1004185	Robilante	4	7	6.97	83
1004207	San Damiano Macra	3	7	6.97	112
1004214	Santo Stefano Roero	5	7	6.97	121
1004216	Scagnello	2	7	6.97	70
1004218	Serralunga d'Alba	5	7	6.97	100
1004220	Sinio	5	7	6.97	99
1004224	Stroppo	3	7	6.97	121

1004228	Torre San Giorgio	3	7	5.69	25
1004235	Valloriate	3	7	6.97	94
1004239	Vernante	9	7	6.97	77
1004247	Villar San Costanzo	4	7	6.97	106
1005032	Castel Rocchero	2	7	6.97	113
1005058	Incisa Scapaccino	9	7	6.97	123
1005065	Mombaruzzo	6	7	6.97	120
1005104	Serole	0	7	6.97	94
1006001	Acqui Terme	22	7	6.97	110
1006002	Albera Ligure	9	7	5.76	13
1006005	Alice Bel Colle	6	7	6.97	115
1006009	Arquata Scrivia	5	7	5.76	19
1006010	Avolasca	5	7	5.76	7
1006012	Basaluzzo	3	7	5.76	28
1006016	Berzano di Tortona	10	7	5.76	10
1006018	Borghetto di Borbera	4	7	5.76	13
1006022	Bosio	4	7	5.14	5
1006024	Brignano-Frascata	6	7	5.11	7
1006025	Cabella Ligure	5	7	5.76	17
1006028	Cantalupo Ligure	10	7	5.76	11
1006030	Carbonara Scrivia	5	7	5.76	14
1006032	Carezzano	5	7	5.76	12
1006034	Carrega Ligure	4	7	5.76	25
1006035	Carrosio	4	7	5.14	4
1006036	Cartosio	0	7	6.97	100
1006038	Casaleggio Boiro	4	7	5.14	8
1006041	Casasco	5	7	5.76	3
1006042	Cassano Spinola	4	7	5.24	4
1006043	Cassine	11	7	6.97	119
1006045	Castellania	5	7	5.76	10
1006049	Castelletto d'Orba	0	7	5.14	8
1006052	Castelnuovo Bormida	11	7	6.97	118
1006058	Cerreto Grue	3	7	5.76	9
1006062	Costa Vescovato	6	7	5.76	10
1006066	Dernice	1	7	5.76	6
1006067	Fabbrica Curone	0	7	5.76	11
1006070	Francavilla Bisio	5	7	5.76	27
1006079	Garbagna	6	7	5.76	6
1006080	Gavazzana	4	7	5.24	2
1006081	Gavi	7	7	5.14	0
1006083	Gremiasco	5	7	5.11	4
1006085	Grondona	5	7	5.76	15
1006088	Lerma	4	7	5.14	9
1006093	Merana	4	7	6.97	90
1006098	Momperone	7	7	5.11	8
1006100	Mongiardino Ligure	3	7	5.76	20
1006101	Monleale	10	7	5.76	9
1006102	Montacuto	4	7	5.76	8
1006103	Montaldeo	4	7	5.14	6
1006107	Montegioco	5	7	5.76	7

1006108	Montemarzino	3	7	5.76	5
1006111	Mornese	6	7	5.14	7
1006114	Novi Ligure	24	7	5.76	21
1006124	Paderna	5	7	5.76	12
1006125	Pareto	3	7	6.97	91
1006126	Parodi Ligure	5	7	5.14	4
1006127	Pasturana	3	7	5.76	25
1006136	Ponzone	8	7	6.97	100
1006137	Pozzol Groppo	3	7	5.76	6
1006138	Pozzolo Formigaro	3	7	5.24	11
1006143	Ricaldone	6	7	6.97	116
1006146	Roccaforte Ligure	4	7	5.76	16
1006148	Rocchetta Ligure	11	7	5.76	13
1006152	San Cristoforo	5	7	5.14	4
1006155	San Sebastiano Curone	8	7	5.76	4
1006156	Sant'Agata Fossili	5	7	5.76	11
1006157	Sardigliano	6	7	5.24	1
1006160	Serravalle Scrivia	10	7	5.24	6
1006162	Silvano d'Orba	5	7	5.14	10
1006166	Spineto Scrivia	5	7	5.76	14
1006167	Stazzano	10	7	5.24	5
1006168	Strevi	5	7	6.97	113
1006170	Tassarolo	4	7	5.76	24
1006174	Tortona	25	7	5.76	17
1006180	Vignole Borbera	3	7	5.24	6
1006183	Villalvernia	5	7	5.76	15
1006186	Villaromagnano	5	7	5.76	13
1006188	Volpedo	10	7	5.76	9
1096011	Campiglia Cervo	2	7	6.4	64
1096044	Piedicavallo	3	7	6.4	61
1096052	Quittengo	2	7	6.4	65
1096055	Rosazza	2	7	6.4	62
1096060	San Paolo Cervo	2	7	6.4	65
1103001	Antrona Schieranco	0	8	6.4	28
1103002	Anzola d'Ossola	0	7	6.4	47
1103004	Arola	1	7	6.4	61
1103005	Aurano	1	7	6.4	62
1103006	Baceno	3	7	6.4	36
1103007	Bannio Anzino	4	7	6.4	36
1103008	Baveno	2	7	6.4	62
1103011	Beura-Cardezza	0	7	6.4	38
1103012	Bognanco	1	8	6.4	29
1103014	Calasca-Castiglione	0	7	6.4	35
1103015	Cambiasca	0	7	6.4	61
1103018	Caprezzo	1	7	6.4	61
1103019	Casale Corte Cerro	0	7	6.4	56
1103020	Cavaglio-Spoccia	1	7	6.4	63
1103021	Ceppo Morelli	1	7	6.4	33
1103022	Cesara	0	7	6.4	59
1103023	Cossogno	0	7	6.4	59

1103024	Craveggia	4	7	6.4	50
1103025	Crevoladossola	1	7	6.4	36
1103026	Crodo	3	7	6.4	36
1103027	Cursolo-Orasso	1	7	6.4	57
1103028	Domodossola	19	7	6.4	36
1103029	Druogno	0	7	6.4	46
1103030	Falmenta	0	7	6.4	60
1103031	Formazza	0	7	6.4	47
1103032	Germagno	1	7	6.4	56
1103035	Gravellona Toce	0	7	6.4	56
1103036	Gurro	1	7	6.4	57
1103037	Intragna	2	7	6.4	62
1103038	Loreglia	1	7	6.4	54
1103039	Macugnaga	3	7	6.4	31
1103040	Madonna del Sasso	3	7	6.4	63
1103041	Malesco	1	7	6.4	51
1103042	Masera	0	7	6.4	38
1103043	Massiola	0	7	6.4	51
1103044	Mergozzo	0	7	6.4	55
1103045	Miazzina	0	7	6.4	59
1103046	Montecrestese	1	7	6.4	37
1103047	Montescheno	0	7	6.4	35
1103048	Nonio	0	7	6.4	59
1103050	Omegna	4	7	6.4	58
1103051	Ornavasso	5	7	6.4	52
1103052	Pallanzeno	1	7	6.4	38
1103053	Piedimulera	2	7	6.4	39
1103054	Pieve Vergonte	0	7	6.4	41
1103056	Premia	3	7	6.4	38
1103057	Premosello-Chiovenda	0	7	6.4	45
1103058	Quarna Sopra	2	7	6.4	56
1103059	Quarna Sotto	2	7	6.4	56
1103060	Re	1	7	6.4	54
1103061	San Bernardino Verbano	0	7	6.4	60
1103062	Santa Maria Maggiore	4	7	6.4	49
1103063	Seppiana	0	7	6.4	34
1103065	Toceno	4	7	6.4	48
1103067	Trasquera	1	8	6.4	28
1103068	Trontano	0	7	6.4	39
1103069	Valstrona	0	7	6.4	52
1103070	Vanzone con San Carlo	0	7	6.4	34
1103071	Varzo	4	8	6.4	31
1103073	Viganella	0	7	6.4	33
1103074	Vignone	1	7	6.4	63
1103075	Villadossola	1	7	6.4	37
1103076	Villette	1	7	6.4	54
1103077	Vogogna	0	7	6.4	42
2007001	Allein	1	7	6.4	52
2007002	Antey-Saint-Andrè	2	7	6.4	51
2007003	Aosta	16	7	6.4	59

2007004	Arnad	3	7	6.4	66
2007005	Arvier	1	7	6.4	64
2007006	Avise	0	7	6.4	63
2007007	Ayas	1	7	6.4	48
2007008	Aymavilles	1	7	6.4	63
2007010	Bionaz	1	7	6.4	46
2007011	Brissogne	2	7	6.4	61
2007012	Brusson	0	7	6.4	53
2007013	Challand-Saint-Anselme	1	7	6.4	58
2007014	Challand-Saint-Victor	1	7	6.4	61
2007015	Chambave	1	7	6.4	59
2007016	Chamois	1	7	6.4	47
2007017	Champdepraz	2	7	6.4	62
2007018	Champorcher	2	7	5.08	13
2007019	Charvensod	0	7	6.4	61
2007020	Chatillon	3	7	6.4	57
2007022	Courmayeur	1	7	6.4	58
2007024	Doues	1	7	6.4	50
2007025	Emarèse	3	7	6.4	57
2007026	Etroubles	1	7	6.4	50
2007027	Fénis	1	7	6.4	62
2007028	Fontainemore	4	7	6.4	65
2007029	Gaby	1	7	6.4	58
2007030	Gignod	1	7	6.4	54
2007031	Gressan	1	7	6.4	61
2007032	Gressoney-La-Trinitè	4	7	6.4	45
2007033	Gressoney-Saint-Jean	2	7	6.4	50
2007035	Introd	1	7	6.4	65
2007036	Issime	5	7	6.4	61
2007037	Issogne	8	7	6.4	65
2007038	Jovencan	1	7	6.4	62
2007039	La Magdeleine	1	7	6.4	50
2007040	La Salle	1	7	6.4	60
2007042	Lillianes	4	7	5.08	8
2007043	Montjovet	2	7	6.4	60
2007044	Morgex	2	7	6.4	60
2007045	Nus	1	7	6.4	61
2007046	Ollomont	1	7	6.4	47
2007047	Oyace	1	7	6.4	47
2007049	Pollein	0	7	6.4	61
2007050	Pontboset	2	7	5.08	11
2007051	Pontey	3	7	6.4	58
2007053	Prè-Saint-Didier	2	7	6.4	60
2007054	Quart	0	7	6.4	58
2007057	Roisan	1	7	6.4	54
2007058	Saint-Christophe	1	7	6.4	59
2007059	Saint-Denis	1	7	6.4	58
2007060	Saint-Marcel	1	7	6.4	62
2007061	Saint-Nicolas	1	7	6.4	62
2007062	Saint-Oyen	1	7	6.4	50

2007063	Saint-Pierre	1	7	6.4	62
2007064	Saint-Rhémy-en-Bosses	1	7	6.4	50
2007065	Saint-Vincent	1	7	6.4	56
2007066	Sarre	1	7	6.4	62
2007067	Torgnon	2	7	6.4	52
2007069	Valpelline	1	7	6.4	50
2007071	Valtournenche	2	7	6.4	43
2007072	Verrayes	1	7	6.4	58
2007073	Verrès	8	7	6.4	64
2007074	Villeneuve	1	7	6.4	63
3015122	Liscate	3	7	5.35	15
3015149	Monza	24	7	5.35	0
3015210	Settala	2	7	5.35	17
3016010	Antegnate	4	8	5.64	8
3016019	Barbata	4	7	5.64	7
3016044	Calcio	2	7	5.64	9
3016087	Covo	4	7	5.64	10
3016101	Fontanella	4	8	5.64	6
3016122	Isso	3	7	5.64	8
3016142	Mozzanica	4	7	5.04	5
3016217	Torre Pallavicina	4	7	5.64	3
3017003	Agnosine	4	7	5.84	24
3017012	Barghe	10	7	6.69	63
3017019	Bione	5	7	6.69	67
3017020	Borgo San Giacomo	1	7	5.64	13
3017023	Botticino	5	7	5.7	16
3017025	Bovezzo	6	7	5.7	19
3017029	Brescia	70	7	6.69	68
3017030	Brione	3	7	6.69	78
3017031	Caino	6	7	6.69	65
3017032	Calcinato	6	7	5.84	18
3017033	Calvagese della Riviera	5	7	5.7	6
3017040	Castegnato	1	7	6.69	76
3017042	Castel Mella	0	7	6.69	72
3017044	Casto	5	7	6.69	70
3017048	Cellatica	7	7	6.69	73
3017056	Coccaglio	9	7	6.69	86
3017058	Collio	14	7	6.69	77
3017067	Desenzano del Garda	27	7	5.7	14
3017072	Flero	5	7	6.69	69
3017074	Gardone Riviera	12	7	5.06	6
3017076	Gargnano	23	7	5.7	17
3017077	Gavardo	10	7	5.84	15
3017081	Gussago	8	8	5.7	26
3017082	Idro	6	7	6.69	64
3017087	Lavenone	5	7	6.69	66
3017092	Lonato	9	7	5.7	13
3017096	Lumezzane	5	7	6.69	70
3017098	Magasa	5	7	6.69	61
3017102	Manerba del Garda	6	7	5.7	6

3017108	Milzano	6	7	6.69	65
3017109	Moniga del Garda	3	7	5.84	7
3017112	Monticelli Brusati	2	7	6.69	80
3017113	Montichiari	12	7	6.69	51
3017115	Mura	4	7	6.69	69
3017116	Muscoline	7	7	5.7	3
3017117	Nave	5	7	6.69	65
3017119	Nuvolento	8	7	5.7	9
3017120	Nuvolera	7	7	5.7	11
3017121	Odolo	4	7	5.84	22
3017123	Ome	3	7	6.69	78
3017125	Orzinuovi	10	7	5.64	7
3017127	Ospitaletto	2	7	6.69	79
3017129	Padenghe sul Garda	3	7	5.84	9
3017130	Paderno Franciacorta	3	7	6.69	80
3017132	Paitone	9	7	5.7	8
3017136	Passirano	3	7	6.69	82
3017137	Pavone del Mella	3	7	6.69	64
3017145	Polpenazze del Garda	6	7	5.7	4
3017151	Pozzolengo	3	7	5.84	15
3017152	Pralboino	6	7	6.69	63
3017153	Preseglie	10	7	5.84	23
3017155	Prevalle	6	7	5.84	16
3017157	Provaglio Val Sabbia	4	7	6.69	63
3017158	Puegnago sul Garda	6	7	5.7	2
3017159	Quinzano d'Oglio	4	7	6.69	79
3017161	Rezzato	12	7	6.69	59
3017162	Roccafranca	2	7	5.64	7
3017163	Rodengo-Saiano	5	7	6.69	78
3017164	Roè Volciano	6	7	5.7	5
3017165	Roncadelle	3	7	5.14	5
3017166	Rovato	9	7	6.69	85
3017168	Sabbio Chiese	4	7	5.06	6
3017170	Salò	72	8	5.7	3
3017171	San Felice del Benaco	5	7	5.84	8
3017173	San Zeno Naviglio	8	7	6.69	66
3017178	Serle	4	7	6.69	59
3017180	Soiano del Lago	5	7	5.7	5
3017185	Tignale	7	7	6.69	53
3017186	Torbole Casaglia	2	7	6.69	74
3017187	Toscolano-Maderno	10	7	5.7	11
3017189	Tremosine	0	7	6.69	55
3017191	Treviso Bresciano	4	7	6.69	63
3017193	Vallio Terme	5	7	5.84	20
3017194	Valvestino	2	7	6.69	60
3017196	Verolavecchia	14	7	6.69	76
3017200	Villachiara	1	7	5.64	11
3017201	Villanuova sul Clisi	4	7	5.84	15
3017204	Vobarno	11	7	5.7	7
3018007	Bagnaria	6	8	5.76	6

3018017	Borgoratto Mormorolo	2	7	5.76	17
3018032	Casatisma	7	7	5.76	26
3018037	Casteggio	12	7	5.76	22
3018042	Cecima	6	8	5.76	4
3018064	Fortunago	2	7	5.76	16
3018073	Godiasco	5	7	5.76	8
3018089	Menconico	1	7	5.76	19
3018095	Montebello della Battaglia	5	7	5.76	20
3018098	Montesegale	3	7	5.76	11
3018117	Ponte Nizza	6	8	5.76	5
3018124	Robecco Pavese	6	7	5.76	26
3018126	Rocca Susella	4	8	5.76	12
3018142	Santa Margherita di Staffora	2	7	5.76	16
3018155	Torrazza Coste	5	7	5.76	18
3018166	Val di Nizza	5	7	5.76	12
3018170	Valverde	3	7	5.76	16
3018171	Varzi	13	7	5.76	12
3018184	Zavattarello	5	7	5.11	12
3019004	Azzanello	6	7	5.64	14
3019005	Bagnolo Cremasco	2	7	5.64	19
3019007	Bordolano	5	7	5.64	19
3019010	Camisano	4	7	5.64	8
3019012	Capergnanica	4	7	5.64	18
3019016	Casalbuttano ed Uniti	8	7	5.64	22
3019018	Casaletto Ceredano	1	7	5.64	21
3019019	Casaletto di Sopra	2	8	5.64	4
3019020	Casaletto Vaprio	3	7	5.39	18
3019021	Casalmaggiore	32	7	6.69	59
3019024	Castel Gabbiano	1	7	5.64	11
3019025	Castelleone	9	7	5.39	14
3019027	Castelvisconti	6	7	5.64	15
3019029	Chieve	1	7	5.64	20
3019034	Credera Rubbiano	4	7	5.64	20
3019035	Crema	14	7	5.64	14
3019039	Cumignano sul Naviglio	3	7	5.64	8
3019043	Fiesco	1	7	5.64	11
3019047	Genivolta	1	7	5.64	11
3019049	Gombito	3	7	5.39	10
3019052	Gussola	5	7	6.69	62
3019054	Izano	2	7	5.64	10
3019055	Madignano	2	7	5.64	13
3019057	Martignana di Po	6	7	6.69	60
3019059	Montodine	4	7	5.39	9
3019061	Motta Baluffi	5	7	6.69	66
3019062	Offanengo	5	7	5.64	9
3019066	Palazzo Pignano	3	7	5.64	20
3019079	Ricengo	1	7	5.64	9
3019081	Ripalta Cremasca	4	7	5.64	15
3019083	Rivarolo del Re ed Uniti	6	7	6.69	53
3019086	Romanengo	4	7	5.64	7

3019087	Salvirola	2	7	5.64	9
3019092	Scandolara Ravara	4	7	6.69	63
3019094	Sergnano	6	7	5.04	3
3019097	Soncino	11	7	5.64	4
3019104	Ticengo	3	7	5.64	6
3019108	Torricella del Pizzo	4	7	5.57	20
3019110	Trigolo	4	7	5.64	11
3019111	Vaiano Cremasco	3	7	5.64	20
3020043	Pomponesco	9	7	6.69	54
3020050	Rivarolo Mantovano	7	7	6.69	53
3020054	Sabbioneta	12	7	5.64	23
3020066	Viadana	29	7	5.19	14
3098001	Abbadia Cerreto	3	7	5.64	23
3098002	Bertonico	2	7	5.39	6
3098006	Brembio	1	7	5.39	5
3098010	Casalpusterlengo	5	7	5.39	9
3098014	Castiglione d'Adda	3	7	5.39	8
3098017	Cavenago d'Adda	0	7	5.39	4
3098019	Codogno	15	7	5.39	13
3098024	Corte Palasio	2	7	5.39	8
3098025	Crespiatica	3	7	5.39	12
3098034	Mairago	1	7	5.39	2
3098040	Montanaso Lombardo	2	7	5.39	14
3098043	Ospedaletto Lodigiano	0	7	5.39	9
3098044	Ossago Lodigiano	1	7	5.39	5
3098048	San Martino in Strada	0	7	5.39	6
3098052	Secugnago	2	7	5.39	2
3098053	Senna Lodigiana	3	7	5.39	11
3098057	Terranova dei Passerini	0	7	5.39	8
3098058	Turano Lodigiano	2	7	5.39	2
4021092	Sesto - Sexten	7	7	7.02	92
4022014	Bezzecca	7	7	6.69	69
4022015	Bieno	4	7	6.48	43
4022038	Canal San Bovo	4	7	6.48	43
4022048	Castello Tesino	5	7	6.48	38
4022059	Cinte Tesino	8	7	6.48	38
4022065	Concei	7	7	6.69	70
4022084	Fiera di Primiero	11	7	6.48	43
4022095	Grigno	7	7	6.48	34
4022097	Imer	5	7	6.48	41
4022115	Mezzano	5	7	6.48	41
4022119	Molina di Ledro	4	7	6.69	65
4022141	Pieve di Ledro	7	7	6.69	68
4022142	Pieve Tesino	8	7	6.48	40
4022153	Riva del Garda	36	7	6.69	66
4022164	Sagron Mis	2	7	6.48	44
4022174	Siror	11	7	6.48	44
4022191	Tenno	5	7	6.69	69
4022201	Tonadico	11	7	6.48	43
4022204	Transacqua	11	7	6.48	43

5023001	Affi	9	7	5.84	12
5023005	Badia Calavena	11	8	5.86	1
5023006	Bardolino	24	7	5.84	8
5023014	Brenzone	9	7	6.69	48
5023018	Caprino Veronese	25	7	5.7	24
5023023	Cavaion Veronese	8	7	5.84	12
5023024	Cazzano di Tramigna	10	7	5.86	11
5023026	Cerro Veronese	5	7	6.69	30
5023030	Costermano	11	7	5.84	11
5023035	Fumane	7	7	6.69	28
5023036	Garda	14	7	5.84	8
5023038	Grezzana	8	7	6.69	23
5023039	Illasi	10	7	5.86	11
5023043	Lazise	10	7	5.84	9
5023045	Malcesine	27	7	6.69	53
5023047	Mezzane di Sotto	9	7	5.86	10
5023049	Montecchia di Crosara	3	7	6.69	27
5023052	Negrar	7	7	6.69	25
5023054	Nogarole Rocca	7	7	6.69	11
5023057	Pastrengo	6	7	6.69	27
5023062	Rivoli Veronese	3	7	5.84	15
5023067	Roverè Veronese	4	7	6.69	32
5023069	San Bonifacio	7	7	6.69	22
5023070	San Giovanni Ilarione	6	7	5.86	7
5023074	San Mauro di Saline	3	7	5.86	4
5023079	San Zeno di Montagna	6	7	5.02	0
5023080	Selva di Progno	5	8	5.86	6
5023086	Torri del Benaco	13	7	5.02	4
5023087	Tregnago	18	8	5.86	6
5023091	Verona	121	7	6.69	15
5023093	Vestenanova	9	7	5.86	5
5024004	Altavilla Vicentina	3	7	6.48	49
5024005	Altissimo	4	8	5.86	9
5024006	Arcugnano	3	7	6.48	46
5024009	Asiago	20	7	6.48	35
5024012	Bassano del Grappa	38	7	6.48	17
5024013	Bolzano Vicentino	1	7	6.48	34
5024017	Brogliano	1	7	6.48	51
5024018	Caldogno	3	7	6.48	40
5024020	Calvene	2	7	6.48	34
5024023	Campolongo sul Brenta	6	7	6.48	20
5024025	Cartigliano	4	7	6.48	22
5024026	Cassola	2	7	6.48	14
5024029	Chiampo	7	7	5.86	9
5024031	Cismon del Grappa	1	8	6.48	21
5024033	Conco	8	7	6.48	27
5024034	Cornedo Vicentino	7	7	6.48	51
5024035	Costabissara	2	7	6.48	44
5024036	Creazzo	2	7	6.48	47
5024037	Crespadoro	11	8	5.86	8

5024039	Enego	5	8	6.48	24
5024040	Fara Vicentino	4	7	6.48	32
5024041	Foza	2	7	6.48	27
5024044	Gambugliano	1	7	6.48	46
5024053	Lugo di Vicenza	3	7	6.48	33
5024054	Lusiana	2	7	6.48	29
5024055	Malo	6	7	6.48	45
5024057	Marostica	19	7	6.48	24
5024059	Molvena	8	7	6.48	27
5024061	Montecchio Maggiore	11	7	6.48	53
5024063	Monte di Malo	6	7	6.48	48
5024066	Monteviale	2	7	6.48	47
5024067	Monticello Conte Otto	2	7	6.48	36
5024070	Mussolente	4	8	6.48	12
5024072	Nogarole Vicentino	7	7	5.86	10
5024073	Nove	4	7	6.48	23
5024077	Pianezze	5	7	6.48	26
5024081	Pove del Grappa	4	7	6.48	17
5024083	Quinto Vicentino	7	7	6.48	36
5024085	Roana	7	7	6.48	38
5024086	Romano d'Ezzelino	0	7	6.48	14
5024087	Rosà	5	7	6.48	17
5024088	Rossano Veneto	4	7	6.48	16
5024090	Salcedo	2	7	6.48	30
5024093	San Nazario	6	7	6.48	20
5024094	San Pietro Mussolino	5	7	6.69	36
5024101	Solagna	4	7	6.48	18
5024103	Sovizzo	5	7	6.48	49
5024108	Torri di Quartesolo	1	7	6.48	41
5024111	Valdagno	24	7	5.86	15
5024114	Valstagna	19	7	6.48	24
5024116	Vicenza	107	7	6.48	42
5024121	Zovencedo	0	7	6.48	54
5024122	Zugliano	3	7	6.48	34
5025001	Agordo	23	7	6.48	54
5025002	Alano di Piave	8	7	6.48	12
5025003	Alleghe	7	7	6.48	68
5025004	Arsiè	16	7	6.48	25
5025005	Auronzo di Cadore	29	7	7.02	84
5025006	Belluno	66	8	6.32	13
5025007	Borca di Cadore	7	7	6.98	97
5025008	Calalzo di Cadore	6	7	7.02	90
5025009	Castellavazzo	23	7	6.98	87
5025010	Cencenighe Agordino	2	7	6.48	61
5025011	Cesiomaggiore	8	8	6.48	32
5025012	Chies d'Alpago	5	9	6.32	1
5025013	Cibiana di Cadore	9	7	6.98	90
5025014	Colle Santa Lucia	7	7	6.48	72
5025015	Comelico Superiore	13	7	7.02	79
5025017	Danta di Cadore	9	7	7.02	78

5025018	Domegge di Cadore	11	7	7.02	87
5025019	Falcade	7	7	6.48	62
5025020	Farra d'Alpago	12	8	6.32	5
5025021	Feltre	39	7	6.48	25
5025022	Fonzaso	21	7	6.48	27
5025023	Canale d'Agordo	8	7	6.48	62
5025024	Forno di Zoldo	11	7	6.98	98
5025025	Gosaldo	13	7	6.48	47
5025026	Lamon	10	7	6.48	31
5025027	La Valle Agordina	10	7	6.32	28
5025028	Lentiai	7	7	6.48	28
5025029	Limana	6	7	6.12	18
5025030	Livinallongo del Col di Lana	5	7	6.32	49
5025031	Longarone	23	7	6.98	87
5025032	Lorenzago di Cadore	16	7	7.02	83
5025033	Lozzo di Cadore	16	7	7.02	85
5025034	Mel	21	7	6.32	26
5025035	Ospitale di Cadore	6	7	6.98	86
5025036	Pedavena	4	7	6.48	27
5025037	Perarolo di Cadore	12	7	6.98	85
5025038	Pieve d'Alpago	10	9	6.32	2
5025039	Pieve di Cadore	20	7	6.98	86
5025040	Ponte nelle Alpi	14	8	6.32	8
5025041	Puos d'Alpago	11	9	6.32	3
5025042	Quero	14	7	6.48	13
5025043	Rivamonte Agordino	9	7	6.32	30
5025044	Rocca Pietore	9	7	6.48	70
5025045	San Gregorio nelle Alpi	10	7	6.32	28
5025046	San Nicolò di Comelico	13	7	7.02	78
5025047	San Pietro di Cadore	9	7	7.02	73
5025048	Santa Giustina	17	7	6.32	28
5025049	San Tomaso Agordino	5	7	6.48	64
5025050	Santo Stefano di Cadore	12	7	7.02	76
5025051	San Vito di Cadore	17	7	6.98	99
5025052	Sappada	13	7	7.02	66
5025053	Sedico	11	7	6.32	23
5025054	Selva di Cadore	6	7	6.32	42
5025055	Seren del Grappa	3	8	6.48	22
5025056	Sospirolo	12	7	6.12	24
5025057	Soverzene	6	8	6.32	8
5025058	Sovramonte	4	7	6.48	31
5025059	Taibon Agordino	10	7	6.48	56
5025060	Tambre	13	9	6.32	5
5025061	Trichiana	9	8	6.32	22
5025062	Vallada Agordina	8	7	6.48	63
5025063	Valle di Cadore	5	7	6.98	88
5025064	Vas	13	7	6.48	15
5025065	Vigo di Cadore	9	7	7.02	82
5025066	Vodo Cadore	5	7	6.98	94
5025067	Voltago Agordino	6	7	6.48	53

5025068	Zoldo Alto	7	7	6.48	65
5025069	Zoppè di Cadore	10	7	6.98	99
5026001	Altivole	6	7	6.48	5
5026002	Arcade	4	7	6.48	21
5026003	Asolo	29	8	6.48	3
5026004	Borso del Grappa	7	8	6.48	12
5026005	Breda di Piave	3	7	6.48	31
5026006	Caerano di San Marco	5	7	6.48	4
5026007	Cappella Maggiore	5	8	6.12	13
5026008	Carbonera	1	7	6.48	30
5026009	Casale sul Sile	3	7	6.48	37
5026010	Casier	0	7	6.48	30
5026011	Castelcucco	5	7	6.48	6
5026012	Castelfranco Veneto	16	7	6.48	15
5026013	Castello di Godego	3	7	6.48	13
5026014	Cavaso del Tomba	11	7	6.48	8
5026015	Cessalto	4	7	6.48	52
5026016	Chiarano	4	7	6.48	50
5026017	Cimadolmo	3	7	6.48	32
5026018	Cison di Valmarino	7	8	6.32	28
5026019	Codognè	7	7	6.12	25
5026020	Colle Umberto	9	7	6.12	17
5026021	Conegliano	31	7	6.48	29
5026022	Cordignano	11	7	6.32	24
5026023	Cornuda	10	7	6.48	6
5026024	Crespano del Grappa	13	7	6.48	9
5026025	Crocetta del Montello	9	7	6.48	8
5026026	Farra di Soligo	8	8	6.48	18
5026027	Follina	18	8	6.48	21
5026028	Fontanelle	0	7	6.48	40
5026029	Fonte	7	8	6.48	6
5026030	Fregona	12	8	6.12	10
5026031	Gaiarine	5	7	6.12	25
5026032	Giavera del Montello	3	7	6.48	17
5026033	Godega di Sant'Urbano	8	8	6.12	18
5026034	Gorgo al Monticano	1	7	6.48	47
5026035	Istrana	1	7	6.48	18
5026036	Loria	3	7	6.48	10
5026037	Mansuè	2	7	6.48	46
5026038	Mareno di Piave	4	7	6.48	32
5026039	Maser	6	7	6.48	2
5026040	Maserada sul Piave	4	7	6.48	29
5026041	Meduna di Livenza	6	7	6.48	51
5026042	Miane	9	8	6.48	19
5026043	Mogliano Veneto	7	7	6.48	35
5026044	Monastier di Treviso	2	7	6.48	41
5026045	Monfumo	7	7	6.48	4
5026046	Montebelluna	18	7	6.48	8
5026047	Morgano	0	7	6.48	21
5026048	Moriago della Battaglia	8	8	6.48	14

5026049	Motta di Livenza	13	7	6.48	51
5026050	Nervesa della Battaglia	6	7	6.48	20
5026051	Oderzo	27	7	6.48	42
5026052	Ormelle	3	7	6.48	37
5026053	Orsago	8	7	6.12	18
5026054	Paderno del Grappa	13	7	6.48	8
5026055	Paese	4	7	6.48	21
5026056	Pederobba	2	7	6.48	7
5026057	Pieve di Soligo	11	8	6.48	21
5026058	Ponte di Piave	3	7	6.48	41
5026059	Ponzano Veneto	1	7	6.48	22
5026060	Portobuffolè	3	7	6.48	46
5026061	Possagno	11	7	6.48	8
5026062	Povegliano	0	7	6.48	20
5026063	Preganziol	3	7	6.48	31
5026064	Quinto di Treviso	5	7	6.48	24
5026065	Refrontolo	5	8	6.32	29
5026066	Resana	2	7	6.48	19
5026067	Revine Lago	7	7	6.12	16
5026068	Riese Pio X	6	7	6.48	8
5026069	Roncade	5	7	6.48	38
5026070	Salgareda	1	7	6.48	44
5026071	San Biagio di Callalta	4	7	6.48	36
5026072	San Fior	6	7	6.12	19
5026073	San Pietro di Feletto	8	8	6.32	29
5026074	San Polo di Piave	4	7	6.48	35
5026075	Santa Lucia di Piave	1	7	6.48	26
5026076	San Vendemiano	6	7	6.12	22
5026077	San Zenone degli Ezzelini	8	7	6.48	9
5026078	Sarmede	17	8	6.32	20
5026079	Segusino	13	7	6.48	13
5026080	Sernaglia della Battaglia	4	8	6.48	16
5026081	Silea	5	7	6.48	31
5026082	Spresiano	2	7	6.48	24
5026083	Susegana	3	7	6.48	24
5026084	Tarzo	5	8	6.32	24
5026085	Trevignano	0	7	6.48	16
5026086	Treviso	67	7	6.98	109
5026087	Valdobbiadene	25	7	6.48	12
5026088	Vazzola	4	7	6.48	34
5026089	Vedelago	8	7	6.48	14
5026090	Vidor	7	7	6.48	10
5026091	Villorba	1	7	6.48	27
5026092	Vittorio Veneto	31	8	6.12	13
5026093	Volpago del Montello	5	7	6.48	14
5026094	Zenson di Piave	4	7	6.98	93
5026095	Zero Branco	3	7	6.48	28
5027001	Annone Veneto	3	7	6.48	57
5027005	Caorle	6	7	6.98	79
5027007	Ceggia	4	7	6.48	55

5027009	Cinto Caomaggiore	1	7	6.48	65
5027011	Concordia Sagittaria	4	7	6.98	67
5027013	Eraclea	4	7	6.98	91
5027015	Fossalta di Piave	3	7	6.48	47
5027016	Fossalta di Portogruaro	4	7	6.98	61
5027018	Gruaro	1	7	6.98	61
5027019	Iesolo	7	7	6.98	96
5027020	Marcon	1	7	6.48	38
5027022	Meolo	3	7	6.48	44
5027025	Musile di Piave	19	7	6.48	52
5027026	Noale	6	7	6.69	86
5027027	Noventa di Piave	1	7	6.48	48
5027029	Portogruaro	15	7	6.98	65
5027030	Pramaggiore	2	7	6.48	61
5027031	Quarto d'Altino	1	7	6.48	41
5027033	San Donà di Piave	19	7	6.48	52
5027034	San Michele al Tagliamento	1	7	6.98	60
5027036	Santo Stino di Livenza	2	7	6.48	57
5027037	Scorzè	3	7	6.48	28
5027040	Teglio Veneto	1	7	6.98	60
5027041	Torre di Mosto	0	7	6.98	80
5027042	Venezia	123	7	6.98	120
5028032	Cittadella	15	7	6.69	70
5028039	Galliera Veneta	5	7	6.48	18
5028046	Loreggia	3	7	6.48	23
5028060	Padova	142	7	6.69	68
5028064	Piombino Dese	2	7	6.48	22
5028076	San Giorgio in Bosco	1	7	6.48	26
5028077	San Martino di Lupari	4	7	6.48	18
5028091	Tombolo	5	7	6.48	20
5029009	Canaro	4	7	5.46	13
5029022	Fiesso Umbertiano	7	7	5.46	15
5029023	Frassinelle Polesine	5	7	6.69	63
5029033	Occhiobello	16	7	5.46	11
5029036	Pincara	4	7	6.69	58
5029037	Polesella	9	7	5.46	18
5029045	Stienta	15	7	5.46	15
6030001	Aiello del Friuli	7	7	7.02	80
6030002	Amaro	15	9	6.98	32
6030003	Ampezzo	21	8	7.02	60
6030004	Aquileia	8	7	7.02	91
6030005	Arta Terme	20	8	6.46	27
6030006	Artegna	17	8	6.46	3
6030007	Attimis	10	8	6.98	10
6030008	Bagnaria Arsa	5	7	7.02	79
6030009	Basiliano	6	8	6.98	32
6030010	Bertiolo	7	7	6.98	41
6030011	Bicinicco	6	7	6.98	32
6030012	Bordano	14	9	6.46	8
6030013	Buja	19	9	6.46	4

6030014	Buttrio	10	8	6.98	22
6030015	Camino al Tagliamento	7	7	6.98	48
6030016	Campoformido	9	8	6.98	29
6030017	Campolongo al Torre	4	7	7.02	80
6030018	Carlino	4	7	6.98	48
6030019	Cassacco	8	8	6.46	9
6030020	Castions di Strada	5	7	6.98	37
6030021	Cavazzo Carnico	14	8	6.46	15
6030022	Cercivento	30	8	7.02	42
6030023	Cervignano del Friuli	7	7	7.02	86
6030024	Chiopris-Viscone	6	7	6.98	31
6030025	Chiusaforte	14	9	6.98	25
6030026	Cividale del Friuli	25	8	6.98	12
6030027	Codroipo	25	7	6.98	44
6030028	Colloredo di Monte Albano	9	8	6.98	23
6030029	Comeglians	13	8	7.02	52
6030030	Corno di Rosazzo	6	7	6.98	22
6030031	Coseano	11	8	6.98	34
6030032	Dignano	12	8	7.02	72
6030033	Dogna	10	8	6.98	29
6030034	Drenchia	7	8	6.98	15
6030035	Enemonzo	15	8	6.46	26
6030036	Faedis	10	8	6.98	8
6030037	Fagagna	14	8	6.98	28
6030038	Fiumicello	4	7	7.02	88
6030039	Flaibano	11	8	7.02	72
6030040	Forni Avoltri	20	7	7.02	58
6030041	Forni di Sopra	19	8	6.98	70
6030042	Forni di Sotto	13	8	6.04	15
6030043	Gemona del Friuli	34	9	7.02	46
6030044	Gonars	7	7	6.98	37
6030045	Grimacco	7	8	6.98	13
6030046	Latisana	18	7	6.98	58
6030047	Lauco	20	8	6.46	25
6030048	Lestizza	6	7	6.98	35
6030049	Lignano Sabbiadoro	3	7	6.98	61
6030050	Ligosullo	18	8	7.02	36
6030051	Lusevera	10	9	6.46	11
6030052	Magnano in Riviera	17	9	6.46	5
6030053	Majano	16	9	6.46	7
6030054	Malborghetto Valbruna	7	8	7.02	11
6030055	Manzano	6	7	6.98	24
6030056	Marano Lagunare	9	7	6.98	52
6030057	Martignacco	13	8	6.98	24
6030058	Mereto di Tomba	9	8	6.98	34
6030059	Moggio Udinese	21	9	6.46	19
6030060	Moimacco	8	8	6.98	13
6030061	Montenars	12	9	6.46	5
6030062	Mortegliano	10	7	6.98	35
6030063	Moruzzo	11	8	6.98	25

6030064	Muzzana del Turgnano	4	7	6.98	48
6030065	Nimis	12	9	7.02	47
6030066	Osoppo	19	9	6.98	28
6030067	Ovaro	17	8	6.46	33
6030068	Pagnacco	10	8	6.98	20
6030069	Palazzolo dello Stella	6	7	6.98	52
6030070	Palmanova	20	7	6.98	34
6030071	Paluzza	24	8	7.02	40
6030072	Pasian di Prato	8	8	6.98	25
6030073	Paularo	14	8	6.46	32
6030074	Pavia di Udine	0	8	6.98	27
6030075	Pocenia	6	7	6.98	48
6030076	Pontebba	16	8	6.46	33
6030077	Porpetto	4	7	6.98	41
6030078	Povoletto	6	8	6.98	14
6030079	Pozzuolo del Friuli	7	8	6.98	30
6030080	Pradamano	7	8	6.98	21
6030081	Prato Carnico	17	8	7.02	56
6030082	Precenicco	6	7	6.98	53
6030083	Premariacco	8	8	6.98	16
6030084	Preone	18	9	7.02	56
6030085	Prepotto	6	8	6.98	17
6030086	Pulfero	8	8	6.98	5
6030087	Ragogna	11	9	6.46	13
6030088	Ravascletto	13	8	7.02	48
6030089	Raveo	13	9	5.59	0
6030090	Reana del Rojale	9	8	6.46	14
6030091	Remanzacco	6	8	6.98	15
6030092	Resia	11	9	6.46	21
6030093	Resiutta	13	9	6.46	19
6030094	Rigolato	10	8	7.02	53
6030095	Rive d'Arcano	10	8	6.46	15
6030096	Rivignano	7	7	6.98	47
6030097	Ronchis	6	7	6.98	55
6030098	Ruda	3	7	7.02	83
6030099	San Daniele del Friuli	21	8	7.02	62
6030100	San Giorgio di Nogaro	8	7	6.98	44
6030101	San Giovanni al Natisone	9	7	6.98	25
6030102	San Leonardo	7	8	6.98	11
6030103	San Pietro al Natisone	8	8	6.98	9
6030104	Santa Maria la Longa	6	7	6.98	31
6030105	San Vito al Torre	3	7	6.98	34
6030106	San Vito di Fagagna	11	8	6.98	30
6030107	Sauris	15	8	7.02	67
6030108	Savogna	7	8	6.98	9
6030109	Sedegliano	11	7	7.02	76
6030110	Socchieve	4	8	5.59	5
6030111	Stregna	6	8	6.98	14
6030112	Sutrio	20	8	6.46	32
6030113	Taipana	9	9	6.98	9

6030114	Talmassons	6	7	6.98	39
6030115	Tapogliano	4	7	7.02	79
6030116	Tarcento	26	9	6.46	8
6030117	Tarvisio	11	8	7.02	9
6030118	Tavagnacco	4	8	6.98	20
6030119	Teor	7	7	6.98	48
6030120	Terzo d'Aquileia	4	7	6.98	45
6030121	Tolmezzo	35	8	7.02	45
6030122	Torreano	5	8	6.98	7
6030123	Torviscosa	4	7	6.98	43
6030124	Trasaghis	19	9	6.46	6
6030125	Treppo Carnico	9	8	7.02	38
6030126	Treppo Grande	12	8	6.46	7
6030127	Tricesimo	12	8	6.98	17
6030128	Trivignano Udinese	7	7	6.98	29
6030129	Udine	56	8	7.02	62
6030130	Varmo	6	7	6.98	49
6030131	Venzone	19	9	6.98	27
6030132	Verzegnis	6	9	5.84	2
6030133	Villa Santina	20	8	6.46	25
6030134	Villa Vicentina	5	7	7.02	86
6030135	Visco	7	7	6.98	35
6030136	Zuglio	19	8	6.46	26
6030137	Forgaria nel Friuli	10	9	6.46	11
6031001	Capriva del Friuli	6	7	6.98	29
6031002	Cormons	13	7	7.02	69
6031003	Doberdò del Lago	2	7	7.02	82
6031004	Dolegna del Collio	6	7	6.98	19
6031005	Farra d'Isonzo	3	7	6.98	33
6031006	Fogliano Redipuglia	8	7	7.02	79
6031007	Gorizia	26	7	7.02	71
6031008	Gradisca d'Isonzo	9	7	6.98	35
6031010	Mariano del Friuli	4	7	6.98	32
6031011	Medea	5	7	6.98	31
6031012	Monfalcone	11	7	7.02	86
6031013	Moraro	5	7	6.98	30
6031014	Mossa	6	7	6.98	30
6031015	Romans d'Isonzo	4	7	6.98	34
6031016	Ronchi dei Legionari	6	7	7.02	83
6031017	Sagrado	8	7	7.02	78
6031018	San Canzian d'Isonzo	5	7	7.02	86
6031019	San Floriano del Collio	7	7	6.98	27
6031020	San Lorenzo Isontino	6	7	6.98	31
6031021	San Pier d'Isonzo	4	7	7.02	82
6031022	Savogna d'Isonzo	5	7	6.98	34
6031023	Staranzano	11	7	7.02	86
6031024	Turriaco	5	7	7.02	85
6031025	Villesse	4	7	7.02	80
6032001	Duino-Aurisina	5	7	6.98	53
6032002	Monrupino	3	7	6.98	61

6032003	Muggia	4	7	6.98	71
6032004	San Dorligo della Valle	4	7	6.98	74
6032005	Sgonico	1	7	6.98	57
6032006	Trieste	56	7	6.98	66
6093001	Andreis	16	8	5.78	8
6093002	Arba	10	8	6.46	27
6093003	Arzene	11	8	6.98	50
6093004	Aviano	27	7	6.46	46
6093005	Azzano Decimo	11	7	6.98	66
6093006	Barcis	14	8	6.32	14
6093007	Brugnera	9	7	6.48	46
6093008	Budoia	10	8	6.12	13
6093009	Caneva	13	8	6.12	14
6093010	Casarsa della Delizia	15	8	6.32	42
6093011	Castelnovo del Friuli	11	8	6.46	17
6093012	Cavasso Nuovo	19	8	6.46	27
6093013	Chions	0	7	6.48	63
6093014	Cimolais	14	8	6.98	77
6093015	Claut	28	8	6.98	71
6093016	Clauzetto	12	9	6.46	16
6093017	Cordenons	8	7	6.46	43
6093018	Cordovado	5	7	6.98	58
6093019	Erto e Casso	7	8	6.98	82
6093020	Fanna	19	8	6.46	29
6093021	Fiume Veneto	7	7	6.98	62
6093022	Fontanafredda	2	8	6.98	72
6093024	Frisanco	9	8	5.78	3
6093025	Maniago	31	8	6.04	18
6093026	Meduno	12	8	6.46	26
6093027	Montereale Valcellina	13	8	6.04	21
6093028	Morsano al Tagliamento	3	7	6.46	45
6093029	Pasiano di Pordenone	8	7	6.48	53
6093030	Pinzano al Tagliamento	8	9	6.46	15
6093031	Polcenigo	11	8	6.12	11
6093032	Porcia	11	8	6.46	49
6093033	Pordenone	43	7	6.46	47
6093034	Prata di Pordenone	9	7	6.48	51
6093035	Pravisdomini	2	7	6.48	58
6093036	Roveredo in Piano	12	7	6.46	46
6093037	Sacile	20	7	6.98	77
6093038	San Giorgio della Richinvelda	8	8	7.02	78
6093039	San Martino al Tagliamento	12	8	6.98	48
6093040	San Quirino	7	8	6.98	61
6093041	San Vito al Tagliamento	19	7	6.98	54
6093042	Sequals	14	8	6.46	24
6093043	Sesto al Reghena	5	7	6.48	67
6093044	Spilimbergo	26	8	7.02	72
6093045	Tramonti di Sopra	16	9	6.04	2
6093046	Tramonti di Sotto	16	9	6.04	3
6093047	Travesio	10	8	6.46	20

6093048	Valvasone	11	8	6.98	49
6093049	Vito d'Asio	10	9	6.46	12
6093050	Vivaro	12	8	6.98	52
6093051	Zoppola	12	7	6.32	37
6093052	Vajont	3	8	6.04	20
7008001	Airole	1	7	6.97	52
7008002	Apricale	6	7	6.97	44
7008003	Aquila di Arroscia	2	7	6.97	43
7008004	Armo	4	7	6.97	46
7008005	Aurigo	5	8	6.97	35
7008006	Badalucco	8	8	6.97	34
7008007	Bajardo	6	8	6.97	41
7008008	Bordighera	13	8	6.97	41
7008009	Borghetto d'Arroscia	4	7	6.97	41
7008010	Borgomaro	8	8	6.97	34
7008011	Camporosso	4	7	6.97	44
7008012	Caravonica	3	8	6.97	35
7008013	Carpasio	3	7	6.97	36
7008014	Castellaro	12	9	6.97	29
7008015	Castel Vittorio	10	7	6.97	46
7008016	Ceriana	6	8	6.97	36
7008017	Cervo	6	8	6.97	24
7008018	Cesio	3	8	6.97	36
7008019	Chiusanico	6	8	6.97	32
7008020	Chiusavecchia	6	8	6.97	31
7008021	Cipressa	5	7	6.97	24
7008022	Civezza	6	8	6.97	25
7008023	Cosio di Arroscia	6	7	6.97	48
7008024	Costarainera	7	7	6.97	24
7008025	Diano Arentino	4	8	6.97	28
7008026	Diano Castello	5	10	6.97	25
7008027	Diano Marina	14	9	6.97	23
7008028	Diano San Pietro	5	10	6.97	25
7008029	Dolceacqua	7	7	6.97	46
7008030	Dolcedo	4	7	6.97	27
7008031	Imperia	29	8	6.97	22
7008032	Isolabona	5	7	6.97	46
7008033	Lucinasco	9	8	6.97	32
7008034	Mendatica	4	7	6.97	49
7008035	Molini di Triora	13	7	6.97	44
7008036	Montalto Ligure	8	8	6.97	35
7008037	Montegrosso Pian Latte	6	7	6.97	48
7008038	Olivetta San Michele	2	7	6.97	55
7008039	Ospedaletti	8	8	6.97	37
7008040	Perinaldo	5	7	6.97	43
7008041	Pietrabruna	2	8	5.46	6
7008042	Pieve di Teco	8	7	6.97	42
7008043	Pigna	10	7	6.97	47
7008044	Pompeiana	7	9	6.97	27
7008045	Pontedassio	7	7	6.97	28

7008046	Pornassio	4	7	6.97	46
7008047	Prelà	6	8	6.97	29
7008048	Ranzo	5	8	6.97	40
7008049	Rezzo	5	7	6.97	41
7008050	Riva Ligure	7	8	6.97	26
7008051	Rocchetta Nervina	5	7	6.97	49
7008052	San Bartolomeo al Mare	6	8	6.97	24
7008053	San Biagio della Cima	5	7	6.97	43
7008054	San Lorenzo al Mare	6	7	6.97	22
7008055	San Remo	21	8	6.97	33
7008056	Santo Stefano al Mare	7	8	6.97	25
7008057	Seborga	3	7	6.97	40
7008058	Soldano	3	7	6.97	43
7008059	Taggia	12	8	6.97	30
7008060	Terzorio	6	8	6.97	26
7008061	Triora	13	7	6.97	44
7008062	Vallebona	4	7	6.97	41
7008063	Vallecrosia	13	8	6.97	43
7008064	Vasia	6	8	6.97	29
7008065	Ventimiglia	11	7	6.97	45
7008066	Vessalico	4	7	6.97	40
7008067	Villa Faraldi	2	8	6.97	29
7009001	Alassio	18	7	6.97	32
7009002	Albenga	11	7	6.97	37
7009003	Albissola Marina	7	8	6.97	73
7009004	Albisola Superiore	7	8	6.97	74
7009006	Andora	7	8	6.97	26
7009007	Arnasco	2	7	6.73	89
7009008	Balestrino	2	7	6.97	46
7009010	Bergeggi	3	7	6.97	63
7009011	Boissano	5	7	6.97	47
7009012	Borghetto Santo Spirito	5	7	6.97	44
7009013	Borgio Verezzi	1	7	6.97	51
7009014	Bormida	2	7	6.97	63
7009016	Calice Ligure	4	7	6.97	55
7009019	Casanova Lerrone	5	7	6.97	36
7009021	Castelvecchio di Rocca Barbena	3	7	6.97	46
7009022	Celle Ligure	3	7	6.97	76
7009024	Ceriale	5	7	6.97	42
7009025	Cisano sul Neva	2	7	6.97	41
7009028	Erli	3	7	6.97	47
7009029	Finale Ligure	14	8	6.97	53
7009030	Garlenda	2	7	6.97	36
7009031	Giustenice	3	7	6.97	51
7009033	Laigueglia	6	8	6.97	29
7009034	Loano	8	7	6.97	47
7009035	Magliolo	3	7	6.97	54
7009042	Noli	4	7	6.97	58
7009043	Onzo	6	7	6.73	86
7009044	Orco Feglino	2	7	6.97	58

7009045	Ortovero	3	7	6.97	38
7009046	Osiglia	3	7	6.97	62
7009049	Pietra Ligure	2	7	6.97	49
7009053	Rialto	5	7	6.97	57
7009056	Savona	38	7	6.97	71
7009057	Spotorno	4	7	6.97	60
7009058	Stella	3	7	6.97	80
7009059	Stellanello	3	7	6.97	33
7009060	Testico	3	7	6.97	34
7009061	Toirano	5	7	6.97	46
7009062	Tovo San Giacomo	3	7	6.97	52
7009064	Vado Ligure	4	7	6.97	65
7009065	Varazze	9	7	6.97	79
7009066	Vendone	6	7	6.73	88
7009067	Vezzi Portio	3	7	6.97	59
7009068	Villanova d'Albenga	5	7	6.97	37
7009069	Zuccarello	5	7	6.73	93
7010001	Arenzano	3	7	6.97	87
7010008	Campo Ligure	9	7	6.97	101
7010011	Casarza Ligure	4	7	6.48	66
7010017	Cogoleto	4	7	6.97	84
7010025	Genova	94	7	6.97	98
7010026	Gorreto	4	7	5.76	31
7010027	Isola del Cantone	3	7	5.76	21
7010032	Masone	5	7	6.97	98
7010033	Mele	0	7	6.97	94
7010045	Propata	4	7	5.76	30
7010051	Rossiglione	7	7	5.16	2
7010059	Sestri Levante	12	7	6.48	71
7011001	Ameglia	3	7	5.81	21
7011002	Arcola	2	7	6.48	30
7011003	Beverino	2	7	6.48	41
7011004	Bolano	4	7	6.48	31
7011005	Bonassola	1	7	6.48	55
7011006	Borghetto di Vara	8	7	6.48	45
7011007	Brugnato	8	7	6.48	45
7011008	Calice al Cornoviglio	6	7	5.81	29
7011009	Carro	0	7	5.83	23
7011011	Castelnuovo Magra	1	7	5.81	16
7011013	Follo	4	7	6.48	33
7011015	La Spezia	41	7	5.81	30
7011016	Lerici	7	7	5.81	24
7011017	Levanto	17	7	6.48	53
7011020	Ortonovo	2	8	6.48	21
7011023	Riccò del Golfo di Spezia	1	7	6.48	41
7011024	Riomaggiore	5	7	6.48	44
7011026	Santo Stefano di Magra	2	7	6.48	29
7011027	Sarzana	28	7	6.48	27
7011028	Sesta Godano	9	8	6.48	50
7011029	Varese Ligure	20	7	5.83	21

7011030	Vernazza	3	7	6.48	48
7011031	Vezzano Ligure	3	7	6.48	32
7011032	Zignago	0	7	5.83	18
8033002	Alseno	4	7	5.14	5
8033003	Besenzone	7	7	6.69	91
8033012	Castell'Arquato	12	7	5.14	14
8033018	Cortemaggiore	7	7	5.14	13
8033041	San Pietro in Cerro	5	7	6.69	90
8033046	Villanova sull'Arda	4	7	6.69	86
8033047	Zerba	2	7	5.76	26
8034001	Albareto	9	7	5.83	12
8034003	Bedonia	31	7	6.48	63
8034004	Berceto	18	7	5.83	14
8034005	Bore	7	7	6.48	71
8034006	Borgo Val di Taro	38	8	5.83	9
8034007	Busseto	7	7	6.69	85
8034008	Calestano	11	7	6.48	48
8034009	Collecchio	13	7	5.57	10
8034010	Colorno	18	7	6.69	66
8034011	Compiano	10	7	5.83	17
8034012	Corniglio	16	7	6.48	36
8034013	Felino	11	7	5.64	16
8034014	Fidenza	26	7	5.57	14
8034015	Fontanellato	11	7	5.64	16
8034016	Fontevivo	9	7	5.64	14
8034017	Fornovo di Taro	17	7	5.64	24
8034018	Langhirano	25	7	5.41	5
8034019	Lesignano de' Bagni	11	7	5.53	21
8034020	Medesano	11	7	5.57	12
8034021	Mezzani	7	7	6.69	64
8034022	Monchio delle Corti	7	8	6.48	28
8034023	Montechiarugolo	15	7	5.64	15
8034024	Neviano degli Arduini	13	7	5.64	26
8034025	Noceto	15	8	5.64	13
8034026	Palanzano	10	7	6.48	29
8034027	Parma	147	7	6.69	79
8034029	Polesine Parmense	6	7	6.69	80
8034030	Roccabianca	6	7	5.57	18
8034031	Sala Baganza	12	7	5.64	14
8034032	Salsomaggiore Terme	15	7	5.57	21
8034033	San Secondo Parmense	16	7	6.69	76
8034034	Sissa	11	7	5.64	18
8034035	Solignano	6	7	6.48	53
8034036	Soragna	16	7	5.64	22
8034037	Sorbolo	16	8	6.69	68
8034038	Terenzo	5	7	6.48	50
8034039	Tizzano Val Parma	11	7	6.48	38
8034040	Tornolo	7	7	6.48	62
8034041	Torrile	10	7	5.64	12
8034042	Traversetolo	19	7	5.53	16

8034043	Trecasali	10	7	5.64	15
8034044	Valmozzola	8	7	5.83	15
8034045	Varano de' Melegari	3	7	6.48	60
8034046	Varsi	10	7	6.48	63
8034048	Zibello	14	7	6.69	77
8035001	Albinea	11	7	5.14	9
8035002	Bagnolo in Piano	16	7	5.54	10
8035003	Baiso	13	7	5.98	19
8035004	Bibbiano	15	7	5.64	19
8035005	Boretto	8	7	6.69	58
8035006	Brescello	21	7	5.53	15
8035007	Busana	14	8	6.48	21
8035008	Cadelbosco di Sopra	13	7	5.53	8
8035009	Campagnola Emilia	12	7	5.19	7
8035010	Campegine	11	7	5.53	3
8035011	Carpineti	18	7	6.48	36
8035012	Casalgrande	13	7	5.98	11
8035013	Casina	12	7	6.48	40
8035014	Castellarano	18	7	5.98	9
8035015	Castelnovo di Sotto	15	7	5.54	7
8035016	Castelnovo ne' Monti	22	7	6.48	29
8035017	Cavriago	10	7	5.64	19
8035018	Canossa	10	7	5.54	20
8035019	Collagna	23	7	6.48	18
8035020	Correggio	52	7	5.53	23
8035021	Fabbrico	16	7	6.69	51
8035022	Gattatico	3	7	6.69	71
8035024	Guastalla	43	7	6.69	52
8035025	Ligonchio	12	8	6.48	15
8035026	Luzzara	18	7	6.69	47
8035027	Montecchio Emilia	17	7	6.69	82
8035028	Novellara	33	7	5.54	18
8035029	Poviglio	15	7	6.69	64
8035030	Quattro Castella	14	7	5.64	22
8035031	Ramiseto	9	8	6.48	25
8035032	Reggiolo	13	7	6.69	47
8035033	Reggio nell'Emilia	99	7	5.54	9
8035034	Rio Saliceto	9	7	6.69	58
8035035	Rolo	9	7	6.69	49
8035036	Rubiera	20	7	5.98	16
8035037	San Martino in Rio	16	7	6.69	67
8035038	San Polo d'Enza	21	7	5.54	17
8035039	Sant'Ilario d'Enza	10	7	6.69	76
8035040	Scandiano	28	7	5.98	15
8035041	Toano	10	7	6.48	31
8035042	Vetto	15	7	6.48	34
8035043	Vezzano sul Crostolo	12	7	5.54	17
8035044	Viano	9	7	5.98	18
8035045	Villa Minozzo	22	7	6.48	25
8036001	Bastiglia	8	7	5.98	26

8036002	Bomporto	11	7	5.98	28
8036003	Campogalliano	17	7	5.98	19
8036005	Carpi	62	7	5.98	30
8036006	Castelfranco Emilia	26	7	5.98	19
8036007	Castelnuovo Rangone	16	7	5.98	8
8036008	Castelvetro di Modena	21	7	5.98	8
8036010	Concordia sulla Secchia	25	7	6.69	44
8036011	Fanano	30	7	5.03	4
8036012	Finale Emilia	34	7	6.69	57
8036013	Fiorano Modenese	16	7	5.98	3
8036014	Fiumalbo	36	7	6.48	29
8036015	Formigine	21	7	5.98	6
8036016	Frassinoro	20	8	6.48	26
8036017	Guiglia	26	7	5.98	14
8036018	Lama Mocogno	21	8	6.48	39
8036019	Maranello	16	7	5.98	2
8036020	Marano sul Panaro	12	7	5.98	12
8036023	Modena	134	7	5.98	16
8036024	Montecreto	13	7	6.48	36
8036025	Montefiorino	16	7	6.48	33
8036026	Montese	27	7	5.57	14
8036029	Palagano	8	7	6.48	33
8036030	Pavullo nel Frignano	40	7	5.17	0
8036031	Pievepelago	22	8	6.48	27
8036032	Polinago	8	7	6.48	40
8036033	Prignano sulla Secchia	9	7	5.98	15
8036034	Ravarino	13	7	5.98	30
8036035	Riolunato	15	7	6.48	30
8036036	San Cesario sul Panaro	9	7	5.98	16
8036039	San Prospero	9	7	5.98	33
8036040	Sassuolo	32	7	5.98	6
8036041	Savignano sul Panaro	11	7	5.98	16
8036042	Serramazzoni	14	8	5.98	11
8036043	Sestola	30	7	5.98	33
8036044	Soliera	14	7	5.98	25
8036045	Spilamberto	16	7	5.98	14
8036046	Vignola	36	7	5.98	14
8036047	Zocca	26	7	5.42	10
8037001	Anzola dell'Emilia	12	7	5.57	5
8037002	Argelato	2	7	6.69	78
8037003	Baricella	12	7	6.69	84
8037004	Bazzano	25	7	5.57	12
8037005	Bentivoglio	9	7	5.57	21
8037006	Bologna	170	7	5.57	9
8037007	Borgo Tossignano	22	8	5.43	8
8037008	Budrio	16	7	5.61	14
8037009	Calderara di Reno	4	7	5.57	7
8037010	Camugnano	11	7	5.57	4
8037011	Casalecchio di Reno	12	7	5.57	5
8037012	Casalfiumanese	8	7	5.43	11

8037013	Castel d'Aiano	8	7	5.57	13
8037014	Castel del Rio	14	8	5.43	5
8037015	Castel di Casio	12	7	5.57	0
8037016	Castel Guelfo di Bologna	7	7	5.61	20
8037017	Castello d'Argile	7	7	5.44	3
8037018	Castello di Serravalle	0	7	5.98	20
8037019	Castel Maggiore	18	7	5.35	9
8037020	Castel San Pietro Terme	28	7	5.24	10
8037021	Castenaso	12	7	5.57	19
8037022	Castiglione dei Pepoli	23	7	5.57	10
8037023	Crespellano	13	7	5.34	4
8037024	Crevalcore	26	7	5.98	33
8037025	Dozza	5	7	5.78	25
8037026	Fontanelice	12	8	5.43	6
8037027	Gaggio Montano	9	7	5.57	9
8037028	Galliera	0	7	5.61	24
8037029	Granaglione	5	7	5.57	9
8037030	Granarolo dell'Emilia	7	7	5.35	10
8037031	Grizzana Morandi	9	7	5.57	14
8037032	Imola	68	7	5.78	19
8037033	Lizzano in Belvedere	15	7	5.57	11
8037034	Loiano	39	7	5.42	17
8037035	Malalbergo	10	7	5.46	14
8037036	Marzabotto	7	7	5.42	8
8037037	Medicina	18	7	5.61	16
8037038	Minerbio	14	7	6.69	85
8037039	Molinella	17	7	5.61	1
8037040	Monghidoro	14	7	6.29	32
8037041	Monterenzio	10	7	5.57	25
8037042	Monte San Pietro	5	7	5.34	5
8037043	Monteveglio	11	7	5.34	4
8037044	Monzuno	10	7	5.42	13
8037045	Mordano	10	7	5.94	16
8037046	Ozzano dell'Emilia	7	7	5.03	7
8037047	Pianoro	18	7	5.57	17
8037048	Pieve di Cento	5	7	5.44	4
8037049	Porretta Terme	44	7	5.57	5
8037050	Sala Bolognese	0	7	5.35	15
8037051	San Benedetto Val di Sambro	12	7	5.57	17
8037052	San Giorgio di Piano	15	7	6.69	79
8037053	San Giovanni in Persiceto	23	7	6.69	76
8037054	San Lazzaro di Savena	1	7	5.57	15
8037055	San Pietro in Casale	5	7	6.69	74
8037056	Sant'Agata Bolognese	8	7	5.98	28
8037057	Sasso Marconi	14	7	5.57	13
8037058	Savigno	8	7	5.98	23
8037059	Vergato	31	7	5.42	3
8037060	Zola Predosa	17	7	5.57	2
8038001	Argenta	39	7	5.47	3
8038003	Bondeno	29	7	5.46	18

8038007	Copparo	22	7	5.46	17
8038008	Ferrara	117	7	5.61	25
8038009	Formignana	5	7	5.46	18
8038012	Masi Torello	4	7	5.46	13
8038016	Mirabello	3	7	5.46	14
8038017	Ostellato	14	7	5.47	14
8038018	Poggio Renatico	9	7	5.61	22
8038019	Portomaggiore	25	7	5.47	7
8038020	Ro	9	7	5.46	17
8038021	Sant'Agostino	7	7	6.69	64
8038022	Vigarano Mainarda	7	7	5.14	10
8038023	Voghiera	7	7	5.47	15
8039001	Alfonsine	17	7	5.47	22
8039002	Bagnacavallo	22	7	5.78	4
8039003	Bagnara di Romagna	10	7	5.94	15
8039004	Brisighella	43	8	5.94	4
8039005	Casola Valsenio	31	8	5.94	14
8039006	Castel Bolognese	18	8	5.94	8
8039007	Cervia	19	7	5.93	18
8039008	Conselice	12	7	5.61	17
8039009	Cotignola	9	7	5.78	1
8039010	Faenza	77	7	6.09	30
8039011	Fusignano	12	7	5.47	21
8039012	Lugo	36	7	5.78	4
8039013	Massa Lombarda	15	7	5.78	11
8039014	Ravenna	60	7	5.78	21
8039015	Riolo Terme	14	8	5.94	7
8039016	Russi	20	7	5.78	8
8039017	Sant'Agata sul Santerno	6	7	5.61	25
8039018	Solarolo	9	7	5.78	8
8040001	Bagno di Romagna	21	9	5.88	7
8040003	Bertinoro	52	8	5.68	8
8040004	Borghi	10	7	6.14	34
8040005	Castrocaro Terme e Terra del Sole	33	8	6.09	17
8040007	Cesena	84	7	6.09	31
8040008	Cesenatico	27	8	5.93	13
8040009	Civitella di Romagna	33	8	6.09	4
8040011	Dovadola	26	8	6.09	11
8040012	Forlì	92	8	5.58	7
8040013	Forlimpopoli	28	7	5.58	8
8040014	Galeata	40	8	6.09	3
8040015	Gambettola	14	7	6.14	36
8040016	Gatteo	13	7	6.14	32
8040018	Longiano	17	7	6.14	37
8040019	Meldola	44	8	6.09	18
8040020	Mercato Saraceno	38	8	5.8	20
8040022	Modigliana	48	8	6.09	17
8040028	Montiano	16	7	6.14	38
8040031	Portico e San Benedetto	25	8	6.09	9
8040032	Predappio	22	8	6.09	11

8040033	Premilcuore	24	7	6.09	11
8040036	Rocca San Casciano	47	8	6.09	6
8040037	Roncofreddo	16	7	6.14	37
8040041	San Mauro Pascoli	18	7	6.14	30
8040043	Santa Sofia	34	9	5.88	4
8040044	Sarsina	29	8	5.8	14
8040045	Savignano sul Rubicone	27	7	5.68	15
8040046	Sogliano al Rubicone	26	7	5.68	18
8040049	Tredozio	25	8	6.09	14
8040050	Verghereto	24	8	5.88	15
8099001	Bellaria-Igea Marina	14	7	5.93	11
8099002	Cattolica	25	8	6.14	8
8099003	Coriano	9	8	6.14	16
8099004	Gemmano	7	8	6.14	21
8099005	Misano Adriatico	8	8	6.14	9
8099006	Mondaino	26	8	6.14	21
8099007	Monte Colombo	15	8	6.14	22
8099008	Montefiore Conca	14	7	6.14	21
8099009	Montegridolfo	13	8	6.14	21
8099010	Montescudo	15	8	6.14	23
8099011	Morciano di Romagna	16	8	6.14	17
8099012	Poggio Berni	12	7	5.62	13
8099013	Riccione	17	8	6.14	10
8099014	Rimini	66	8	6.14	17
8099015	Saludecio	25	8	6.14	20
8099016	San Clemente	11	8	6.14	17
8099017	San Giovanni in Marignano	5	8	6.14	12
8099018	Santarcangelo di Romagna	28	7	6.14	27
8099019	Torriana	15	7	5.62	14
8099020	Verucchio	13	7	5.35	14
9045001	Aulla	13	8	6.48	25
9045002	Bagnone	20	8	6.48	27
9045003	Carrara	29	7	6.48	23
9045004	Casola in Lunigiana	9	10	6.48	8
9045005	Comano	8	8	5.55	2
9045006	Filattiera	6	8	6.48	32
9045007	Fivizzano	36	9	6.48	14
9045008	Fosdinovo	7	7	5.35	8
9045009	Licciana Nardi	11	8	6.48	21
9045010	Massa	39	7	6.48	22
9045011	Montignoso	6	8	6.48	20
9045012	Mulazzo	11	8	6.48	34
9045013	Podenzana	3	8	6.48	27
9045014	Pontremoli	33	8	5.83	7
9045015	Tresana	2	8	6.48	27
9045016	Villafranca in Lunigiana	7	9	6.48	29
9045017	Zeri	10	7	5.83	11
9046002	Bagni di Lucca	13	7	6.48	32
9046003	Barga	25	8	6.48	21
9046004	Borgo a Mozzano	15	7	6.48	31

9046005	Camaiore	42	7	6.48	27
9046006	Camporgiano	12	9	6.48	5
9046007	Capannori	9	7	6.48	45
9046008	Careggine	5	8	6.48	8
9046009	Castelnuovo di Garfagnana	32	8	6.48	14
9046010	Castiglione di Garfagnana	14	10	6.48	11
9046011	Coreglia Antelminelli	8	8	6.48	24
9046012	Fabbriche di Vallico	4	7	6.48	24
9046013	Forte dei Marmi	10	7	5.81	24
9046014	Fosciandora	12	9	6.48	16
9046015	Gallicano	20	8	6.48	19
9046016	Giuncugnano	7	9	6.48	4
9046017	Lucca	87	7	5.76	11
9046018	Massarosa	13	7	6.48	35
9046019	Minucciano	6	9	6.48	6
9046020	Molazzana	20	8	6.48	17
9046022	Pescaglia	7	7	6.48	27
9046023	Piazza al Serchio	13	9	6.48	2
9046024	Pietrasanta	16	7	6.48	26
9046025	Pieve Fosciana	14	8	6.48	12
9046026	Porcari	5	7	5.76	8
9046027	San Romano in Garfagnana	12	9	6.48	6
9046028	Seravezza	16	7	5.81	20
9046029	Sillano	10	9	6.48	5
9046030	Stazzema	10	7	5.76	26
9046031	Vagli Sotto	11	9	6.48	8
9046032	Vergemoli	9	7	6.48	17
9046033	Viareggio	29	7	6.48	35
9046034	Villa Basilica	9	7	5.76	4
9046035	Villa Collemandina	10	10	6.48	10
9047001	Abetone	4	7	6.48	31
9047002	Agliana	6	7	5.57	8
9047003	Buggiano	11	7	5.76	11
9047004	Cutigliano	19	7	5.24	14
9047005	Lamporecchio	12	7	5.57	13
9047006	Larciano	1	7	5.57	13
9047007	Marliana	3	7	5.57	11
9047008	Massa e Cozzile	6	7	5.57	14
9047009	Monsummano Terme	19	7	5.57	11
9047010	Montale	17	7	5.06	8
9047011	Montecatini-Terme	10	7	5.76	14
9047012	Pescia	26	7	5.76	8
9047013	Pieve a Nievole	20	7	5.76	16
9047014	Pistoia	67	7	5.57	0
9047015	Piteglio	10	7	5.57	16
9047016	Ponte Buggianese	6	7	5.57	17
9047017	Quarrata	6	7	5.57	11
9047018	Sambuca Pistoiese	14	7	5.57	7
9047019	San Marcello Pistoiese	17	7	6.48	43
9047020	Serravalle Pistoiese	4	7	5.57	7

9047021	Uzzano	11	7	5.76	9
9048001	Bagno a Ripoli	14	8	5.43	7
9048002	Barberino di Mugello	34	8	5.94	12
9048003	Barberino Val d'Elsa	5	7	5.16	13
9048004	Borgo San Lorenzo	47	8	6.29	7
9048005	Calenzano	11	7	5.3	13
9048006	Campi Bisenzio	15	7	5.3	12
9048008	Capraia e Limite	5	7	5.57	22
9048010	Castelfiorentino	23	7	5.91	36
9048011	Cerreto Guidi	6	7	5.57	19
9048012	Certaldo	14	7	6.29	58
9048013	Dicomano	36	8	6.29	8
9048015	Fiesole	26	7	5.43	12
9048016	Figline Valdarno	20	7	6.44	55
9048017	Firenze	188	7	5.43	8
9048018	Firenzuola	45	7	6.29	20
9048021	Greve in Chianti	23	7	5.82	24
9048022	Impruneta	11	7	5.43	2
9048023	Incisa in Val d'Arno	12	7	6.44	58
9048024	Lastra a Signa	24	7	5.43	14
9048025	Londa	15	7	6.29	13
9048026	Marradi	45	8	6.09	24
9048028	Montelupo Fiorentino	5	7	5.16	13
9048030	Montespertoli	4	7	6.29	48
9048031	Palazzuolo sul Senio	30	8	6.09	30
9048032	Pelago	14	7	5.94	28
9048033	Pontassieve	31	7	5.94	26
9048035	Reggello	12	7	6.29	31
9048036	Rignano sull'Arno	11	7	6.29	26
9048037	Rufina	17	7	6.29	15
9048038	San Casciano in Val di Pesa	21	7	5.43	8
9048039	San Godenzo	26	8	6.29	11
9048040	San Piero a Sieve	13	8	5.94	7
9048041	Scandicci	13	7	5.43	9
9048042	Scarperia	36	8	5.94	3
9048043	Sesto Fiorentino	22	7	5.3	9
9048044	Signa	24	7	5.43	16
9048045	Tavarnelle Val di Pesa	3	7	5.16	11
9048046	Vaglia	12	7	5.94	14
9048049	Vicchio	28	10	6.29	3
9048050	Vinci	9	7	5.57	16
9049001	Bibbona	4	7	5.91	23
9049008	Collesalvetti	5	7	5.91	15
9049009	Livorno	58	7	5.91	21
9049017	Rosignano Marittimo	19	7	5.91	10
9050001	Bientina	6	7	6.48	59
9050004	Calcinaia	12	7	6.48	62
9050005	Capannoli	9	7	5.91	16
9050006	Casale Marittimo	4	8	5.91	20
9050007	Casciana Terme	10	7	5.91	8

9050010	Castellina Marittima	3	7	5.91	7
9050011	Castelnuovo di Val di Cecina	9	7	5.61	19
9050012	Chianni	6	8	5.91	7
9050013	Crespina	7	8	5.91	11
9050014	Fauglia	12	8	5.91	12
9050015	Guardistallo	13	9	5.91	18
9050017	Lari	16	8	5.91	11
9050018	Lorenzana	5	8	5.91	8
9050019	Montecatini Val di Cecina	5	7	5.91	17
9050020	Montescudaio	13	9	5.91	17
9050022	Montopoli in Val d'Arno	9	7	5.91	27
9050023	Orciano Pisano	8	10	5.91	5
9050026	Pisa	62	7	5.91	30
9050027	Pomarance	24	7	5.61	20
9050030	Riparbella	9	8	5.91	12
9050032	San Miniato	21	7	5.91	33
9050033	Santa Croce sull'Arno	11	7	5.91	32
9050034	Santa Luce	3	8	5.91	0
9050036	Terricciola	7	7	5.91	11
9050037	Vecchiano	7	7	6.48	46
9050039	Volterra	37	7	5.91	25
9051001	Anghiari	25	8	6.44	10
9051002	Arezzo	61	7	6.44	20
9051003	Badia Tedalda	29	8	6.44	27
9051004	Bibbiena	39	7	6.29	39
9051005	Bucine	13	7	5.82	5
9051006	Capolona	24	7	5.02	3
9051007	Caprese Michelangelo	19	8	6.44	22
9051008	Castel Focognano	2	7	6.44	31
9051009	Castelfranco di Sopra	10	7	6.29	38
9051010	Castel San Niccolò	14	7	6.29	30
9051011	Castiglion Fibocchi	11	7	6.44	30
9051012	Castiglion Fiorentino	27	7	6.44	22
9051013	Cavriglia	4	7	5.82	9
9051014	Chitignano	20	7	6.29	46
9051015	Chiusi della Verna	22	7	6.44	29
9051016	Civitella in Val di Chiana	1	7	6.44	30
9051017	Cortona	31	7	6.44	24
9051018	Foiano della Chiana	21	7	6.44	35
9051019	Laterina	16	7	5.82	14
9051020	Loro Ciuffenna	9	7	5.82	16
9051021	Lucignano	11	7	5.82	25
9051022	Marciano della Chiana	7	7	6.44	33
9051023	Montemignaio	10	7	6.29	27
9051024	Monterchi	27	9	5.89	2
9051025	Monte San Savino	25	7	6.44	36
9051026	Montevarchi	35	7	5.82	7
9051027	Ortignano Raggiolo	14	8	5.88	30
9051028	Pergine Valdarno	15	7	6.44	36
9051029	Pian di Sco	7	7	6.29	35

9051030	Pieve Santo Stefano	35	8	6.44	23
9051031	Poppi	33	7	6.29	35
9051032	Pratovecchio	30	8	5.87	22
9051033	San Giovanni Valdarno	25	7	5.82	12
9051034	Sansepolcro	73	8	6.44	11
9051035	Sestino	21	8	6.44	30
9051036	Stia	29	8	6.29	25
9051037	Subbiano	24	7	5.02	4
9051038	Talla	15	7	6.44	31
9051039	Terranuova Bracciolini	10	7	5.82	11
9052001	Abbadia San Salvatore	23	7	5.04	6
9052002	Asciano	26	7	5.82	25
9052003	Buonconvento	13	7	5.37	7
9052004	Casole d'Elsa	6	7	5.61	10
9052005	Castellina in Chianti	14	7	5.19	6
9052006	Castelnuovo Berardenga	24	7	5.82	13
9052007	Castiglione d'Orcia	11	7	5.35	7
9052008	Cetona	20	7	6.44	59
9052009	Chianciano Terme	20	7	6.44	52
9052010	Chiusdino	15	7	5.61	13
9052011	Chiusi	24	7	6.44	52
9052012	Colle di Val d'Elsa	23	7	5.61	17
9052013	Gaiole in Chianti	8	7	5.82	11
9052014	Montalcino	23	7	5.35	12
9052015	Montepulciano	35	7	5.35	12
9052016	Monteriggioni	7	7	5.61	16
9052017	Monteroni d'Arbia	17	7	5.37	9
9052018	Monticiano	11	7	5.37	18
9052019	Murlo	11	7	5.37	2
9052020	Piancastagnaio	18	7	5.32	10
9052021	Pienza	33	8	5.35	3
9052022	Poggibonsi	30	7	5.61	22
9052023	Radda in Chianti	12	7	5.82	16
9052024	Radicofani	26	8	5.04	2
9052025	Radicondoli	13	7	5.61	6
9052026	Rapolano Terme	16	7	5.82	19
9052027	San Casciano dei Bagni	21	7	5.32	11
9052028	San Gimignano	19	7	5.61	23
9052029	San Giovanni d'Asso	14	7	5.11	4
9052030	San Quirico d'Orcia	17	7	5.35	3
9052031	Sarteano	21	7	6.44	57
9052032	Siena	114	7	5.82	24
9052033	Sinalunga	31	7	6.44	42
9052034	Sovicille	10	7	5.61	9
9052035	Torrita di Siena	13	7	6.44	44
9052036	Trequanda	9	7	6.44	49
9053005	Castell'Azzara	11	7	5.32	8
9053017	Montieri	10	7	5.61	18
9053025	Seggiano	6	7	5.35	17
9100001	Cantagallo	7	7	5.94	22

9100002	Carmignano	8	7	5.57	16
9100003	Montemurlo	17	7	5.06	7
9100004	Poggio a Caiano	5	7	5.57	17
9100005	Prato	51	7	5.57	16
9100006	Vaiano	4	7	5.94	21
9100007	Vernio	20	7	5.94	19
10054001	Assisi	74	8	6.33	10
10054002	Bastia Umbra	31	9	6.33	10
10054003	Bettona	27	8	6.33	10
10054004	Bevagna	35	8	6.33	5
10054005	Campello sul Clitunno	31	8	6.38	20
10054006	Cannara	45	10	6.33	2
10054007	Cascia	52	9	6.74	5
10054008	Castel Ritaldi	33	8	5.42	2
10054009	Castiglione del Lago	27	7	6.44	39
10054010	Cerreto di Spoleto	52	9	6.74	18
10054011	Citerna	27	9	5.89	4
10054012	Città della Pieve	28	7	6.74	91
10054013	Città di Castello	67	8	6.44	9
10054014	Collazzone	31	8	6.33	16
10054015	Corciano	0	7	6.25	37
10054016	Costacciaro	23	8	6.31	32
10054017	Deruta	32	8	5.94	38
10054018	Foligno	87	9	6.33	8
10054019	Fossato di Vico	33	8	6.25	8
10054020	Fratta Todina	16	7	6.74	60
10054021	Giano dell'Umbria	26	8	6.33	17
10054022	Gualdo Cattaneo	26	8	6.33	9
10054023	Gualdo Tadino	50	9	6.25	4
10054024	Gubbio	56	8	6.25	19
10054025	Lisciano Niccone	14	7	6.44	25
10054026	Magione	24	7	6.44	37
10054027	Marsciano	25	7	6.74	64
10054028	Massa Martana	27	8	6.33	24
10054029	Monte Castello di Vibio	18	7	6.74	60
10054030	Montefalco	44	8	6.33	10
10054031	Monteleone di Spoleto	29	9	6.74	11
10054032	Monte Santa Maria Tiberina	19	9	5.89	4
10054033	Montone	25	8	6.44	20
10054034	Nocera Umbra	46	9	6.31	7
10054035	Norcia	61	9	6.74	10
10054036	Paciano	15	7	6.44	50
10054037	Panicale	16	7	6.44	49
10054038	Passignano sul Trasimeno	16	7	6.44	31
10054039	Perugia	97	7	6.33	23
10054040	Piegaro	17	7	6.74	85
10054041	Pietralunga	22	8	6.42	18
10054042	Poggiodomo	13	8	6.2	15
10054043	Preci	48	8	6.74	19
10054044	San Giustino	22	9	5.84	6

10054045	Sant'Anatolia di Narco	24	8	6.38	20
10054046	Scheggia e Pascelupo	26	8	6.25	21
10054047	Scheggino	32	8	6.38	22
10054048	Sellano	52	9	6.74	23
10054049	Sigillo	29	8	6.25	12
10054050	Spello	39	8	6.33	5
10054051	Spoleto	97	8	6.72	56
10054052	Todi	45	7	6.33	27
10054053	Torgiano	27	8	6.33	15
10054054	Trevi	52	8	6.33	16
10054055	Tuoro sul Trasimeno	13	7	6.44	29
10054056	Umbertide	35	8	6.44	25
10054057	Valfabbrica	37	8	6.31	23
10054058	Vallo di Nera	11	8	6.74	18
10054059	Valtopina	28	8	5.25	6
10055001	Acquasparta	24	8	6.72	67
10055002	Allerona	13	7	5.57	14
10055003	Alviano	18	7	6.72	83
10055004	Amelia	30	7	7	110
10055005	Arrone	29	8	6.74	28
10055006	Attigliano	8	7	6.72	82
10055007	Baschi	21	7	5.57	12
10055008	Calvi dell'Umbria	16	8	7	90
10055009	Castel Giorgio	13	8	5.57	9
10055010	Castel Viscardo	15	7	5.57	8
10055011	Fabro	15	7	5.57	17
10055012	Ferentillo	23	8	6.2	10
10055013	Ficulle	32	7	5.57	13
10055014	Giove	11	7	6.72	80
10055015	Guardea	19	7	5.57	20
10055016	Lugnano in Teverina	17	7	6.72	80
10055017	Montecastrilli	24	7	7	111
10055018	Montecchio	14	7	5.57	17
10055019	Montefranco	29	8	6.74	28
10055020	Montegabbione	15	7	6.74	83
10055021	Monteleone d'Orvieto	17	7	6.74	86
10055022	Narni	40	7	5.35	0
10055023	Orvieto	46	7	5.67	12
10055024	Otricoli	16	7	7	98
10055025	Parrano	15	7	5.57	16
10055026	Penna in Teverina	13	7	6.72	77
10055027	Polino	19	8	6.74	23
10055028	Porano	15	7	5.67	8
10055029	San Gemini	24	8	6.72	64
10055030	San Venanzo	20	7	6.74	68
10055031	Stroncone	31	8	6.2	21
10055032	Terni	50	8	6.72	55
10055033	Avigliano Umbro	14	7	6.72	75
11041001	Acqualagna	23	7	6.42	13
11041002	Apecchio	18	9	6.42	9

11041003	Auditore	5	8	6.14	29
11041004	Barchi	13	7	6.21	28
11041005	Belforte all'Isauro	11	7	6.42	17
11041006	Borgo Pace	21	8	6.44	25
11041007	Cagli	44	9	6.42	13
11041008	Cantiano	27	8	6.42	17
11041009	Carpegna	15	7	6.42	25
11041010	Cartoceto	26	7	6.14	31
11041011	Casteldelci	19	7	6.42	36
11041012	Colbordolo	17	8	6.14	24
11041013	Fano	51	8	5.81	32
11041014	Fermignano	19	7	6.42	14
11041015	Fossombrone	35	7	6.42	26
11041016	Fratte Rosa	3	8	6.42	32
11041017	Frontino	11	7	6.42	21
11041018	Frontone	10	8	6.42	20
11041019	Gabicce Mare	25	8	6.14	8
11041020	Gradara	5	8	6.14	10
11041021	Isola del Piano	15	7	6.42	27
11041022	Lunano	12	7	6.42	16
11041023	Macerata Feltria	15	8	6.42	24
11041024	Maiolo	9	7	6.42	35
11041025	Mercatello sul Metauro	31	8	6.42	15
11041026	Mercatino Conca	16	8	6.14	29
11041027	Mombaroccio	20	7	6.14	27
11041028	Mondavio	26	7	6.14	43
11041029	Mondolfo	21	8	5.81	22
11041030	Montecalvo in Foglia	13	8	6.14	27
11041031	Monte Cerignone	3	7	6.42	28
11041032	Monteciccardo	22	7	6.14	24
11041033	Montecopiolo	3	7	6.42	30
11041034	Montefelcino	14	7	6.14	34
11041035	Monte Grimano	16	7	5.61	12
11041036	Montelabbate	16	7	6.14	21
11041037	Montemaggiore al Metauro	12	7	6.14	36
11041038	Monte Porzio	10	7	6.21	30
11041039	Novafeltria	18	7	6.42	38
11041040	Orciano di Pesaro	26	7	6.14	41
11041041	Peglio	16	7	6.42	11
11041042	Pennabilli	28	7	6.42	31
11041043	Pergola	50	7	6.42	26
11041044	Pesaro	79	7	6.14	18
11041045	Petriano	21	7	6.14	28
11041046	Piagge	15	7	5.81	30
11041047	Piandimeleto	15	8	6.42	16
11041048	Pietrarubbia	8	7	6.42	25
11041049	Piobbico	22	8	6.42	1
11041050	Saltara	27	7	6.14	33
11041051	San Costanzo	20	8	5.81	24
11041052	San Giorgio di Pesaro	14	7	6.14	39

11041053	San Leo	13	7	6.09	38
11041054	San Lorenzo in Campo	20	7	6.42	35
11041055	Sant'Agata Feltria	38	7	6.42	38
11041056	Sant'Angelo in Lizzola	22	7	6.14	23
11041057	Sant'Angelo in Vado	27	8	6.42	11
11041058	Sant'Ippolito	12	8	6.42	31
11041059	Sassocorvaro	15	7	6.42	20
11041060	Sassofeltrio	5	7	6.14	27
11041061	Serra Sant'Abbondio	15	8	6.42	24
11041062	Serrungarina	23	7	6.14	33
11041063	Talamello	18	7	6.42	39
11041064	Tavoleto	14	8	5.61	11
11041065	Tavullia	13	7	6.14	15
11041066	Urbania	39	8	6.42	8
11041067	Urbino	84	8	6.21	45
11042001	Agugliano	10	7	5.81	14
11042002	Ancona	76	8	5.81	15
11042003	Arcevia	34	7	6.31	45
11042004	Barbara	21	7	6.21	17
11042005	Belvedere Ostrense	18	7	6.21	22
11042006	Camerano	24	7	6.21	46
11042007	Camerata Picena	13	8	5.81	9
11042008	Castelbellino	21	8	6.21	13
11042009	Castel Colonna	19	8	6.21	29
11042010	Castelfidardo	24	7	5.81	28
11042011	Castelleone di Suasa	11	7	6.42	37
11042012	Castelplanio	25	7	6.21	10
11042013	Cerreto d'Esi	28	7	6.21	12
11042014	Chiaravalle	16	7	5.81	6
11042015	Corinaldo	32	7	5.46	9
11042016	Cupramontana	24	8	6.21	9
11042017	Fabriano	64	8	6.31	27
11042018	Falconara Marittima	25	7	6.21	39
11042019	Filottrano	21	7	6.21	28
11042020	Genga	21	8	6.21	6
11042021	Jesi	48	7	6.21	22
11042022	Loreto	29	7	5.57	14
11042023	Maiolati Spontini	18	8	6.21	11
11042024	Mergo	17	8	6.21	6
11042025	Monsano	9	7	6.21	25
11042026	Montecarotto	44	8	6.21	12
11042027	Montemarciano	19	8	5.81	3
11042028	Monterado	17	7	6.21	31
11042029	Monte Roberto	23	8	6.21	12
11042030	Monte San Vito	15	7	6.21	29
11042031	Morro d'Alba	16	8	6.21	26
11042032	Numana	28	8	5.81	29
11042033	Offagna	14	7	5.81	17
11042034	Osimo	45	8	6.21	39
11042035	Ostra	24	7	5.81	15

11042036	Ostra Vetere	21	7	6.21	20
11042037	Poggio San Marcello	44	8	6.21	11
11042038	Polverigi	15	7	5.81	16
11042039	Ripe	19	8	6.21	29
11042040	Rosora	15	7	6.21	7
11042041	San Marcello	13	7	6.21	23
11042042	San Paolo di Jesi	14	7	6.13	29
11042043	Santa Maria Nuova	18	7	6.21	26
11042044	Sassoferrato	35	7	6.21	12
11042045	Senigallia	58	8	5.81	11
11042046	Serra de' Conti	18	7	6.31	52
11042047	Serra San Quirico	25	8	6.21	3
11042048	Sirolo	28	8	5.81	28
11042049	Staffolo	24	7	6.13	27
11043001	Acquacanina	30	8	6.38	23
11043002	Apiro	25	8	6.21	11
11043003	Appignano	18	7	6.31	49
11043004	Belforte del Chienti	33	8	6.13	8
11043005	Bolognola	26	8	6.38	23
11043006	Caldarola	47	8	6.13	9
11043007	Camerino	77	9	6.13	9
11043008	Camporotondo di Fiastrone	19	9	6.13	12
11043009	Castelraimondo	33	9	6.13	8
11043010	Castelsantangelo sul Nera	26	8	6.38	12
11043011	Cessapalombo	26	9	6.13	13
11043012	Cingoli	41	7	6.31	42
11043013	Civitanova Marche	24	7	6.74	85
11043014	Colmurano	14	8	6.13	17
11043015	Corridonia	31	7	6.21	45
11043016	Esanatoglia	17	8	6.25	17
11043017	Fiastra	30	8	6.38	23
11043018	Fiordimonte	8	8	6.31	19
11043019	Fiuminata	28	8	6.25	16
11043020	Gagliole	27	8	6.13	8
11043021	Gualdo	10	8	6.13	21
11043022	Loro Piceno	25	8	6.13	22
11043023	Macerata	77	7	6.21	39
11043024	Matelica	52	8	6.25	22
11043025	Mogliano	24	8	6.13	27
11043026	Montecassiano	22	7	6.31	55
11043027	Monte Cavallo	19	8	6.31	15
11043028	Montecosaro	15	7	6.74	82
11043029	Montefano	24	7	6.21	35
11043030	Montelupone	23	7	5.57	24
11043031	Monte San Giusto	10	7	6.74	73
11043032	Monte San Martino	11	8	5.38	7
11043033	Morrovalle	20	7	6.74	79
11043034	Muccia	31	8	6.13	15
11043035	Penna San Giovanni	22	8	6.13	27
11043036	Petriolo	17	8	6.13	26

11043037	Pievebovigliana	32	8	6.31	18
11043038	Pieve Torina	32	8	6.31	15
11043039	Pioraco	35	8	6.13	13
11043040	Poggio San Vicino	19	8	6.21	8
11043041	Pollenza	21	7	6.31	43
11043042	Porto Recanati	19	7	5.57	16
11043043	Potenza Picena	20	7	5.57	22
11043044	Recanati	31	7	6.21	44
11043045	Ripe San Ginesio	12	8	6.13	18
11043046	San Ginesio	25	8	6.13	17
11043047	San Severino Marche	53	8	6.72	89
11043048	Sant'Angelo in Pontano	11	8	6.13	23
11043049	Sarnano	37	8	6.13	21
11043050	Sefro	29	8	6.31	9
11043051	Serrapetrona	27	8	6.13	4
11043052	Serravalle di Chienti	30	8	6.31	7
11043053	Tolentino	52	7	6.31	36
11043054	Treia	35	7	6.31	43
11043055	Urbisaglia	21	8	6.13	18
11043056	Ussita	35	8	6.38	14
11043057	Visso	61	8	6.38	10
11044001	Acquasanta Terme	28	8	5.83	25
11044002	Acquaviva Picena	17	8	6.72	71
11044003	Altidona	13	7	5.09	13
11044004	Amandola	40	8	6.38	31
11044005	Appignano del Tronto	9	8	5.83	2
11044006	Arquata del Tronto	34	9	6.74	20
11044007	Ascoli Piceno	56	8	5.38	16
11044008	Belmonte Piceno	19	8	6.13	34
11044009	Campofilone	4	7	6.74	73
11044010	Carassai	5	7	5.83	14
11044011	Castel di Lama	20	8	5.83	7
11044012	Castignano	23	8	5.83	4
11044013	Castorano	9	8	5.83	6
11044014	Colli del Tronto	9	8	5.83	9
11044015	Comunanza	22	8	5.38	3
11044016	Cossignano	13	7	7	109
11044017	Cupra Marittima	24	7	5.02	5
11044018	Falerone	22	7	5.83	26
11044019	Fermo	65	7	5.83	28
11044020	Folignano	15	8	5.83	10
11044021	Force	21	8	5.83	14
11044022	Francavilla d'Ete	12	7	5.83	33
11044023	Grottammare	26	7	5.02	0
11044024	Grottazzolina	21	7	6.74	62
11044025	Lapedona	13	7	6.74	72
11044026	Magliano di Tenna	14	8	5.83	26
11044027	Maltignano	8	8	5.83	9
11044028	Massa Fermana	21	7	5.83	30
11044029	Massignano	13	7	5.83	20

11044030	Monsampietro Morico	16	8	6.13	36
11044031	Monsampolo del Tronto	19	8	6.72	66
11044032	Montalto delle Marche	26	8	5.83	9
11044033	Montappone	21	7	5.83	29
11044034	Montedinove	13	8	5.83	9
11044035	Montefalcone Appennino	15	8	5.38	2
11044036	Montefiore dell'Aso	15	7	6.74	67
11044037	Montefortino	24	8	5.38	10
11044038	Montegallo	22	8	6.74	26
11044039	Monte Giberto	16	7	5.83	20
11044040	Montegiorgio	37	8	6.13	32
11044041	Montegranaro	17	7	6.74	74
11044042	Monteleone di Fermo	3	7	5.83	18
11044043	Montelparo	18	7	5.83	15
11044044	Montemonaco	30	8	6.38	26
11044045	Monteprandone	18	8	6.72	70
11044046	Monte Rinaldo	5	7	6.13	39
11044047	Monterubbiano	23	7	6.74	67
11044048	Monte San Pietrangeli	23	8	6.74	68
11044049	Monte Urano	21	7	5.83	33
11044050	Monte Vidon Combatte	19	7	7	115
11044051	Monte Vidon Corrado	22	7	5.83	27
11044052	Montottone	18	7	6.74	57
11044053	Moresco	23	7	6.74	68
11044054	Offida	30	8	5.83	4
11044055	Ortezzano	18	7	7	113
11044056	Palmiano	12	8	5.38	8
11044057	Pedaso	16	7	6.74	76
11044058	Petritoli	21	7	5.83	18
11044059	Ponzano di Fermo	12	7	5.83	21
11044060	Porto San Giorgio	26	7	5.09	9
11044061	Porto Sant'Elpidio	14	7	6.74	83
11044062	Rapagnano	19	7	5.83	28
11044063	Ripatransone	29	7	5.83	13
11044064	Roccafluvione	13	7	5.83	15
11044065	Rotella	15	7	5.83	9
11044066	San Benedetto del Tronto	34	7	5.02	5
11044067	Santa Vittoria in Matenano	27	8	5.83	18
11044068	Sant'Elpidio a Mare	23	7	6.74	77
11044069	Servigliano	22	8	6.13	30
11044070	Smerillo	7	8	5.38	4
11044071	Spinetoli	19	8	6.72	64
11044072	Torre San Patrizio	23	7	5.83	31
11044073	Venarotta	28	7	5.83	13
12056001	Acquapendente	31	7	5.57	18
12056003	Bagnoregio	36	8	5.67	2
12056005	Bassano Romano	9	7	6.74	90
12056006	Bassano in Teverina	6	7	6.72	81
12056008	Bolsena	23	7	5.57	12
12056009	Bomarzo	13	7	6.74	71

12056010	Calcata	16	7	6.74	76
12056011	Canepina	6	7	6.74	78
12056013	Capodimonte	23	7	6.74	96
12056014	Capranica	7	7	6.74	89
12056015	Caprarola	16	7	6.74	80
12056016	Carbognano	8	7	6.72	85
12056017	Castel Sant'Elia	10	7	6.72	79
12056018	Castiglione in Teverina	15	7	5.57	12
12056019	Celleno	18	7	5.67	6
12056021	Civita Castellana	25	7	6.72	74
12056022	Civitella d'Agliano	17	7	5.67	6
12056023	Corchiano	15	7	6.72	77
12056024	Fabrica di Roma	13	7	6.72	83
12056025	Faleria	16	7	6.74	74
12056027	Gallese	13	7	6.72	73
12056028	Gradoli	21	7	5.57	21
12056029	Graffignano	15	7	6.74	72
12056030	Grotte di Castro	23	7	5.57	19
12056032	Latera	26	7	5.67	23
12056033	Lubriano	36	8	5.67	3
12056034	Marta	19	7	6.74	96
12056036	Montefiascone	37	7	5.67	11
12056038	Monterosi	10	7	6.74	85
12056039	Nepi	19	7	6.72	81
12056040	Onano	23	7	5.32	11
12056042	Orte	28	7	7	107
12056043	Piansano	12	7	5.67	25
12056044	Proceno	18	8	5.32	5
12056045	Ronciglione	20	7	6.74	84
12056047	San Lorenzo Nuovo	22	7	5.57	16
12056048	Soriano nel Cimino	23	7	6.74	76
12056049	Sutri	14	7	6.72	90
12056050	Tarquinia	14	7	5.14	0
12056054	Vallerano	16	7	6.72	85
12056055	Vasanello	15	7	6.72	78
12056058	Vignanello	16	7	6.72	83
12056059	Viterbo	48	7	6.74	85
12056060	Vitorchiano	15	7	6.74	78
12057001	Accumoli	37	9	6.74	15
12057002	Amatrice	45	9	6.74	20
12057003	Antrodoco	37	8	6.74	33
12057004	Ascrea	20	8	6.74	57
12057005	Belmonte in Sabina	16	8	7	62
12057006	Borbona	28	9	6.74	22
12057007	Borgorose	29	9	7	32
12057008	Borgo Velino	37	8	6.74	34
12057009	Cantalice	24	8	6.74	30
12057010	Cantalupo in Sabina	10	8	7	79
12057011	Casaprota	15	8	6.72	45
12057012	Casperia	20	8	6.72	52

12057013	Castel di Tora	21	8	6.72	36
12057014	Castelnuovo di Farfa	9	7	6.74	59
12057015	Castel Sant'Angelo	10	8	5.88	16
12057016	Cittaducale	38	8	6.74	37
12057017	Cittareale	27	9	6.74	12
12057018	Collalto Sabino	14	8	5.88	16
12057019	Colle di Tora	21	8	6.72	38
12057020	Collegiove	11	8	6.74	59
12057021	Collevecchio	12	7	6.74	59
12057022	Colli sul Velino	11	8	6.2	13
12057023	Concerviano	21	8	6.74	43
12057024	Configni	14	8	6.72	53
12057025	Contigliano	22	8	6.72	43
12057026	Cottanello	19	8	6.72	50
12057027	Fara in Sabina	28	7	6.74	62
12057028	Fiamignano	30	9	5.88	1
12057029	Forano	14	7	6.74	60
12057030	Frasso Sabino	8	8	6.72	46
12057031	Greccio	9	8	6.72	43
12057032	Labro	23	8	5.66	2
12057033	Leonessa	47	9	6.72	31
12057034	Longone Sabino	17	8	6.74	49
12057035	Magliano Sabina	23	7	7	95
12057036	Marcetelli	11	8	5.88	8
12057037	Micigliano	16	9	6.74	29
12057038	Mompeo	19	7	6.74	57
12057039	Montasola	12	8	6.72	50
12057040	Montebuono	15	7	7	86
12057041	Monteleone Sabino	3	8	7	61
12057042	Montenero Sabino	13	8	6.72	43
12057043	Monte San Giovanni in Sabina	20	8	7	71
12057044	Montopoli di Sabina	14	7	6.74	60
12057045	Morro Reatino	19	8	6.2	8
12057046	Nespolo	19	8	6.74	61
12057047	Orvinio	28	8	5.88	21
12057048	Paganico Sabino	20	8	5.88	13
12057049	Pescorocchiano	18	8	7	38
12057050	Petrella Salto	22	9	5.88	5
12057051	Poggio Bustone	19	8	6.2	8
12057052	Poggio Catino	16	8	7	76
12057053	Poggio Mirteto	40	7	6.74	59
12057054	Poggio Moiano	21	8	7	58
12057055	Poggio Nativo	16	8	7	65
12057056	Poggio San Lorenzo	27	8	6.72	42
12057057	Posta	27	9	6.74	21
12057058	Pozzaglia Sabina	8	8	5.88	18
12057059	Rieti	71	8	6.72	35
12057060	Rivodutri	25	8	6.2	8
12057061	Roccantica	5	8	6.72	51
12057062	Rocca Sinibalda	23	8	6.72	35

12057063	Salisano	17	7	6.74	57
12057064	Scandriglia	20	8	6.72	48
12057065	Selci	9	8	7	82
12057066	Stimigliano	18	7	6.74	62
12057067	Tarano	15	7	7	86
12057068	Toffia	28	7	6.74	61
12057069	Torricella in Sabina	16	8	7	61
12057070	Torri in Sabina	14	8	6.72	55
12057071	Turania	22	8	5.88	17
12057072	Vacone	16	8	6.72	53
12057073	Varco Sabino	11	8	6.74	52
12058001	Affile	21	8	5.57	5
12058002	Agosta	19	8	7	41
12058003	Albano Laziale	25	7	5.35	7
12058006	Anticoli Corrado	22	7	7	45
12058007	Anzio	0	7	5.48	10
12058008	Arcinazzo Romano	21	8	5.57	5
12058009	Ariccia	25	7	5.35	7
12058010	Arsoli	36	7	7	42
12058011	Artena	19	7	7	60
12058012	Bellegra	18	8	5.57	7
12058014	Camerata Nuova	19	8	7	35
12058015	Campagnano di Roma	14	7	6.74	85
12058017	Canterano	23	7	5.57	5
12058018	Capena	11	7	7	83
12058019	Capranica Prenestina	18	7	5.57	14
12058020	Carpineto Romano	11	7	6.59	68
12058021	Casape	23	7	7	55
12058022	Castel Gandolfo	21	7	5.54	7
12058023	Castel Madama	20	7	7	55
12058024	Castelnuovo di Porto	14	7	7	86
12058025	Castel San Pietro Romano	36	7	7	56
12058026	Cave	19	7	7	54
12058027	Cerreto Laziale	20	7	5.57	10
12058028	Cervara di Roma	11	8	5.57	7
12058030	Ciciliano	23	7	5.57	13
12058031	Cineto Romano	10	7	7	47
12058033	Civitella San Paolo	11	7	6.74	70
12058034	Colleferro	13	7	6.83	97
12058035	Colonna	10	7	5.54	13
12058036	Fiano Romano	15	7	7	79
12058037	Filacciano	3	7	7	81
12058038	Formello	13	7	6.72	83
12058039	Frascati	53	7	5.54	11
12058040	Gallicano nel Lazio	17	7	7	61
12058041	Gavignano	5	7	7	53
12058042	Genazzano	19	7	7	50
12058043	Genzano di Roma	23	8	5.54	3
12058044	Gerano	20	7	5.57	8
12058045	Gorga	5	8	7	53

12058046	Grottaferrata	19	7	5.54	9
12058047	Guidonia Montecelio	4	7	7	67
12058048	Jenne	24	8	5.57	7
12058049	Labico	12	7	7	59
12058050	Lanuvio	13	7	5.35	12
12058051	Licenza	21	7	6.72	51
12058052	Magliano Romano	0	7	7	92
12058053	Mandela	18	7	5.88	31
12058055	Marano Equo	19	8	7	43
12058056	Marcellina	19	7	6.72	61
12058057	Marino	23	7	5.54	8
12058058	Mazzano Romano	3	7	6.74	79
12058059	Mentana	12	7	7	74
12058060	Monte Compatri	26	7	7	70
12058061	Monteflavio	16	8	6.72	53
12058062	Montelanico	15	7	7	57
12058063	Montelibretti	18	7	7	67
12058064	Monte Porzio Catone	26	7	7	71
12058065	Monterotondo	32	7	7	75
12058066	Montorio Romano	14	7	6.74	67
12058067	Moricone	15	8	6.72	56
12058068	Morlupo	14	7	7	87
12058069	Nazzano	5	8	7	81
12058070	Nemi	18	8	5.35	8
12058071	Nerola	16	7	6.74	65
12058072	Nettuno	17	7	5.48	12
12058073	Olevano Romano	17	7	5.57	9
12058074	Palestrina	36	7	7	56
12058075	Palombara Sabina	27	7	5.21	5
12058076	Percile	17	7	6.72	49
12058077	Pisoniano	12	8	7	49
12058078	Poli	17	7	7	55
12058079	Pomezia	5	7	7	93
12058080	Ponzano Romano	11	8	7	84
12058081	Riano	10	7	7	84
12058082	Rignano Flaminio	11	7	7	89
12058083	Riofreddo	23	7	5.88	25
12058084	Rocca Canterano	23	7	5.57	7
12058085	Rocca di Cave	18	7	5.57	15
12058086	Rocca di Papa	85	8	5.54	5
12058087	Roccagiovine	20	7	6.72	54
12058088	Rocca Priora	22	7	7	69
12058089	Rocca Santo Stefano	16	8	5.57	6
12058090	Roiate	10	8	7	42
12058091	Roma	126	7	6.72	90
12058092	Roviano	22	7	7	44
12058093	Sacrofano	5	7	7	90
12058094	Sambuci	17	7	7	49
12058095	San Gregorio da Sassola	23	7	7	56
12058096	San Polo dei Cavalieri	12	7	7	57

12058098	Sant'Angelo Romano	8	7	6.72	65
12058099	Sant'Oreste	10	7	6.74	69
12058100	San Vito Romano	25	7	7	48
12058101	Saracinesco	12	7	7	48
12058102	Segni	16	7	6.83	98
12058103	Subiaco	71	8	5.57	0
12058104	Tivoli	57	7	7	61
12058106	Torrita Tiberina	12	8	7	79
12058107	Trevignano Romano	6	7	6.74	91
12058108	Vallepietra	30	8	6.72	57
12058109	Vallinfreda	10	7	5.88	23
12058110	Valmontone	22	7	7	57
12058111	Velletri	53	8	5.54	6
12058112	Vicovaro	28	7	7	52
12058113	Vivaro Romano	12	8	5.88	21
12058114	Zagarolo	23	7	7	61
12058115	Lariano	9	7	5.54	9
12058117	Ardea	6	7	7	93
12058118	Ciampino	12	7	5.54	14
12058119	San Cesareo	11	7	5.14	3
12058122	Fonte Nuova	0	7	7	75
12059001	Aprilia	4	7	7	87
12059002	Bassiano	3	7	7	66
12059003	Campodimele	5	8	6.59	36
12059004	Castelforte	8	8	6.59	30
12059005	Cisterna di Latina	19	7	7	75
12059006	Cori	20	7	7	66
12059007	Fondi	22	7	7.22	107
12059008	Formia	14	7	7.22	92
12059009	Gaeta	21	7	7.22	96
12059010	Itri	11	7	6.59	43
12059011	Latina	9	7	7	80
12059012	Lenola	2	8	6.29	31
12059013	Maenza	7	7	5.57	14
12059014	Minturno	13	8	6.98	68
12059015	Monte San Biagio	3	7	7	75
12059017	Pontinia	4	7	6.59	73
12059019	Priverno	17	7	5.57	17
12059020	Prossedi	5	7	5.57	8
12059021	Roccagorga	5	7	5.57	16
12059022	Rocca Massima	6	7	7	63
12059023	Roccasecca dei Volsci	3	7	5.57	14
12059024	Sabaudia	5	7	7	90
12059025	San Felice Circeo	6	7	7	94
12059026	Santi Cosma e Damiano	8	8	6.59	30
12059027	Sermoneta	13	7	7	69
12059028	Sezze	19	7	6.59	70
12059030	Sperlonga	8	7	6.59	51
12059031	Spigno Saturnia	3	8	6.59	32
12059032	Terracina	21	7	6.59	63

12059033	Ventotene	8	7	5.14	1
12060001	Acquafondata	7	8	6.59	5
12060002	Acuto	12	8	7	38
12060003	Alatri	33	8	7	36
12060004	Alvito	27	9	6.59	19
12060005	Amaseno	3	8	5.57	11
12060006	Anagni	22	7	7	43
12060007	Aquino	20	8	6.29	16
12060008	Arce	19	8	7	48
12060009	Arnara	2	8	7	49
12060010	Arpino	32	8	7	41
12060011	Atina	32	9	6.59	11
12060012	Ausonia	6	8	6.59	26
12060013	Belmonte Castello	8	9	6.29	13
12060014	Boville Ernica	15	8	7	42
12060015	Broccostella	6	8	6.59	27
12060016	Campoli Appennino	7	8	7	33
12060017	Casalattico	18	9	6.29	4
12060018	Casalvieri	18	9	6.29	2
12060019	Cassino	41	8	6.59	10
12060020	Castelliri	10	9	6.29	12
12060021	Castelnuovo Parano	3	8	6.59	24
12060022	Castrocielo	9	8	6.59	17
12060023	Castro dei Volsci	6	8	6.29	27
12060024	Ceccano	24	8	5.57	0
12060025	Ceprano	22	8	6.59	32
12060026	Cervaro	17	8	6.59	9
12060027	Colfelice	2	8	6.59	25
12060028	Collepardo	12	8	6.59	50
12060029	Colle San Magno	5	8	6.59	17
12060030	Coreno Ausonio	1	8	6.59	26
12060031	Esperia	11	8	6.59	27
12060032	Falvaterra	5	8	6.29	20
12060033	Ferentino	18	7	7	43
12060034	Filettino	12	8	7	22
12060035	Fiuggi	18	8	7	35
12060036	Fontana Liri	8	8	7	45
12060037	Fontechiari	10	9	6.29	4
12060038	Frosinone	38	8	6.59	47
12060039	Fumone	6	8	6.59	54
12060040	Gallinaro	4	9	6.59	14
12060041	Giuliano di Roma	7	8	7	57
12060042	Guarcino	25	8	6.59	56
12060043	Isola del Liri	33	9	6.29	10
12060044	Monte San Giovanni Campano	11	9	6.29	14
12060045	Morolo	5	7	6.59	59
12060046	Paliano	26	7	7	46
12060047	Pastena	2	8	6.29	24
12060048	Patrica	3	8	6.59	55
12060049	Pescosolido	12	8	7	31

12060050	Picinisco	17	8	7	50
12060051	Pico	7	8	6.29	23
12060052	Piedimonte San Germano	9	9	6.29	16
12060053	Piglio	18	7	7	38
12060054	Pignataro Interamna	2	8	7	68
12060055	Pofi	10	8	7	51
12060056	Pontecorvo	28	8	6.29	20
12060057	Posta Fibreno	13	9	6.29	7
12060058	Ripi	12	8	6.59	40
12060059	Rocca d'Arce	19	8	7	48
12060060	Roccasecca	23	9	6.29	9
12060061	San Biagio Saracinisco	9	9	6.59	6
12060062	San Donato Val di Comino	13	8	7.22	87
12060063	San Giorgio a Liri	7	8	6.59	20
12060064	San Giovanni Incarico	9	8	6.29	18
12060065	Sant'Ambrogio sul Garigliano	5	8	6.59	19
12060066	Sant'Andrea del Garigliano	3	8	6.59	22
12060067	Sant'Apollinare	6	8	6.59	19
12060068	Sant'Elia Fiumerapido	18	8	7	60
12060069	Santopadre	4	8	7	46
12060070	San Vittore del Lazio	9	8	6.59	11
12060071	Serrone	5	8	5.57	9
12060072	Settefrati	14	8	7	47
12060073	Sgurgola	7	7	7	50
12060074	Sora	47	9	7	34
12060075	Strangolagalli	8	8	6.29	16
12060076	Supino	6	8	6.59	56
12060077	Terelle	11	8	7	55
12060078	Torre Cajetani	10	8	7	33
12060079	Torrice	8	8	6.59	43
12060080	Trevi nel Lazio	15	8	7	29
12060081	Trivigliano	10	8	7	34
12060082	Vallecorsa	10	8	6.59	43
12060083	Vallemaio	1	8	6.59	23
12060084	Vallerotonda	11	9	6.59	2
12060085	Veroli	28	8	7	37
12060086	Vicalvi	9	8	6.59	21
12060087	Vico nel Lazio	13	7	6.59	52
12060088	Villa Latina	4	8	7	52
12060089	Villa Santa Lucia	15	9	6.29	16
12060090	Villa Santo Stefano	3	7	6.29	34
12060091	Viticuso	7	9	6.59	7
13066001	Acciano	11	8	6.41	21
13066002	Aielli	13	9	7	9
13066003	Alfedena	16	8	5.89	8
13066004	Anversa degli Abruzzi	19	8	7	23
13066005	Ateleta	12	8	7.22	75
13066006	Avezzano	54	11	7	9
13066007	Balsorano	28	9	7	23
13066008	Barete	16	9	6.72	2

13066009	Barisciano	28	8	7	35
13066010	Barrea	14	9	6.83	36
13066011	Bisegna	10	9	7	21
13066012	Bugnara	11	8	7	27
13066013	Cagnano Amiterno	18	9	6.72	6
13066014	Calascio	14	9	6.41	13
13066015	Campo di Giove	15	8	6.83	8
13066016	Campotosto	24	8	6.72	15
13066017	Canistro	9	9	7	13
13066018	Cansano	9	8	6.83	10
13066019	Capestrano	17	9	6.83	33
13066020	Capistrello	19	8	7	13
13066021	Capitignano	10	9	6.74	28
13066022	Caporciano	2	9	6.83	39
13066023	Cappadocia	31	8	7	20
13066024	Carapelle Calvisio	12	9	6.41	12
13066025	Carsoli	37	8	5.88	19
13066026	Castel del Monte	16	9	6.72	37
13066027	Castel di Ieri	7	8	7	21
13066028	Castel di Sangro	30	8	7.22	73
13066029	Castellafiume	17	8	7	17
13066030	Castelvecchio Calvisio	16	9	6.41	12
13066031	Castelvecchio Subequo	21	8	7	21
13066032	Celano	33	9	7	8
13066033	Cerchio	17	9	7	8
13066034	Civita d'Antino	15	9	7	15
13066035	Civitella Alfedena	17	9	6.83	36
13066036	Civitella Roveto	34	8	7	14
13066037	Cocullo	17	8	7	20
13066038	Collarmele	16	10	7	9
13066039	Collelongo	21	8	7	15
13066040	Collepietro	12	9	6.83	30
13066041	Corfinio	9	8	7	29
13066042	Fagnano Alto	10	8	6.72	31
13066043	Fontecchio	8	9	6.41	11
13066044	Fossa	15	9	6.41	5
13066045	Gagliano Aterno	9	8	7	19
13066046	Gioia dei Marsi	28	11	7	15
13066047	Goriano Sicoli	15	8	7	22
13066048	Introdacqua	21	8	7	30
13066049	L'Aquila	87	9	6.72	12
13066050	Lecce nei Marsi	14	10	7	16
13066051	Luco dei Marsi	22	8	7	8
13066052	Lucoli	20	8	6.72	16
13066053	Magliano de' Marsi	26	10	7	16
13066054	Massa d'Albe	16	10	7	15
13066055	Molina Aterno	25	8	7	23
13066056	Montereale	32	8	6.74	25
13066057	Morino	17	9	7	18
13066058	Navelli	15	9	6.83	34

13066059	Ocre	15	9	6.41	6
13066060	Ofena	14	9	6.72	40
13066061	Opi	13	9	6.29	20
13066062	Oricola	36	8	6.72	48
13066063	Ortona dei Marsi	16	8	7	16
13066064	Ortucchio	19	10	7	12
13066065	Ovindoli	25	8	6.41	20
13066066	Pacentro	18	8	6.83	8
13066067	Pereto	25	8	7	36
13066068	Pescasseroli	22	9	6.59	29
13066069	Pescina	31	10	7	11
13066070	Pescocostanzo	33	9	6.83	21
13066071	Pettorano sul Gizio	16	8	6.83	15
13066072	Pizzoli	27	9	6.72	1
13066073	Poggio Picenze	10	9	6.72	24
13066074	Prata d'Ansidonia	4	9	6.41	7
13066075	Pratola Peligna	21	8	7.22	112
13066076	Prezza	10	8	6.83	20
13066077	Raiano	18	8	7	25
13066078	Rivisondoli	13	8	7.22	83
13066079	Roccacasale	11	8	7	32
13066080	Rocca di Botte	20	8	6.72	49
13066081	Rocca di Cambio	17	8	6.41	10
13066082	Rocca di Mezzo	25	8	6.41	12
13066083	Rocca Pia	12	8	7.22	93
13066084	Roccaraso	18	8	7.22	80
13066085	San Benedetto dei Marsi	16	11	7	8
13066086	San Benedetto in Perillis	4	9	6.41	24
13066087	San Demetrio ne' Vestini	23	8	7	31
13066088	San Pio delle Camere	9	9	6.41	10
13066089	Sante Marie	18	8	7	29
13066090	Sant'Eusanio Forconese	8	9	6.41	3
13066091	Santo Stefano di Sessanio	8	9	6.72	31
13066092	San Vincenzo Valle Roveto	16	9	7	20
13066093	Scanno	35	8	6.83	25
13066094	Scontrone	16	9	6.83	37
13066095	Scoppito	18	9	6.72	7
13066096	Scurcola Marsicana	27	8	7	17
13066097	Secinaro	13	9	6.41	21
13066098	Sulmona	48	8	7.22	105
13066099	Tagliacozzo	34	8	7	24
13066100	Tione degli Abruzzi	13	9	6.41	14
13066101	Tornimparte	21	8	7	36
13066102	Trasacco	29	8	7	6
13066103	Villalago	14	8	7	27
13066104	Villa Santa Lucia degli Abruzzi	14	9	6.41	19
13066105	Villa Sant'Angelo	4	8	6.72	27
13066106	Villavallelonga	17	8	7	18
13066107	Villetta Barrea	17	9	6.83	35
13066108	Vittorito	15	8	7.22	118

13067001	Alba Adriatica	12	7	6.72	68
13067002	Ancarano	16	8	6.72	58
13067003	Arsita	11	8	5.68	27
13067004	Atri	19	7	6.72	59
13067005	Basciano	14	8	6.72	41
13067006	Bellante	17	8	6.72	54
13067007	Bisenti	18	8	6.72	43
13067008	Campli	24	8	5.68	27
13067009	Canzano	15	8	6.72	48
13067010	Castel Castagna	4	8	6.72	37
13067011	Castellalto	13	8	6.72	51
13067012	Castelli	19	8	6.41	24
13067013	Castiglione Messer Raimondo	12	8	6.72	50
13067014	Castilenti	9	8	6.72	52
13067015	Cellino Attanasio	15	8	6.72	49
13067016	Cermignano	11	8	6.72	45
13067017	Civitella del Tronto	36	8	6.72	49
13067018	Colledara	11	8	6.72	34
13067019	Colonnella	21	7	6.72	68
13067020	Controguerra	7	8	6.72	64
13067021	Corropoli	26	8	6.72	62
13067022	Cortino	0	8	6.72	30
13067023	Crognaleto	18	8	5.68	2
13067024	Fano Adriano	16	8	5.68	7
13067025	Giulianova	25	7	6.72	65
13067026	Isola del Gran Sasso d'Italia	15	8	5.68	17
13067027	Montefino	12	8	6.72	50
13067028	Montorio al Vomano	24	8	6.72	32
13067029	Morro d'Oro	13	7	6.72	57
13067030	Mosciano Sant'Angelo	15	7	6.72	60
13067031	Nereto	26	8	6.72	61
13067032	Notaresco	19	8	6.72	55
13067033	Penna Sant'Andrea	11	8	6.72	43
13067034	Pietracamela	19	8	6.72	24
13067035	Pineto	9	7	6.72	66
13067036	Rocca Santa Maria	21	8	6.72	34
13067037	Roseto degli Abruzzi	13	7	6.72	65
13067038	Sant'Egidio alla Vibrata	16	8	5.83	11
13067039	Sant'Omero	7	8	6.72	57
13067040	Silvi	11	8	6.72	69
13067041	Teramo	47	8	6.72	42
13067042	Torano Nuovo	12	8	6.72	59
13067043	Torricella Sicura	21	8	6.72	39
13067044	Tortoreto	19	8	6.72	65
13067045	Tossicia	17	8	6.72	32
13067046	Valle Castellana	25	8	6.72	37
13067047	Martinsicuro	14	7	6.74	72
13068001	Abbateggio	13	8	6.83	17
13068002	Alanno	17	8	6.72	58
13068003	Bolognano	9	8	6.83	18

13068004	Brittoli	15	8	6.83	32
13068005	Bussi sul Tirino	15	9	6.83	26
13068006	Cappelle sul Tavo	14	7	7	69
13068007	Caramanico Terme	18	9	7.22	112
13068008	Carpineto della Nora	15	8	6.83	34
13068009	Castiglione a Casauria	13	9	7.22	124
13068010	Catignano	18	8	6.72	55
13068011	Cepagatti	11	8	7	59
13068012	Città Sant'Angelo	10	8	6.72	64
13068013	Civitaquana	17	9	6.83	31
13068014	Civitella Casanova	19	8	6.72	50
13068015	Collecorvino	13	8	6.72	59
13068016	Corvara	7	8	6.83	28
13068017	Cugnoli	11	8	5.95	29
13068018	Elice	12	8	6.72	56
13068019	Farindola	17	8	6.41	27
13068020	Lettomanoppello	12	8	7	49
13068021	Loreto Aprutino	15	8	6.72	57
13068022	Manoppello	13	8	7	51
13068023	Montebello di Bertona	11	8	6.41	29
13068024	Montesilvano	8	8	6.72	71
13068025	Moscufo	9	8	6.72	63
13068026	Nocciano	6	8	6.72	58
13068027	Penne	27	8	6.72	52
13068028	Pescara	28	7	6.72	76
13068029	Pescosansonesco	11	8	6.83	26
13068030	Pianella	16	8	7	60
13068031	Picciano	10	8	6.72	58
13068032	Pietranico	14	8	6.83	26
13068033	Popoli	32	8	7	30
13068034	Roccamorice	13	8	6.83	16
13068035	Rosciano	10	8	6.83	27
13068036	Salle	10	8	7	40
13068037	Sant'Eufemia a Maiella	8	8	6.83	7
13068038	San Valentino in Abruzzo Citeriore	17	8	7	45
13068039	Scafa	11	8	6.83	22
13068040	Serramonacesca	8	8	7	53
13068041	Spoltore	7	8	6.72	69
13068042	Tocco da Casauria	14	9	7.22	121
13068043	Torre de' Passeri	16	8	7.22	123
13068044	Turrivalignani	9	8	6.83	21
13068045	Vicoli	17	9	7	47
13068046	Villa Celiera	11	8	6.83	38
13069001	Altino	7	8	6.83	21
13069002	Archi	10	8	6.83	25
13069003	Ari	13	8	6.83	28
13069004	Arielli	14	8	5.59	4
13069005	Atessa	18	7	6.83	30
13069006	Bomba	12	8	7.22	86
13069007	Borrello	12	8	6.83	25

13069008	Bucchianico	13	8	6.83	27
13069009	Montebello sul Sangro	7	9	6.83	23
13069010	Canosa Sannita	12	8	6.83	30
13069011	Carpineto Sinello	5	8	7.22	81
13069012	Carunchio	7	8	6.83	41
13069013	Casacanditella	14	8	6.83	22
13069014	Casalanguida	6	8	6.83	35
13069015	Casalbordino	15	7	6.83	42
13069016	Casalincontrada	13	8	6.83	24
13069017	Casoli	12	9	6.83	18
13069018	Castel Frentano	14	8	6.83	26
13069019	Castelguidone	3	8	7.22	60
13069020	Castiglione Messer Marino	15	8	6.83	39
13069021	Celenza sul Trigno	12	8	7.22	64
13069022	Chieti	50	7	7	65
13069023	Civitaluparella	6	8	6.83	24
13069024	Civitella Messer Raimondo	14	9	6.83	11
13069025	Colledimacine	7	9	6.83	13
13069026	Colledimezzo	8	8	6.83	27
13069027	Crecchio	12	7	5.59	8
13069028	Cupello	9	8	6.83	49
13069029	Dogliola	4	8	7.22	71
13069030	Fara Filiorum Petri	14	8	6.83	21
13069031	Fara San Martino	14	9	6.83	10
13069032	Filetto	7	8	6.83	21
13069033	Fossacesia	13	7	6.83	38
13069034	Fraine	1	8	6.83	39
13069035	Francavilla al Mare	16	7	5.21	14
13069036	Fresagrandinaria	10	8	6.83	50
13069037	Frisa	5	7	5.59	8
13069038	Furci	11	8	6.83	43
13069039	Gamberale	9	9	6.83	22
13069040	Gessopalena	8	8	6.83	16
13069041	Gissi	12	8	6.83	39
13069042	Giuliano Teatino	13	8	6.83	30
13069043	Guardiagrele	17	8	5.59	7
13069044	Guilmi	9	8	7.22	80
13069045	Lama dei Peligni	15	9	6.83	10
13069046	Lanciano	38	7	5.59	9
13069047	Lentella	8	8	6.83	50
13069048	Lettopalena	10	9	6.83	11
13069049	Liscia	9	8	6.83	42
13069050	Miglianico	12	8	6.83	36
13069051	Montazzoli	11	8	6.83	32
13069052	Monteferrante	5	8	6.83	29
13069053	Montelapiano	13	8	6.83	25
13069054	Montenerodomo	5	8	6.83	18
13069055	Monteodorisio	7	8	6.83	47
13069056	Mozzagrogna	8	8	6.83	34
13069057	Orsogna	16	8	6.83	23

13069058	Ortona	18	8	5.59	17
13069059	Paglieta	10	7	6.66	84
13069060	Palena	17	8	6.83	11
13069061	Palmoli	12	8	6.83	44
13069062	Palombaro	9	8	6.83	14
13069063	Pennadomo	10	9	6.83	22
13069064	Pennapiedimonte	8	8	6.83	13
13069065	Perano	8	8	6.83	26
13069066	Pizzoferrato	7	8	6.83	22
13069067	Poggiofiorito	14	8	5.59	4
13069068	Pollutri	15	7	6.83	43
13069069	Pretoro	9	8	6.83	16
13069070	Quadri	12	8	6.83	24
13069071	Rapino	10	8	6.83	17
13069072	Ripa Teatina	5	8	6.83	34
13069073	Roccamontepiano	9	8	6.83	19
13069074	Rocca San Giovanni	13	7	6.83	37
13069075	Roccascalegna	4	8	6.83	19
13069076	Roccaspinalveti	6	8	6.83	36
13069077	Roio del Sangro	8	8	6.83	30
13069078	Rosello	9	8	6.83	30
13069079	San Buono	13	8	6.83	42
13069080	San Giovanni Lipioni	7	8	7.22	61
13069081	San Giovanni Teatino	7	8	6.83	39
13069082	San Martino sulla Marrucina	5	8	6.83	20
13069083	San Salvo	13	8	6.83	54
13069084	Santa Maria Imbaro	8	8	6.83	34
13069085	Sant'Eusanio del Sangro	7	8	6.83	23
13069086	San Vito Chietino	11	7	5.59	15
13069087	Scerni	9	7	6.83	40
13069088	Schiavi di Abruzzo	13	8	6.83	44
13069089	Taranta Peligna	9	9	6.83	10
13069090	Tollo	14	8	6.83	35
13069091	Torino di Sangro	12	7	5.59	22
13069092	Tornareccio	7	8	6.83	28
13069093	Torrebruna	12	8	7.22	64
13069094	Torrevecchia Teatina	3	8	6.83	36
13069095	Torricella Peligna	14	8	6.83	16
13069096	Treglio	2	7	6.83	35
13069097	Tufillo	12	8	7.22	69
13069098	Vacri	11	8	6.83	27
13069099	Vasto	29	8	6.83	52
13069100	Villalfonsina	13	7	6.83	42
13069101	Villamagna	12	8	6.72	78
13069102	Villa Santa Maria	13	8	6.83	26
13069103	Pietraferrazzana	8	8	6.83	27
13069104	Fallo	6	8	6.83	25
14070001	Acquaviva Collecroce	7	8	7.22	63
14070002	Baranello	25	9	7.22	28
14070003	Bojano	33	9	7.22	29

14070004	Bonefro	16	8	7.22	48
14070005	Busso	5	9	7.22	31
14070006	Campobasso	43	9	6.62	17
14070007	Campochiaro	13	10	7.22	24
14070008	Campodipietra	20	8	7.22	29
14070009	Campolieto	18	8	7.22	37
14070010	Campomarino	14	8	6.66	35
14070011	Casacalenda	21	8	7.22	50
14070012	Casalciprano	17	9	7.22	34
14070013	Castelbottaccio	11	8	7.22	50
14070014	Castellino del Biferno	13	8	7.22	44
14070015	Castelmauro	12	8	7.22	58
14070016	Castropignano	20	8	7.22	37
14070017	Cercemaggiore	18	8	7.22	18
14070018	Cercepiccola	15	8	7.22	18
14070019	Civitacampomarano	16	8	7.22	53
14070020	Colle d'Anchise	10	9	7.22	28
14070021	Colletorto	13	8	7.22	46
14070022	Duronia	12	8	6.62	18
14070023	Ferrazzano	21	9	7.22	26
14070024	Fossalto	15	8	7.22	43
14070025	Gambatesa	27	8	7.22	29
14070026	Gildone	13	9	6.62	22
14070027	Guardialfiera	12	8	7.22	56
14070028	Guardiaregia	16	9	7.22	20
14070029	Guglionesi	16	8	6.66	40
14070030	Jelsi	24	8	7.22	25
14070031	Larino	31	8	7.22	58
14070032	Limosano	7	8	7.22	42
14070033	Lucito	7	8	7.22	48
14070034	Lupara	6	8	7.22	51
14070035	Macchia Valfortore	13	9	7.22	36
14070036	Mafalda	10	8	7.22	71
14070037	Matrice	5	8	7.22	34
14070038	Mirabello Sannitico	21	9	7.22	24
14070039	Molise	11	8	7.22	41
14070040	Monacilioni	14	8	7.22	35
14070041	Montagano	16	8	7.22	38
14070042	Montecilfone	15	8	7.22	68
14070043	Montefalcone nel Sannio	12	8	7.22	63
14070044	Montelongo	12	8	7.22	52
14070045	Montemitro	5	8	7.22	65
14070046	Montenero di Bisaccia	11	8	7.22	73
14070047	Montorio nei Frentani	8	8	7.22	54
14070048	Morrone del Sannio	8	8	7.22	46
14070049	Oratino	18	8	7.22	33
14070050	Palata	16	8	7.22	66
14070051	Petacciato	11	8	6.66	50
14070052	Petrella Tifernina	18	8	7.22	43
14070053	Pietracatella	5	9	7.22	34

14070054	Pietracupa	8	8	7.22	45
14070055	Portocannone	13	8	6.66	34
14070056	Provvidenti	9	8	7.22	47
14070057	Riccia	24	8	7.22	23
14070058	Ripabottoni	17	8	7.22	44
14070059	Ripalimosani	17	9	7.22	35
14070060	Roccavivara	8	8	7.22	60
14070061	Rotello	15	8	7.22	55
14070062	Salcito	11	8	7.22	52
14070063	San Biase	14	8	7.22	47
14070064	San Felice del Molise	9	8	7.22	65
14070065	San Giacomo degli Schiavoni	5	8	6.66	41
14070066	San Giovanni in Galdo	14	8	7.22	32
14070067	San Giuliano del Sannio	19	9	7.22	18
14070068	San Giuliano di Puglia	13	8	5.74	7
14070069	San Martino in Pensilis	20	8	6.66	31
14070070	San Massimo	5	10	6.62	5
14070071	San Polo Matese	13	10	7.22	25
14070072	Santa Croce di Magliano	15	8	7.22	51
14070073	Sant'Angelo Limosano	14	8	7.22	44
14070074	Sant'Elia a Pianisi	20	8	7.22	38
14070075	Sepino	22	9	7.22	14
14070076	Spinete	18	9	7.22	33
14070077	Tavenna	5	8	7.22	67
14070078	Termoli	28	8	6.66	41
14070079	Torella del Sannio	16	9	7.22	41
14070080	Toro	21	9	7.22	30
14070081	Trivento	19	8	6.62	32
14070082	Tufara	15	8	7.22	28
14070083	Ururi	16	8	7.22	62
14070084	Vinchiaturo	25	9	7.22	24
14094001	Acquaviva d'Isernia	8	8	7.22	62
14094002	Agnone	32	8	7.22	63
14094003	Bagnoli del Trigno	14	8	7.22	49
14094004	Belmonte del Sannio	13	8	6.83	40
14094005	Cantalupo nel Sannio	25	10	6.62	7
14094006	Capracotta	22	8	7.22	70
14094007	Carovilli	23	8	7.22	57
14094008	Carpinone	27	10	6.62	16
14094009	Castel del Giudice	7	8	6.83	28
14094010	Castelpetroso	15	9	7.22	42
14094011	Castelpizzuto	14	9	7.22	43
14094012	Castel San Vincenzo	18	9	7.22	67
14094013	Castelverrino	11	8	7.22	58
14094014	Cerro al Volturno	11	9	7.22	64
14094015	Chiauci	15	8	7.22	50
14094016	Civitanova del Sannio	15	8	7.22	48
14094017	Colli a Volturno	14	8	5.89	9
14094018	Conca Casale	7	8	6.98	52
14094019	Filignano	19	8	6.59	13

14094020	Forlì del Sannio	17	9	7.22	62
14094021	Fornelli	12	8	7.22	58
14094022	Frosolone	20	10	7.22	40
14094023	Isernia	54	10	7.22	52
14094024	Longano	11	8	7.22	46
14094025	Macchia d'Isernia	15	8	6.62	26
14094026	Macchiagodena	19	9	7.22	38
14094027	Miranda	16	8	7.22	54
14094028	Montaquila	12	8	6.59	18
14094029	Montenero Val Cocchiara	5	9	6.83	40
14094030	Monteroduni	17	8	7.22	51
14094031	Pesche	15	9	7.22	50
14094032	Pescolanciano	18	8	7.22	52
14094033	Pescopennataro	11	8	6.83	28
14094034	Pettoranello del Molise	7	8	7.22	47
14094035	Pietrabbondante	12	8	7.22	56
14094036	Pizzone	12	8	7.22	69
14094037	Poggio Sannita	11	8	7.22	58
14094038	Pozzilli	8	8	6.59	14
14094039	Rionero Sannitico	14	8	7.22	66
14094040	Roccamandolfi	17	8	7.22	37
14094041	Roccasicura	15	8	7.22	59
14094042	Rocchetta a Volturno	6	9	7.22	63
14094043	San Pietro Avellana	19	9	7.22	70
14094044	Sant'Agapito	10	8	6.62	21
14094045	Santa Maria del Molise	18	9	7.22	40
14094046	Sant'Angelo del Pesco	6	8	6.83	26
14094047	Sant'Elena Sannita	7	9	6.62	8
14094048	Scapoli	20	9	7.22	65
14094049	Sessano del Molise	11	9	6.62	19
14094050	Sesto Campano	10	8	6.59	21
14094051	Vastogirardi	12	8	7.22	65
14094052	Venafro	40	8	7.22	59
15061001	Ailano	9	9	6.98	32
15061002	Alife	11	9	6.98	20
15061003	Alvignano	9	9	6.98	19
15061004	Arienzo	16	8	6.62	53
15061005	Aversa	36	7	7.22	56
15061006	Baia e Latina	2	9	6.98	26
15061007	Bellona	7	8	7.22	43
15061008	Caianello	7	8	6.98	41
15061009	Caiazzo	21	8	7.22	32
15061010	Calvi Risorta	10	8	6.98	37
15061011	Camigliano	7	8	7.22	44
15061012	Cancello ed Arnone	6	8	6.98	51
15061013	Capodrise	15	8	6.98	35
15061014	Capriati a Volturno	20	8	6.98	40
15061015	Capua	24	7	7.22	47
15061016	Carinaro	36	7	7.22	55
15061017	Carinola	13	8	6.98	50

15061018	Casagiove	9	8	6.98	31
15061019	Casal di Principe	3	8	7.22	59
15061020	Casaluce	3	8	7.22	54
15061021	Casapulla	14	8	6.98	32
15061022	Caserta	35	8	7.22	41
15061023	Castel Campagnano	2	8	7.22	25
15061024	Castel di Sasso	5	8	6.98	26
15061025	Castello del Matese	27	9	6.98	18
15061026	Castel Morrone	11	8	7.22	36
15061027	Castel Volturno	6	8	6.98	59
15061028	Cervino	4	8	7.22	38
15061029	Cesa	4	8	7.22	55
15061030	Ciorlano	2	9	6.98	38
15061031	Conca della Campania	8	8	6.98	48
15061032	Curti	26	8	6.62	50
15061033	Dragoni	2	9	6.98	21
15061034	Fontegreca	1	9	6.98	37
15061035	Formicola	12	8	6.98	29
15061036	Francolise	6	8	6.98	44
15061037	Frignano	2	8	7.22	56
15061038	Gallo Matese	7	8	7.22	44
15061039	Galluccio	11	8	6.98	51
15061040	Giano Vetusto	3	8	7.22	44
15061041	Gioia Sannitica	9	8	7.22	22
15061042	Grazzanise	12	7	7.22	56
15061043	Gricignano di Aversa	4	8	7.22	54
15061044	Letino	9	9	7.22	42
15061045	Liberi	4	8	6.98	24
15061046	Lusciano	36	7	7.22	57
15061047	Macerata Campania	9	8	6.98	34
15061048	Maddaloni	25	8	7.22	40
15061049	Marcianise	14	8	6.98	36
15061050	Marzano Appio	10	8	6.98	44
15061051	Mignano Monte Lungo	23	8	7.22	62
15061052	Mondragone	9	8	6.98	59
15061053	Orta di Atella	10	7	7.22	53
15061054	Parete	6	8	7.22	60
15061055	Pastorano	7	8	7.22	45
15061056	Piana di Monte Verna	8	8	7.22	35
15061057	Piedimonte Matese	27	9	6.98	18
15061058	Pietramelara	18	8	6.98	31
15061059	Pietravairano	7	8	6.98	33
15061060	Pignataro Maggiore	10	8	7.22	47
15061061	Pontelatone	4	8	6.98	28
15061062	Portico di Caserta	7	8	6.98	34
15061063	Prata Sannita	7	9	6.98	34
15061064	Pratella	3	9	6.59	29
15061065	Presenzano	10	8	6.59	25
15061066	Raviscanina	8	8	6.98	28
15061067	Recale	6	8	6.98	33

15061068	Riardo	1	8	6.98	34
15061069	Rocca d'Evandro	11	8	5.78	2
15061070	Roccamonfina	28	8	7	89
15061071	Roccaromana	5	8	6.98	28
15061072	Rocchetta e Croce	4	8	6.98	34
15061073	Ruviano	9	8	7.22	27
15061074	San Cipriano d'Aversa	5	8	7.22	59
15061075	San Felice a Cancello	16	8	6.62	54
15061076	San Gregorio Matese	16	9	6.98	19
15061077	San Marcellino	3	8	7.22	57
15061078	San Nicola la Strada	13	8	7.22	42
15061079	San Pietro Infine	16	8	6.59	14
15061080	San Potito Sannitico	10	9	6.98	15
15061081	San Prisco	11	8	6.98	32
15061082	Santa Maria a Vico	11	8	6.98	30
15061083	Santa Maria Capua Vetere	21	8	6.62	50
15061084	Santa Maria la Fossa	7	7	7.22	54
15061085	San Tammaro	3	8	7.22	47
15061086	Sant'Angelo d'Alife	8	9	6.98	27
15061087	Sant'Arpino	10	8	7.22	54
15061088	Sessa Aurunca	25	8	6.98	53
15061089	Sparanise	10	8	6.98	40
15061090	Succivo	10	8	7.22	54
15061091	Teano	20	8	6.98	41
15061092	Teverola	5	7	7.22	54
15061093	Tora e Piccilli	9	8	6.98	45
15061094	Trentola-Ducenta	4	8	7.22	57
15061095	Vairano Patenora	14	8	6.59	32
15061096	Valle Agricola	6	8	7.22	40
15061097	Valle di Maddaloni	5	8	7.22	35
15061098	Villa di Briano	2	8	7.22	57
15061099	Villa Literno	5	8	7.22	62
15061100	Vitulazio	7	8	7.22	44
15061101	Falciano del Massico	5	8	6.98	53
15061102	Cellole	9	8	6.98	60
15061103	Casapesenna	5	8	7.22	59
15061104	San Marco Evangelista	3	8	7.22	42
15062001	Airola	18	8	6.62	64
15062002	Amorosi	11	8	7.22	24
15062003	Apice	25	10	7.22	27
15062004	Apollosa	17	9	7.22	23
15062005	Arpaia	17	8	7.22	33
15062006	Arpaise	14	8	6.98	32
15062007	Baselice	23	8	7.22	24
15062008	Benevento	60	9	6.98	25
15062009	Bonea	10	8	7.22	26
15062010	Bucciano	12	8	7.22	28
15062011	Buonalbergo	15	9	7.22	24
15062012	Calvi	18	9	6.98	35
15062013	Campolattaro	15	9	7.22	2

15062014	Campoli del Monte Taburno	19	9	7.22	20
15062015	Casalduni	18	9	7.22	5
15062016	Castelfranco in Miscano	22	8	6.62	32
15062017	Castelpagano	18	10	6.62	30
15062018	Castelpoto	12	9	6.98	20
15062019	Castelvenere	9	9	6.98	6
15062020	Castelvetere in Val Fortore	10	8	7.22	25
15062021	Cautano	13	9	7.22	18
15062022	Ceppaloni	15	9	6.98	31
15062023	Cerreto Sannita	27	9	7.22	13
15062024	Circello	19	9	7.22	10
15062025	Colle Sannita	24	9	6.98	24
15062026	Cusano Mutri	18	8	7.22	17
15062027	Dugenta	8	8	7.22	29
15062028	Durazzano	7	8	7.22	35
15062029	Faicchio	13	8	7.22	20
15062030	Foglianise	16	9	6.98	16
15062031	Foiano di Val Fortore	10	8	7.22	23
15062032	Forchia	17	8	7.22	34
15062033	Fragneto l'Abate	16	10	7.22	8
15062034	Fragneto Monforte	8	10	7.22	7
15062035	Frasso Telesino	13	9	6.98	14
15062036	Ginestra degli Schiavoni	7	9	6.98	40
15062037	Guardia Sanframondi	19	9	7.22	11
15062038	Limatola	7	8	6.98	21
15062039	Melizzano	13	9	6.98	14
15062040	Moiano	13	8	7.22	28
15062041	Molinara	10	9	6.13	8
15062042	Montefalcone di Val Fortore	19	9	6.54	23
15062043	Montesarchio	25	8	7.22	27
15062044	Morcone	19	9	7.22	6
15062045	Paduli	20	9	7.22	21
15062046	Pago Veiano	15	9	7.22	15
15062047	Pannarano	18	8	6.64	30
15062048	Paolisi	15	8	7.22	32
15062049	Paupisi	17	8	7.22	12
15062050	Pesco Sannita	22	9	7.22	11
15062051	Pietraroja	16	9	7.22	14
15062052	Pietrelcina	19	9	6.98	26
15062053	Ponte	7	9	7.22	10
15062054	Pontelandolfo	25	9	6.98	11
15062055	Puglianello	4	8	7.22	24
15062056	Reino	11	9	7.22	10
15062057	San Bartolomeo in Galdo	29	8	7.22	28
15062058	San Giorgio del Sannio	19	9	6.98	35
15062059	San Giorgio La Molara	23	9	6.54	18
15062060	San Leucio del Sannio	10	8	7.22	26
15062061	San Lorenzello	27	9	7.22	14
15062062	San Lorenzo Maggiore	17	9	7.22	9
15062063	San Lupo	17	9	7.22	8

15062064	San Marco dei Cavoti	24	9	6.98	27
15062065	San Martino Sannita	20	9	6.98	33
15062066	San Nazzaro	25	9	6.98	36
15062067	San Nicola Manfredi	16	9	6.98	32
15062068	San Salvatore Telesino	14	8	7.22	19
15062069	Santa Croce del Sannio	20	9	7.22	10
15062070	Sant'Agata de' Goti	24	8	7.22	29
15062071	Sant'Angelo a Cupolo	14	9	6.98	31
15062072	Sassinoro	17	9	6.98	13
15062073	Solopaca	19	9	7.22	18
15062074	Telese Terme	14	9	6.98	8
15062075	Tocco Caudio	19	9	7.22	21
15062076	Torrecuso	17	9	7.22	13
15062077	Vitulano	29	9	7.22	15
15062078	Sant'Arcangelo Trimonte	9	10	6.54	6
15063001	Acerra	10	8	7.22	49
15063002	Afragola	5	7	6.89	82
15063003	Agerola	7	7	6.79	77
15063004	Anacapri	5	7	6.98	86
15063005	Arzano	9	8	7.22	57
15063006	Bacoli	7	8	5.78	16
15063007	Barano d'Ischia	3	8	5.79	5
15063008	Boscoreale	13	7	6.89	68
15063009	Boscotrecase	13	8	6.98	57
15063010	Brusciano	11	7	7.22	48
15063011	Caivano	6	8	7.22	52
15063012	Calvizzano	12	8	7.22	62
15063013	Camposano	17	8	7.22	42
15063014	Capri	9	7	6.98	86
15063015	Carbonara di Nola	12	8	7.22	49
15063016	Cardito	10	7	7.22	53
15063017	Casalnuovo di Napoli	8	7	7.22	52
15063018	Casamarciano	7	8	6.64	45
15063019	Casamicciola Terme	22	10	5.79	2
15063020	Casandrino	9	8	7.22	56
15063021	Casavatore	9	8	7.22	58
15063022	Casola di Napoli	14	8	7.03	117
15063023	Casoria	9	8	7.22	56
15063024	Castellammare di Stabia	26	7	6.89	69
15063025	Castello di Cisterna	10	7	7.22	50
15063026	Cercola	10	8	7.22	58
15063027	Cicciano	16	8	7.22	40
15063028	Cimitile	31	7	7.22	43
15063029	Comiziano	16	8	7.22	41
15063030	Crispano	12	7	7.22	53
15063031	Forio	6	9	5.79	2
15063032	Frattamaggiore	10	7	6.89	86
15063033	Frattaminore	12	7	7.22	53
15063034	Giugliano in Campania	8	8	7.22	60
15063035	Gragnano	15	8	7.03	118

15063036	Grumo Nevano	8	7	6.89	87
15063037	Ischia	19	8	5.78	3
15063038	Lacco Ameno	22	10	5.79	1
15063039	Lettere	9	7	6.89	64
15063040	Liveri	15	8	6.64	45
15063041	Marano di Napoli	12	8	7.22	63
15063042	Mariglianella	15	7	7.22	48
15063043	Marigliano	15	7	7.22	47
15063044	Massa Lubrense	11	7	6.64	79
15063045	Melito di Napoli	4	8	7.22	58
15063046	Meta	9	8	7.03	125
15063047	Monte di Procida	4	8	5.78	14
15063048	Mugnano di Napoli	12	8	7.22	61
15063049	Napoli	115	8	7.22	62
15063050	Nola	31	7	7.22	45
15063051	Ottaviano	14	8	6.98	49
15063052	Palma Campania	16	8	6.64	48
15063053	Piano di Sorrento	8	8	6.83	93
15063054	Pimonte	15	8	7.03	118
15063055	Poggiomarino	6	8	6.98	54
15063056	Pollena Trocchia	9	7	6.79	86
15063057	Pomigliano d'Arco	13	8	7.22	51
15063058	Pompei	22	7	6.62	77
15063059	Portici	26	8	6.98	55
15063060	Pozzuoli	21	8	5.78	21
15063061	Procida	12	8	5.78	10
15063062	Qualiano	0	8	7.22	63
15063063	Quarto	3	7	7.22	67
15063064	Ercolano	24	8	6.98	56
15063065	Roccarainola	14	8	6.64	43
15063066	San Gennaro Vesuviano	6	8	6.98	47
15063067	San Giorgio a Cremano	21	8	6.98	54
15063068	San Giuseppe Vesuviano	7	8	6.98	50
15063069	San Paolo Bel Sito	31	7	7.22	45
15063070	San Sebastiano al Vesuvio	12	7	6.79	87
15063071	Sant'Agnello	19	8	6.83	94
15063072	Sant'Anastasia	8	8	6.98	48
15063073	Sant'Antimo	8	8	7.22	56
15063074	Sant'Antonio Abate	8	8	6.83	83
15063075	San Vitaliano	15	8	6.64	51
15063076	Saviano	8	8	7.22	47
15063077	Scisciano	9	8	7.22	47
15063078	Serrara Fontana	3	8	5.79	3
15063079	Somma Vesuviana	9	8	6.98	47
15063080	Sorrento	19	7	6.89	80
15063081	Striano	8	8	7.22	55
15063082	Terzigno	4	8	6.98	53
15063083	Torre Annunziata	11	7	7.22	65
15063084	Torre del Greco	19	8	6.98	58
15063085	Tufino	9	8	7.22	41

15063086	Vico Equense	11	8	7.03	125
15063087	Villaricca	13	8	7.22	61
15063088	Visciano	11	8	7.22	43
15063089	Volla	2	8	7.22	57
15063090	Santa Maria la Carità	4	8	6.83	86
15063091	Trecase	3	7	6.89	72
15063092	Massa di Somma	12	7	6.79	87
15064001	Aiello del Sabato	13	8	6.64	28
15064002	Altavilla Irpina	21	8	7.22	33
15064003	Andretta	21	9	6.79	10
15064004	Aquilonia	23	10	6.62	16
15064005	Ariano Irpino	43	10	7.22	36
15064006	Atripalda	24	8	6.98	47
15064007	Avella	22	9	7.03	125
15064008	Avellino	49	9	6.64	28
15064009	Bagnoli Irpino	26	8	6.79	29
15064010	Baiano	22	9	7.03	123
15064011	Bisaccia	22	9	6.79	17
15064012	Bonito	24	9	7.22	33
15064013	Cairano	14	9	6.79	5
15064014	Calabritto	29	9	6.89	8
15064015	Calitri	26	9	6.79	5
15064016	Candida	11	8	6.64	21
15064017	Caposele	23	9	6.89	6
15064018	Capriglia Irpina	14	8	7.22	39
15064019	Carife	17	10	6.79	25
15064020	Casalbore	17	9	6.98	38
15064021	Cassano Irpino	8	8	7.22	55
15064022	Castel Baronia	29	9	6.79	28
15064023	Castelfranci	19	8	6.64	15
15064024	Castelvetere sul Calore	24	8	7.22	47
15064025	Cervinara	25	8	6.98	29
15064026	Cesinali	13	8	6.64	27
15064027	Chianche	17	8	6.98	33
15064028	Chiusano di San Domenico	21	8	7.22	45
15064029	Contrada	5	8	7.22	49
15064030	Conza della Campania	19	9	6.89	5
15064031	Domicella	12	8	7.22	48
15064032	Flumeri	19	9	6.64	8
15064033	Fontanarosa	13	9	7.22	41
15064034	Forino	17	8	6.89	46
15064035	Frigento	23	8	7.22	46
15064036	Gesualdo	22	9	7.22	45
15064037	Greci	17	8	6.62	24
15064038	Grottaminarda	22	9	7.22	39
15064039	Grottolella	14	8	7.22	37
15064040	Guardia Lombardi	11	10	6.79	19
15064041	Lacedonia	20	9	6.62	9
15064042	Lapio	14	8	7.22	41
15064043	Lauro	17	8	6.79	65

15064044	Lioni	23	9	6.89	9
15064045	Luogosano	4	9	7.22	42
15064046	Manocalzati	8	8	6.64	22
15064047	Marzano di Nola	14	8	7.22	46
15064048	Melito Irpino	24	9	7.22	35
15064049	Mercogliano	20	8	7.22	43
15064050	Mirabella Eclano	28	10	6.98	45
15064051	Montaguto	15	8	6.54	26
15064052	Montecalvo Irpino	29	9	6.98	41
15064053	Montefalcione	14	8	7.22	41
15064054	Monteforte Irpino	19	8	6.98	45
15064055	Montefredane	12	8	7.22	39
15064056	Montefusco	21	9	6.98	37
15064057	Montella	22	8	6.89	22
15064058	Montemarano	24	8	7.22	49
15064059	Montemiletto	21	8	7.22	36
15064060	Monteverde	16	9	7.22	77
15064061	Montoro Inferiore	11	8	6.98	54
15064062	Montoro Superiore	17	8	6.89	41
15064063	Morra De Sanctis	15	9	6.79	15
15064064	Moschiano	13	8	6.98	46
15064065	Mugnano del Cardinale	15	8	6.98	39
15064066	Nusco	18	8	6.79	27
15064067	Ospedaletto d'Alpinolo	14	8	6.64	30
15064068	Pago del Vallo di Lauro	6	8	7.22	46
15064069	Parolise	16	8	6.89	35
15064070	Paternopoli	21	8	7.22	46
15064071	Petruro Irpino	17	8	7.22	31
15064072	Pietradefusi	11	9	6.64	15
15064073	Pietrastornina	13	8	7.22	35
15064074	Prata di Principato Ultra	19	8	7.22	37
15064075	Pratola Serra	19	8	7.22	37
15064076	Quadrelle	21	8	6.98	38
15064077	Quindici	13	8	6.98	47
15064078	Roccabascerana	18	8	6.98	32
15064079	Rocca San Felice	10	9	6.79	23
15064080	Rotondi	15	8	7.22	32
15064081	Salza Irpina	16	8	6.89	34
15064082	San Mango sul Calore	13	10	6.64	14
15064083	San Martino Valle Caudina	12	8	6.64	34
15064084	San Michele di Serino	14	9	6.64	27
15064085	San Nicola Baronia	29	9	6.79	28
15064086	San Potito Ultra	16	8	6.89	36
15064087	San Sossio Baronia	20	9	6.64	12
15064088	Santa Lucia di Serino	22	9	6.64	26
15064089	Sant'Andrea di Conza	21	9	6.79	4
15064090	Sant'Angelo all'Esca	18	9	7.22	41
15064091	Sant'Angelo a Scala	8	8	7.22	37
15064092	Sant'Angelo dei Lombardi	30	10	6.89	13
15064093	Santa Paolina	20	8	7.22	33

15064095	Santo Stefano del Sole	10	8	7.22	47
15064096	Savignano Irpino	20	8	7.22	40
15064097	Scampitella	7	10	6.62	3
15064098	Senerchia	17	9	6.89	13
15064099	Serino	22	8	6.89	35
15064100	Sirignano	21	8	6.98	37
15064101	Solofra	29	8	6.98	56
15064102	Sorbo Serpico	16	8	6.89	34
15064103	Sperone	22	8	7.03	124
15064104	Sturno	23	8	7.22	46
15064105	Summonte	14	8	6.64	29
15064106	Taurano	17	8	6.79	65
15064107	Taurasi	10	9	6.54	13
15064108	Teora	22	9	6.89	3
15064109	Torella dei Lombardi	21	9	6.89	18
15064110	Torre Le Nocelle	21	8	7.22	35
15064111	Torrioni	14	8	7.22	31
15064112	Trevico	22	9	6.79	25
15064113	Tufo	12	8	7.22	33
15064114	Vallata	19	9	6.79	23
15064115	Vallesaccarda	7	9	6.62	5
15064116	Venticano	15	8	7.22	33
15064117	Villamaina	8	8	6.89	22
15064118	Villanova del Battista	17	10	6.62	14
15064119	Volturara Irpina	21	8	6.89	31
15064120	Zungoli	15	9	7.22	46
15065001	Acerno	18	8	6.89	22
15065002	Agropoli	8	7	6.83	50
15065003	Albanella	4	8	6.83	34
15065004	Alfano	5	8	7.03	40
15065005	Altavilla Silentina	10	8	6.83	32
15065006	Amalfi	20	7	6.98	72
15065007	Angri	11	7	6.89	61
15065008	Aquara	7	8	6.83	25
15065009	Ascea	3	7	6.83	54
15065010	Atena Lucana	12	10	7.03	27
15065011	Atrani	20	8	5.57	11
15065012	Auletta	16	9	7.03	42
15065013	Baronissi	17	8	6.89	44
15065014	Battipaglia	9	8	7.22	81
15065015	Bellosguardo	9	8	6.83	23
15065016	Bracigliano	12	8	6.98	53
15065017	Buccino	20	8	7.03	50
15065018	Buonabitacolo	10	8	7.03	21
15065019	Caggiano	25	9	6.83	1
15065020	Calvanico	6	8	6.89	39
15065021	Camerota	10	7	6.83	60
15065022	Campagna	21	8	6.89	25
15065023	Campora	4	8	6.83	34
15065024	Cannalonga	3	8	6.83	40

15065025	Capaccio	11	8	6.83	39
15065026	Casalbuono	15	8	6.02	11
15065027	Casaletto Spartano	12	8	6.02	13
15065028	Casal Velino	3	7	6.83	53
15065029	Caselle in Pittari	6	8	7.03	32
15065030	Castelcivita	8	8	7.03	54
15065031	Castellabate	4	7	6.83	56
15065032	Castelnuovo Cilento	5	8	6.83	47
15065033	Castelnuovo di Conza	16	9	6.89	4
15065034	Castel San Giorgio	10	8	6.98	57
15065035	Castel San Lorenzo	9	8	6.83	28
15065036	Castiglione del Genovesi	12	8	6.83	58
15065037	Cava de' Tirreni	23	8	5.57	2
15065038	Celle di Bulgheria	4	8	7.03	47
15065039	Centola	8	7	6.83	58
15065040	Ceraso	2	8	6.83	46
15065041	Cetara	2	8	5.57	4
15065042	Cicerale	2	8	6.83	40
15065043	Colliano	14	9	6.83	26
15065044	Conca dei Marini	4	7	5.57	15
15065045	Controne	6	8	6.83	26
15065046	Contursi Terme	15	8	6.83	24
15065047	Corbara	6	8	7.22	65
15065048	Corleto Monforte	7	8	7.03	40
15065049	Cuccaro Vetere	8	8	7.03	50
15065050	Eboli	19	8	6.83	38
15065051	Felitto	2	8	6.83	31
15065052	Fisciano	12	8	6.89	42
15065053	Furore	4	7	6.83	81
15065054	Futani	8	8	7.03	49
15065055	Giffoni Sei Casali	11	8	6.83	54
15065056	Giffoni Valle Piana	14	8	6.64	40
15065057	Gioi	8	8	6.83	39
15065058	Giungano	5	8	6.83	39
15065059	Ispani	4	8	7.03	38
15065060	Laureana Cilento	4	8	6.83	49
15065061	Laurino	15	8	7.03	43
15065062	Laurito	11	8	7.03	42
15065063	Laviano	22	9	6.89	7
15065064	Lustra	6	8	6.83	48
15065065	Magliano Vetere	4	8	6.83	33
15065066	Maiori	8	8	5.57	7
15065067	Mercato San Severino	19	8	6.98	58
15065068	Minori	11	8	5.57	8
15065069	Moio della Civitella	2	8	6.83	40
15065070	Montano Antilia	6	8	7.03	46
15065071	Montecorice	1	8	6.83	57
15065072	Montecorvino Pugliano	10	8	6.83	49
15065073	Montecorvino Rovella	13	8	6.64	42
15065074	Monteforte Cilento	7	8	6.83	34

15065075	Monte San Giacomo	15	8	6.83	25
15065076	Montesano sulla Marcellana	18	8	7.03	15
15065077	Morigerati	6	8	7.03	34
15065078	Nocera Inferiore	25	8	6.98	60
15065079	Nocera Superiore	12	8	6.98	61
15065080	Novi Velia	11	8	6.83	42
15065081	Ogliastro Cilento	7	8	6.83	46
15065082	Olevano sul Tusciano	11	8	7.22	76
15065083	Oliveto Citra	12	8	6.83	27
15065084	Omignano	4	8	6.83	50
15065085	Orria	4	8	6.83	41
15065086	Ottati	12	8	7.03	46
15065087	Padula	14	9	7.03	16
15065088	Pagani	13	8	6.98	60
15065089	Palomonte	7	8	6.83	21
15065090	Pellezzano	7	8	6.79	57
15065091	Perdifumo	2	8	6.83	53
15065092	Perito	1	8	6.83	42
15065093	Pertosa	11	9	7.03	39
15065094	Petina	16	8	6.83	11
15065095	Piaggine	7	8	6.83	27
15065096	Pisciotta	12	7	6.83	56
15065097	Polla	19	10	7.03	35
15065098	Pollica	6	8	6.83	56
15065099	Pontecagnano Faiano	5	8	6.83	54
15065100	Positano	5	7	6.79	82
15065101	Postiglione	16	8	6.83	23
15065102	Praiano	2	7	6.83	82
15065103	Prignano Cilento	9	8	6.83	45
15065104	Ravello	20	8	6.98	71
15065105	Ricigliano	15	9	6.79	22
15065106	Roccadaspide	14	8	6.83	31
15065107	Roccagloriosa	3	8	7.03	44
15065108	Roccapiemonte	2	8	6.98	59
15065109	Rofrano	2	8	6.83	40
15065110	Romagnano al Monte	13	9	6.83	8
15065111	Roscigno	9	8	6.83	23
15065112	Rutino	6	8	6.83	47
15065113	Sacco	5	8	6.83	23
15065114	Sala Consilina	25	8	7.03	21
15065115	Salento	3	8	6.83	44
15065116	Salerno	38	7	7.03	98
15065117	Salvitelle	8	9	6.83	5
15065118	San Cipriano Picentino	12	8	6.83	56
15065119	San Giovanni a Piro	9	7	7.03	47
15065120	San Gregorio Magno	16	8	6.89	23
15065121	San Mango Piemonte	5	8	6.83	59
15065122	San Marzano sul Sarno	3	8	7.22	60
15065123	San Mauro Cilento	3	7	7.03	69
15065124	San Mauro la Bruca	2	8	6.83	52

15065125	San Pietro al Tanagro	15	9	6.83	12
15065126	San Rufo	10	8	7.03	33
15065127	Santa Marina	7	8	7.03	38
15065128	Sant'Angelo a Fasanella	12	8	6.83	18
15065129	Sant'Arsenio	15	9	6.83	11
15065130	Sant'Egidio del Monte Albino	15	8	6.98	61
15065131	Santomenna	16	9	6.89	5
15065132	San Valentino Torio	6	8	7.22	57
15065133	Sanza	17	8	7.03	28
15065134	Sapri	14	8	7.03	36
15065135	Sarno	17	8	6.64	46
15065136	Sassano	15	8	6.83	26
15065137	Scafati	9	7	7.22	63
15065138	Scala	20	8	6.98	70
15065139	Serramezzana	0	8	6.83	53
15065140	Serre	8	8	6.83	27
15065141	Sessa Cilento	4	8	6.83	50
15065142	Siano	9	8	6.98	55
15065143	Sicignano degli Alburni	17	8	7.03	51
15065144	Stella Cilento	3	8	6.83	51
15065145	Stio	4	8	6.83	35
15065146	Teggiano	17	8	7.03	26
15065147	Torchiara	9	8	6.83	47
15065148	Torraca	9	8	7.03	32
15065149	Torre Orsaia	12	8	6.83	48
15065150	Tortorella	12	8	6.02	14
15065151	Tramonti	11	8	6.98	66
15065152	Trentinara	5	8	6.83	38
15065153	Valle dell'Angelo	7	8	6.83	27
15065154	Vallo della Lucania	11	8	6.83	42
15065155	Valva	6	8	6.89	12
15065156	Vibonati	15	8	7.03	36
15065157	Vietri sul Mare	12	8	5.57	2
15065158	Bellizzi	1	8	6.83	47
16071001	Accadia	26	9	7.22	54
16071002	Alberona	22	8	6.61	63
16071003	Anzano di Puglia	19	9	6.62	6
16071004	Apricena	29	9	6.66	10
16071005	Ascoli Satriano	33	8	7.22	72
16071006	Biccari	30	8	6.61	60
16071007	Bovino	28	8	7.22	53
16071008	Cagnano Varano	27	8	6.61	11
16071009	Candela	25	8	6.62	18
16071010	Carapelle	13	8	6.53	11
16071011	Carlantino	7	8	7.22	39
16071012	Carpino	18	8	6.61	15
16071013	Casalnuovo Monterotaro	19	8	7.22	48
16071014	Casalvecchio di Puglia	21	8	7.22	47
16071015	Castelluccio dei Sauri	19	8	5.99	13
16071016	Castelluccio Valmaggiore	21	8	7.22	41

16071017	Castelnuovo della Daunia	21	8	7.22	46
16071018	Celenza Valfortore	27	8	7.22	36
16071019	Celle di San Vito	18	8	7.22	39
16071020	Cerignola	36	9	6.53	12
16071021	Chieuti	14	8	6.66	19
16071022	Deliceto	26	8	6.62	18
16071023	Faeto	18	8	7.22	38
16071024	Foggia	59	8	6.53	27
16071025	Ischitella	18	8	6.61	23
16071026	Isole Tremiti	16	7	6.66	45
16071027	Lesina	29	9	6.66	14
16071028	Lucera	46	8	7.22	57
16071029	Manfredonia	38	8	6.61	17
16071030	Margherita di Savoia	19	8	6.61	51
16071031	Mattinata	18	9	6.61	24
16071032	Monteleone di Puglia	18	8	6.62	12
16071033	Monte Sant'Angelo	36	8	6.61	16
16071034	Motta Montecorvino	16	8	7.22	41
16071035	Orsara di Puglia	28	8	6.53	41
16071036	Orta Nova	33	8	6.53	7
16071037	Panni	14	8	7.22	48
16071038	Peschici	16	8	6.61	32
16071039	Pietramontecorvino	19	8	7.22	44
16071040	Poggio Imperiale	18	9	6.66	10
16071041	Rignano Garganico	20	9	6.61	16
16071042	Rocchetta Sant'Antonio	23	9	5.99	14
16071043	Rodi Garganico	27	7	6.61	25
16071044	Roseto Valfortore	23	8	7.22	33
16071045	San Ferdinando di Puglia	16	8	6.61	54
16071046	San Giovanni Rotondo	37	8	6.66	32
16071047	San Marco in Lamis	30	8	6.66	25
16071048	San Marco la Catola	17	8	7.22	35
16071049	San Nicandro Garganico	33	9	6.66	22
16071050	San Paolo di Civitate	22	8	6.66	7
16071051	San Severo	55	9	6.66	7
16071052	Sant'Agata di Puglia	19	8	7.22	58
16071053	Serracapriola	37	9	6.66	17
16071054	Stornara	14	9	6.53	2
16071055	Stornarella	20	9	6.53	3
16071056	Torremaggiore	34	9	6.66	7
16071057	Trinitapoli	28	8	6.61	49
16071058	Troia	29	8	7.22	50
16071059	Vico del Gargano	28	8	6.61	25
16071060	Vieste	43	8	6.61	39
16071061	Volturara Appula	21	8	7.22	36
16071062	Volturino	14	8	7.22	40
16071063	Ordona	13	9	5.99	13
16071064	Zapponeta	13	8	6.61	34
16072001	Acquaviva delle Fonti	12	7	7.03	104
16072004	Altamura	24	7	6.83	93

16072005	Andria	29	8	6.61	71
16072007	Barletta	32	8	5.56	19
16072009	Bisceglie	25	8	5.56	2
16072013	Canosa di Puglia	41	9	7.22	114
16072020	Corato	19	8	5.56	12
16072021	Gioia del Colle	16	7	7.03	104
16072023	Gravina in Puglia	13	7	6.83	82
16072026	Minervino Murge	27	8	6.53	34
16072029	Molfetta	15	7	6.53	71
16072033	Palo del Colle	6	7	7.03	107
16072034	Poggiorsini	9	8	6.83	74
16072038	Ruvo di Puglia	18	7	6.53	63
16072041	Santeramo in Colle	9	7	7.03	92
16072042	Spinazzola	22	7	7.03	72
16072043	Terlizzi	13	7	6.53	68
16072045	Trani	23	7	6.53	55
16073001	Avetrana	4	7	7.13	105
16073007	Ginosa	14	7	7.03	81
16073009	Laterza	11	7	7.03	86
16073012	Manduria	9	7	7.13	115
16074001	Brindisi	20	7	7.13	112
16074008	Francavilla Fontana	8	7	7.13	126
16074010	Mesagne	8	7	7.13	114
16074011	Oria	8	7	7.13	120
16074013	San Donaci	4	7	7.13	98
16075004	Alliste	3	7	7.13	60
16075029	Galatina	11	8	7.13	63
16075031	Gallipoli	13	7	7.13	71
16075063	Racale	3	7	7.13	60
16075097	Porto Cesareo	2	7	7.13	88
17076001	Abriola	13	8	7.03	17
17076002	Acerenza	22	8	6.83	45
17076003	Albano di Lucania	14	8	7.03	31
17076004	Anzi	12	8	6.83	36
17076005	Armento	13	8	7.03	20
17076006	Atella	21	9	6.79	21
17076007	Avigliano	22	8	6.83	26
17076008	Balvano	23	9	6.89	29
17076009	Banzi	10	8	7.03	58
17076010	Baragiano	17	8	7.03	42
17076011	Barile	20	9	6.38	1
17076012	Bella	25	8	6.89	23
17076013	Brienza	25	10	7.03	23
17076014	Brindisi Montagna	12	8	6.83	37
17076015	Calvello	26	10	7.03	14
17076016	Calvera	9	8	7.03	34
17076017	Campomaggiore	7	8	6.83	48
17076018	Cancellara	14	8	7.03	43
17076019	Carbone	15	8	7.03	31
17076020	San Paolo Albanese	11	7	7.03	55

17076021	Castelgrande	16	8	6.89	14
17076022	Castelluccio Inferiore	18	8	7.03	41
17076023	Castelluccio Superiore	18	8	7.03	40
17076024	Castelmezzano	12	8	7.03	26
17076025	Castelsaraceno	24	10	7.03	25
17076026	Castronuovo di Sant'Andrea	10	8	7.03	34
17076027	Cersosimo	11	7	7.03	55
17076028	Chiaromonte	18	7	6.02	37
17076029	Corleto Perticara	21	9	7.03	17
17076030	Episcopia	10	8	7.03	38
17076031	Fardella	18	7	7.03	38
17076032	Filiano	12	8	6.83	32
17076033	Forenza	27	8	6.83	44
17076034	Francavilla in Sinni	12	7	7.03	43
17076035	Gallicchio	10	8	7.03	26
17076036	Genzano di Lucania	20	8	6.83	55
17076037	Grumento Nova	19	11	7.03	8
17076038	Guardia Perticara	5	9	7.03	22
17076039	Lagonegro	33	9	6.02	2
17076040	Latronico	26	8	7.03	33
17076041	Laurenzana	20	9	7.03	16
17076042	Lauria	25	8	7.03	34
17076043	Lavello	19	8	7.03	77
17076044	Maratea	21	8	7.03	41
17076045	Marsico Nuovo	20	10	7.03	12
17076046	Marsicovetere	13	9	7.03	3
17076047	Maschito	15	8	6.83	47
17076048	Melfi	40	10	6.38	5
17076049	Missanello	6	10	7.03	29
17076050	Moliterno	29	10	7.03	13
17076051	Montemilone	14	8	7.03	76
17076052	Montemurro	32	11	7.03	14
17076053	Muro Lucano	29	9	6.83	21
17076054	Nemoli	14	8	6.02	9
17076055	Noepoli	13	7	7.03	51
17076056	Oppido Lucano	14	8	6.83	47
17076057	Palazzo San Gervasio	16	8	6.83	58
17076058	Pescopagano	24	9	6.89	10
17076059	Picerno	28	9	7.03	36
17076060	Pietragalla	19	8	6.83	38
17076061	Pietrapertosa	12	8	7.03	26
17076062	Pignola	20	9	7.03	25
17076063	Potenza	47	8	7.03	32
17076064	Rapolla	17	9	6.38	3
17076065	Rapone	16	9	6.79	8
17076066	Rionero in Vulture	24	9	6.38	3
17076067	Ripacandida	19	8	6.79	27
17076068	Rivello	18	8	7.03	31
17076069	Roccanova	11	9	7.03	34
17076070	Rotonda	20	7	7.03	47

17076071	Ruoti	17	8	6.83	23
17076072	Ruvo del Monte	19	9	6.79	11
17076073	San Chirico Nuovo	13	7	7.03	41
17076074	San Chirico Raparo	17	8	7.03	27
17076075	San Costantino Albanese	10	7	6.74	72
17076076	San Fele	17	9	6.79	12
17076077	San Martino d'Agri	7	8	7.03	22
17076078	San Severino Lucano	15	8	7.03	45
17076079	Sant'Angelo Le Fratte	16	10	7.03	32
17076080	Sant'Arcangelo	17	10	7.03	39
17076081	Sarconi	15	10	7.03	12
17076082	Sasso di Castalda	15	8	7.03	21
17076083	Satriano di Lucania	17	9	6.83	12
17076084	Savoia di Lucania	6	8	6.83	4
17076085	Senise	12	7	7.03	44
17076086	Spinoso	10	10	7.03	14
17076087	Teana	18	7	7.03	37
17076088	Terranova di Pollino	13	8	6.74	65
17076089	Tito	24	10	7.03	29
17076090	Tolve	21	8	6.83	46
17076091	Tramutola	18	10	7.03	6
17076092	Trecchina	13	8	7.03	37
17076093	Trivigno	19	8	7.03	28
17076094	Vaglio Basilicata	17	8	7.03	35
17076095	Venosa	35	8	7.22	100
17076096	Vietri di Potenza	21	9	6.83	4
17076097	Viggianello	18	8	5.49	5
17076098	Viggiano	23	10	7.03	5
17076099	Ginestra	7	8	6.62	38
17076100	Paterno	12	10	7.03	10
17077001	Accettura	10	7	7.03	31
17077002	Aliano	6	9	7.03	33
17077004	Calciano	13	8	7.03	40
17077005	Cirigliano	9	7	7.03	28
17077006	Colobraro	9	8	7.03	53
17077007	Craco	11	7	7.03	51
17077008	Ferrandina	16	8	7.03	54
17077009	Garaguso	11	8	6.79	78
17077010	Gorgoglione	9	8	7.03	26
17077011	Grassano	18	8	7.03	48
17077012	Grottole	15	8	7.03	54
17077013	Irsina	18	7	7.03	55
17077014	Matera	35	7	7.03	73
17077015	Miglionico	10	7	7.03	61
17077016	Montalbano Jonico	10	7	7.03	62
17077017	Montescaglioso	15	7	7.03	73
17077018	Nova Siri	7	7	7.03	63
17077019	Oliveto Lucano	6	8	6.79	75
17077020	Pisticci	16	7	7.03	61
17077021	Policoro	7	7	7.03	73

17077022	Pomarico	20	7	7.03	62
17077023	Rotondella	14	7	6.83	97
17077024	Salandra	13	8	7.03	45
17077025	San Giorgio Lucano	9	7	7.03	53
17077026	San Mauro Forte	18	7	7.03	38
17077027	Stigliano	15	8	7.03	33
17077028	Tricarico	23	7	7.03	39
17077029	Tursi	13	7	7.03	55
17077030	Valsinni	8	7	6.83	91
17077031	Scanzano Jonico	6	7	7.03	74
18078001	Acquaformosa	7	8	6.74	37
18078002	Acquappesa	5	7	7.04	75
18078003	Acri	16	8	6.74	20
18078004	Aiello Calabro	11	9	7.04	38
18078005	Aieta	10	8	7.03	47
18078006	Albidona	5	8	6.89	77
18078007	Alessandria del Carretto	7	7	7.03	63
18078008	Altilia	6	8	7.03	10
18078009	Altomonte	8	8	6.74	34
18078010	Amantea	16	8	7.03	20
18078011	Amendolara	9	8	7.03	77
18078012	Aprigliano	13	9	7.03	22
18078013	Belmonte Calabro	9	8	7.03	22
18078014	Belsito	9	8	7.03	14
18078015	Belvedere Marittimo	10	8	7.03	73
18078016	Bianchi	7	9	7.03	12
18078017	Bisignano	22	9	6.74	15
18078018	Bocchigliero	14	8	6.89	16
18078019	Bonifati	10	8	6.74	33
18078020	Buonvicino	5	8	6.74	42
18078021	Calopezzati	7	9	6.89	31
18078022	Caloveto	9	8	6.89	25
18078023	Campana	9	8	6.89	15
18078024	Canna	9	7	7.03	63
18078025	Cariati	15	8	6.2	20
18078026	Carolei	8	9	7.03	24
18078027	Carpanzano	11	8	7.03	11
18078028	Casole Bruzio	22	9	7.03	26
18078029	Cassano allo Ionio	17	8	6.74	45
18078030	Castiglione Cosentino	17	10	5.83	2
18078031	Castrolibero	13	9	7.04	58
18078032	Castroregio	1	7	6.89	84
18078033	Castrovillari	24	8	5.67	4
18078034	Celico	21	8	7.03	29
18078035	Cellara	13	10	7.03	19
18078036	Cerchiara di Calabria	8	7	7.03	91
18078037	Cerisano	11	8	7.03	27
18078038	Cervicati	17	8	7.04	82
18078039	Cerzeto	7	8	7.04	78
18078040	Cetraro	14	7	7.04	78

18078041	Civita	5	7	7.03	87
18078042	Cleto	6	8	7.03	12
18078043	Colosimi	5	9	7.03	12
18078044	Corigliano Calabro	18	8	6.2	19
18078045	Cosenza	40	8	7.03	29
18078046	Cropalati	10	8	6.2	6
18078047	Crosia	7	10	6.2	3
18078048	Diamante	12	8	6.74	45
18078049	Dipignano	15	9	7.03	21
18078050	Domanico	8	8	7.03	20
18078051	Fagnano Castello	8	8	6.74	22
18078052	Falconara Albanese	8	8	6.74	16
18078053	Figline Vegliaturo	14	10	7.03	20
18078054	Firmo	7	8	6.74	36
18078055	Fiumefreddo Bruzio	9	8	7.03	28
18078056	Francavilla Marittima	5	7	7.03	86
18078057	Frascineto	7	8	5.67	4
18078058	Fuscaldo	15	8	6.74	14
18078059	Grimaldi	10	8	7.03	11
18078060	Grisolia	9	8	6.74	47
18078061	Guardia Piemontese	7	8	6.74	18
18078062	Lago	11	8	7.03	18
18078063	Laino Borgo	22	8	7.03	46
18078064	Laino Castello	22	8	7.03	46
18078065	Lappano	16	9	7.03	30
18078066	Lattarico	3	8	6.74	9
18078067	Longobardi	9	8	7.03	25
18078068	Longobucco	16	9	6.89	26
18078069	Lungro	13	8	6.74	39
18078070	Luzzi	14	9	7.03	44
18078071	Maierà	9	8	6.74	46
18078072	Malito	10	8	7.03	12
18078073	Malvito	6	8	6.74	26
18078074	Mandatoriccio	7	8	6.89	21
18078075	Mangone	13	10	7.03	18
18078076	Marano Marchesato	11	9	6.74	9
18078077	Marano Principato	13	9	7.04	57
18078078	Marzi	16	8	7.03	14
18078079	Mendicino	9	8	7.03	25
18078080	Mongrassano	10	8	7.04	80
18078081	Montalto Uffugo	12	8	7.03	41
18078082	Montegiordano	6	7	7.03	68
18078083	Morano Calabro	17	8	5.67	7
18078084	Mormanno	20	8	5.67	20
18078085	Mottafollone	6	8	6.74	30
18078086	Nocara	9	7	7.03	61
18078087	Oriolo	14	7	7.03	61
18078088	Orsomarso	15	8	7.03	62
18078089	Paludi	6	8	6.2	6
18078090	Panettieri	9	8	7.03	15

18078091	Paola	25	8	6.74	14
18078092	Papasidero	13	8	7.03	54
18078093	Parenti	6	8	7.03	16
18078094	Paterno Calabro	15	9	7.03	20
18078095	Pedace	23	9	7.03	26
18078096	Pedivigliano	13	8	7.03	7
18078097	Piane Crati	14	10	7.03	21
18078098	Pietrafitta	13	9	7.03	24
18078099	Pietrapaola	4	8	6.89	23
18078100	Plataci	5	8	6.74	60
18078101	Praia a Mare	12	8	7.03	51
18078102	Rende	15	9	7.03	33
18078103	Rocca Imperiale	8	7	7.03	68
18078104	Roggiano Gravina	10	9	6.74	25
18078105	Rogliano	16	9	7.03	15
18078106	Rose	20	9	7.03	39
18078107	Roseto Capo Spulico	6	7	7.03	76
18078108	Rossano	24	9	6.2	9
18078109	Rota Greca	8	8	6.74	11
18078110	Rovito	21	8	7.03	29
18078111	San Basile	1	8	5.67	7
18078112	San Benedetto Ullano	7	8	6.74	7
18078113	San Cosmo Albanese	8	8	6.74	29
18078114	San Demetrio Corone	14	8	6.74	24
18078115	San Donato di Ninea	6	7	7.04	100
18078116	San Fili	7	8	7.04	60
18078117	Sangineto	8	8	6.74	33
18078118	San Giorgio Albanese	11	8	6.74	31
18078119	San Giovanni in Fiore	11	8	6.89	10
18078120	San Lorenzo Bellizzi	9	7	7.03	93
18078121	San Lorenzo del Vallo	14	8	6.74	31
18078122	San Lucido	10	8	7.03	35
18078123	San Marco Argentano	17	8	7.04	83
18078124	San Martino di Finita	6	8	6.74	13
18078125	San Nicola Arcella	6	7	7.03	98
18078126	San Pietro in Amantea	10	8	7.03	18
18078127	San Pietro in Guarano	17	9	7.03	33
18078128	San Sosti	12	8	6.74	33
18078129	Santa Caterina Albanese	7	8	6.74	24
18078130	Santa Domenica Talao	15	8	7.03	59
18078131	Sant'Agata di Esaro	12	8	6.74	31
18078132	Santa Maria del Cedro	4	8	7.03	67
18078133	Santa Sofia d'Epiro	15	8	6.74	20
18078134	Santo Stefano di Rogliano	16	10	7.03	16
18078135	San Vincenzo La Costa	5	8	6.74	5
18078136	Saracena	7	8	6.74	42
18078137	Scala Coeli	10	8	6.89	20
18078138	Scalea	24	8	7.03	95
18078139	Scigliano	13	8	7.03	9
18078140	Serra d'Aiello	8	8	7.04	34

18078141	Serra Pedace	15	9	7.03	26
18078142	Spezzano Albanese	14	8	6.74	32
18078143	Spezzano della Sila	21	8	7.03	28
18078144	Spezzano Piccolo	20	8	7.04	63
18078145	Tarsia	10	8	6.74	26
18078146	Terranova da Sibari	10	8	6.74	32
18078147	Terravecchia	5	8	6.89	24
18078148	Torano Castello	10	8	6.74	13
18078149	Tortora	19	8	7.03	46
18078150	Trebisacce	8	8	7.03	80
18078151	Trenta	21	9	7.03	26
18078152	Vaccarizzo Albanese	13	8	6.74	30
18078153	Verbicaro	14	8	6.74	47
18078154	Villapiana	5	8	7.03	77
18078155	Zumpano	13	9	5.83	2
18079002	Albi	12	8	7.03	27
18079003	Amaroni	6	10	7.03	32
18079004	Amato	9	9	7.03	19
18079005	Andali	14	8	6.89	30
18079007	Argusto	5	9	6.98	12
18079008	Badolato	11	9	6.55	28
18079009	Belcastro	14	9	7.03	43
18079011	Borgia	15	10	7.03	31
18079012	Botricello	3	8	6.89	38
18079017	Caraffa di Catanzaro	9	10	6.98	11
18079018	Cardinale	12	9	6.98	17
18079020	Carlopoli	9	8	7.03	14
18079023	Catanzaro	43	8	6.98	18
18079024	Cenadi	12	10	6.98	9
18079025	Centrache	12	10	6.98	7
18079027	Cerva	12	8	6.59	16
18079029	Chiaravalle Centrale	17	9	6.98	12
18079030	Cicala	8	8	7.03	17
18079033	Conflenti	11	8	7.03	3
18079034	Cortale	14	10	6.98	7
18079036	Cropani	16	9	6.89	35
18079039	Curinga	4	9	6.98	18
18079042	Davoli	12	9	6.98	15
18079043	Decollatura	9	8	7.03	5
18079047	Falerna	10	8	7.03	11
18079048	Feroleto Antico	15	8	7.03	13
18079052	Fossato Serralta	10	8	7.03	26
18079055	Gagliato	11	9	6.98	12
18079056	Gasperina	11	9	6.98	6
18079058	Gimigliano	12	8	7.03	22
18079059	Girifalco	13	10	7.03	28
18079060	Gizzeria	6	9	7.03	10
18079061	Guardavalle	9	8	6.98	31
18079063	Isca sullo Ionio	6	9	6.98	21
18079065	Jacurso	12	10	7.03	24

18079068	Magisano	11	8	7.03	30
18079069	Maida	12	10	7.03	22
18079071	Marcedusa	11	9	6.59	9
18079072	Marcellinara	10	9	7.03	22
18079073	Martirano	14	10	7.04	39
18079074	Martirano Lombardo	14	10	7.04	38
18079077	Miglierina	9	9	7.03	19
18079080	Montauro	11	9	6.98	6
18079081	Montepaone	7	9	6.98	8
18079083	Motta Santa Lucia	10	8	7.03	5
18079087	Nocera Terinese	8	8	7.04	31
18079088	Olivadi	12	10	6.98	8
18079089	Palermiti	7	10	6.98	4
18079092	Pentone	9	8	7.03	26
18079094	Petrizzi	8	9	6.98	9
18079095	Petronà	9	8	6.89	27
18079096	Pianopoli	15	8	7.03	14
18079099	Platania	9	8	7.03	5
18079108	San Floro	15	10	7.03	31
18079110	San Mango d'Aquino	6	8	7.03	8
18079114	San Pietro a Maida	8	9	7.03	23
18079115	San Pietro Apostolo	6	8	7.03	16
18079116	San Sostene	11	9	6.98	17
18079117	Santa Caterina dello Ionio	7	9	6.55	30
18079118	Sant'Andrea Apostolo dello Ionio	7	9	6.55	26
18079122	San Vito sullo Ionio	11	10	6.98	10
18079123	Satriano	14	9	6.98	13
18079126	Sellia	11	8	6.98	26
18079127	Sellia Marina	3	9	6.89	42
18079129	Serrastretta	9	8	7.03	12
18079130	Sersale	12	8	6.59	18
18079131	Settingiano	10	9	7.03	25
18079133	Simeri Crichi	10	9	6.89	39
18079134	Sorbo San Basile	12	8	7.03	24
18079137	Soverato	10	9	6.98	13
18079138	Soveria Mannelli	8	8	7.03	8
18079139	Soveria Simeri	13	9	6.89	39
18079142	Squillace	16	10	6.98	5
18079143	Staletti	8	10	6.98	7
18079146	Taverna	12	8	7.03	25
18079147	Tiriolo	20	9	7.03	22
18079148	Torre di Ruggiero	12	9	7.03	45
18079151	Vallefiorita	7	10	6.98	1
18079157	Zagarise	11	8	6.59	24
18079160	Lamezia Terme	20	8	7.03	9
18080001	Africo	5	9	7.02	31
18080002	Agnana Calabra	9	8	7.1	50
18080003	Anoia	12	10	7.02	18
18080004	Antonimina	13	8	7.02	16
18080005	Ardore	10	8	7.1	42

18080006	Bagaladi	14	8	7.1	18
18080007	Bagnara Calabra	14	9	7.1	19
18080008	Benestare	7	8	6.55	58
18080009	Bianco	14	8	7.1	41
18080010	Bivongi	19	8	7.1	77
18080011	Bova	14	8	7.1	27
18080012	Bovalino	10	8	7.02	24
18080013	Bova Marina	8	8	7.02	41
18080014	Brancaleone	6	8	7.02	39
18080015	Bruzzano Zeffirio	9	8	7.1	38
18080016	Calanna	11	10	7.1	5
18080017	Camini	15	8	6.98	39
18080018	Campo Calabro	11	11	7.1	8
18080019	Candidoni	18	9	7.02	25
18080020	Canolo	9	8	7.1	49
18080021	Caraffa del Bianco	13	8	7.1	36
18080022	Cardeto	11	9	7.1	10
18080023	Careri	10	8	7.02	18
18080024	Casignana	13	8	7.1	36
18080025	Caulonia	17	8	6.98	45
18080026	Ciminà	7	8	7.02	16
18080027	Cinquefrondi	11	10	7.02	17
18080028	Cittanova	16	10	7.02	11
18080029	Condofuri	10	8	7.1	22
18080030	Cosoleto	6	9	7.02	4
18080031	Delianuova	15	9	7.02	8
18080032	Feroleto della Chiesa	7	10	7.03	68
18080033	Ferruzzano	10	9	7.02	30
18080034	Fiumara	8	10	7.1	7
18080035	Galatro	9	10	7.02	22
18080036	Gerace	22	8	7.1	49
18080037	Giffone	10	10	7.02	22
18080038	Gioia Tauro	12	9	7.02	16
18080039	Gioiosa Ionica	11	8	6.98	52
18080040	Grotteria	12	8	7.1	56
18080041	Laganadi	13	10	7.1	6
18080042	Laureana di Borrello	17	9	7.02	24
18080043	Locri	11	8	7.1	51
18080044	Mammola	13	8	7.02	25
18080045	Marina di Gioiosa Ionica	8	8	6.98	55
18080046	Maropati	11	10	7.02	19
18080047	Martone	10	8	7.1	57
18080048	Melicuccà	9	9	7.02	8
18080049	Melicucco	8	10	7.02	17
18080050	Melito di Porto Salvo	14	9	7.1	27
18080051	Molochio	8	9	7.02	6
18080052	Monasterace	7	9	6.55	38
18080053	Montebello Ionico	12	8	7.1	19
18080054	Motta San Giovanni	13	9	7.1	16
18080055	Oppido Mamertina	16	9	7.02	1

18080056	Palizzi	11	8	7.02	37
18080057	Palmi	21	9	7.02	13
18080058	Pazzano	19	8	7.1	76
18080059	Placanica	14	8	6.98	41
18080060	Platì	11	9	7.1	32
18080061	Polistena	16	10	7.02	15
18080062	Portigliola	9	8	7.1	46
18080063	Reggio di Calabria	64	10	7.1	5
18080064	Riace	15	8	6.98	41
18080065	Rizziconi	9	9	7.02	13
18080066	Roccaforte del Greco	13	8	7.1	22
18080067	Roccella Ionica	15	8	6.98	52
18080068	Roghudi	14	9	7.1	25
18080069	Rosarno	11	9	7.02	21
18080070	Samo	8	8	7.1	33
18080071	San Giorgio Morgeto	10	10	7.02	16
18080072	San Giovanni di Gerace	12	8	7.1	57
18080073	San Lorenzo	13	8	7.1	20
18080074	San Luca	12	8	7.1	33
18080075	San Pietro di Caridà	15	9	7.02	29
18080076	San Procopio	6	9	7.02	7
18080077	San Roberto	7	10	7.1	8
18080078	Santa Cristina d'Aspromonte	12	9	7.02	5
18080079	Sant'Agata del Bianco	13	8	7.1	35
18080080	Sant'Alessio in Aspromonte	10	10	7.1	7
18080081	Sant'Eufemia d'Aspromonte	14	10	7.1	20
18080082	Sant'Ilario dello Ionio	9	8	7.1	45
18080083	Santo Stefano in Aspromonte	12	9	7.1	9
18080084	Scido	15	9	7.02	7
18080085	Scilla	15	8	7.1	12
18080086	Seminara	13	9	7.1	26
18080087	Serrata	11	9	7.02	26
18080088	Siderno	10	8	7.1	55
18080089	Sinopoli	14	10	7.1	21
18080090	Staiti	10	8	5.87	11
18080091	Stignano	15	8	6.98	41
18080092	Stilo	19	8	7.1	77
18080093	Taurianova	17	9	7.02	7
18080094	Terranova Sappo Minulio	9	9	7.02	4
18080095	Varapodio	9	9	7.02	2
18080096	Villa San Giovanni	11	11	7.1	9
18080097	San Ferdinando	4	9	7.02	21
18101001	Belvedere di Spinello	7	9	6.89	10
18101002	Caccuri	10	8	6.89	6
18101003	Carfizzi	6	8	6.89	14
18101004	Casabona	10	8	6.89	13
18101005	Castelsilano	5	8	6.89	4
18101006	Cerenzia	10	8	6.89	5
18101007	Cirò	6	8	6.89	24
18101008	Cirò Marina	5	8	6.89	29

18101009	Cotronei	10	8	6.89	14
18101010	Crotone	21	8	6.89	35
18101011	Crucoli	7	7	6.89	23
18101012	Cutro	9	10	6.59	8
18101013	Isola di Capo Rizzuto	8	8	6.59	20
18101014	Melissa	7	7	6.89	18
18101015	Mesoraca	11	9	6.89	23
18101016	Pallagorio	6	8	6.89	9
18101017	Petilia Policastro	16	9	6.89	19
18101018	Roccabernarda	9	9	6.89	17
18101019	Rocca di Neto	8	10	6.59	14
18101020	San Mauro Marchesato	12	9	6.59	3
18101021	San Nicola dell'Alto	6	8	6.89	14
18101022	Santa Severina	14	8	6.89	17
18101023	Savelli	10	8	6.89	5
18101024	Scandale	10	8	6.59	6
18101025	Strongoli	13	8	6.89	21
18101026	Umbriatico	5	8	6.89	12
18101027	Verzino	8	8	6.89	6
18102001	Acquaro	17	10	6.62	3
18102002	Arena	17	9	6.62	2
18102003	Briatico	11	10	7.04	13
18102004	Brognaturo	14	9	6.55	13
18102005	Capistrano	10	9	6.55	4
18102006	Cessaniti	9	9	7.04	19
18102007	Dasà	17	9	6.62	2
18102008	Dinami	15	10	6.62	7
18102009	Drapia	26	9	7.04	17
18102010	Fabrizia	10	8	6.98	36
18102011	Filadelfia	20	10	7.03	29
18102012	Filandari	8	9	7.02	36
18102013	Filogaso	11	10	7.03	41
18102014	Francavilla Angitola	19	9	7.03	30
18102015	Francica	11	9	7.02	37
18102016	Gerocarne	21	9	6.62	2
18102017	Jonadi	13	9	7.03	51
18102018	Joppolo	10	9	7.02	33
18102019	Limbadi	7	9	7.02	29
18102020	Maierato	13	9	6.98	25
18102021	Mileto	34	9	7.02	36
18102022	Mongiana	8	9	6.55	21
18102023	Monterosso Calabro	14	9	6.98	17
18102024	Nardodipace	4	8	6.98	36
18102025	Nicotera	16	9	7.03	63
18102026	Parghelia	8	9	7.04	15
18102027	Pizzo	24	8	7.04	21
18102028	Pizzoni	12	10	6.62	6
18102029	Polia	12	10	6.55	8
18102030	Ricadi	9	10	7.04	22
18102031	Rombiolo	10	9	7.02	33

18102032	San Calogero	9	9	7.02	31
18102033	San Costantino Calabro	13	9	7.03	50
18102034	San Gregorio d'Ippona	14	10	7.04	24
18102035	San Nicola da Crissa	13	9	6.98	21
18102036	Sant'Onofrio	15	9	7.04	22
18102037	Serra San Bruno	20	9	6.55	15
18102038	Simbario	14	9	6.55	12
18102039	Sorianello	20	9	6.62	3
18102040	Soriano Calabro	20	9	6.62	3
18102041	Spadola	14	9	6.55	13
18102042	Spilinga	7	9	7.1	57
18102043	Stefanaconi	37	10	6.55	11
18102044	Tropea	26	9	7.04	17
18102045	Vallelonga	13	9	6.98	21
18102046	Vazzano	12	10	6.62	7
18102047	Vibo Valentia	37	10	6.55	13
18102048	Zaccanopoli	8	9	7.04	17
18102049	Zambrone	9	9	7.04	14
18102050	Zungri	10	9	7.04	19
19081001	Alcamo	11	7	6.33	25
19081003	Calatafimi-Segesta	6	7	6.33	20
19081004	Campobello di Mazara	5	7	6.33	24
19081005	Castellammare del Golfo	10	7	6.33	31
19081006	Castelvetrano	8	7	6.33	19
19081010	Gibellina	4	7	6.33	5
19081011	Marsala	8	7	6.33	47
19081012	Mazara del Vallo	9	7	6.33	36
19081015	Partanna	5	7	6.33	9
19081016	Poggioreale	3	7	6.33	5
19081017	Salaparuta	2	7	6.33	4
19081018	Salemi	7	7	6.33	17
19081019	Santa Ninfa	6	7	6.33	9
19081023	Vita	5	7	6.33	19
19081024	Petrosino	1	7	6.33	43
19082002	Alimena	14	7	6.47	55
19082003	Aliminusa	4	7	6.47	63
19082004	Altavilla Milicia	7	7	5.28	11
19082005	Altofonte	6	7	5.28	12
19082006	Bagheria	9	7	5.58	14
19082007	Balestrate	7	7	6.33	33
19082008	Baucina	4	7	6.33	52
19082009	Belmonte Mezzagno	5	7	5.58	9
19082010	Bisacquino	6	7	6.33	25
19082011	Bolognetta	4	7	5.28	13
19082012	Bompietro	7	7	6.77	95
19082015	Caltavuturo	12	7	6.47	57
19082016	Campofelice di Fitalia	2	7	6.33	45
19082018	Campofiorito	2	7	6.33	25
19082019	Camporeale	5	8	6.33	19
19082020	Capaci	4	7	6.33	51

19082022	Castelbuono	19	8	5.31	4
19082023	Casteldaccia	6	7	5.28	10
19082024	Castellana Sicula	4	7	5.16	5
19082026	Cefalà Diana	5	7	5.58	25
19082027	Cefalù	19	7	6.47	36
19082028	Cerda	7	7	6.47	58
19082029	Chiusa Sclafani	2	7	6.33	27
19082030	Ciminna	6	8	6.33	53
19082032	Collesano	16	7	6.47	48
19082033	Contessa Entellina	3	8	6.33	18
19082034	Corleone	10	7	6.33	29
19082035	Ficarazzi	5	8	5.58	10
19082036	Gangi	18	7	7.41	102
19082037	Geraci Siculo	14	8	7.41	110
19082038	Giardinello	7	7	6.33	40
19082039	Giuliana	2	7	6.33	24
19082040	Godrano	3	7	6.33	43
19082041	Gratteri	8	7	6.47	43
19082042	Isnello	9	7	5.31	3
19082043	Isola delle Femmine	5	7	5.58	12
19082044	Lascari	7	7	6.47	44
19082046	Marineo	9	7	6.33	44
19082047	Mezzojuso	5	7	6.33	44
19082048	Misilmeri	9	7	5.28	5
19082049	Monreale	12	7	6.33	45
19082050	Montelepre	7	7	6.33	41
19082051	Montemaggiore Belsito	6	7	6.47	65
19082053	Palermo	41	8	5.58	0
19082054	Partinico	10	7	6.33	34
19082055	Petralia Soprana	18	7	7.41	108
19082056	Petralia Sottana	18	8	7.41	110
19082057	Piana degli Albanesi	7	7	5.28	16
19082058	Polizzi Generosa	15	7	5.16	7
19082059	Pollina	10	7	6.47	28
19082061	Roccamena	3	7	6.33	18
19082062	Roccapalumba	4	7	6.33	58
19082063	San Cipirello	6	7	6.33	29
19082064	San Giuseppe Jato	6	7	6.33	30
19082065	San Mauro Castelverde	14	7	7.41	113
19082066	Santa Cristina Gela	3	7	6.33	40
19082067	Santa Flavia	9	7	5.58	16
19082070	Termini Imerese	16	7	6.47	65
19082071	Terrasini	8	7	6.33	45
19082072	Torretta	7	7	6.33	47
19082074	Trappeto	2	7	6.33	35
19082077	Ventimiglia di Sicilia	3	7	6.33	55
19082079	Villabate	5	8	5.58	9
19082080	Villafrati	3	7	6.33	47
19082081	Scillato	8	7	6.47	54
19082082	Blufi	0	7	6.77	97

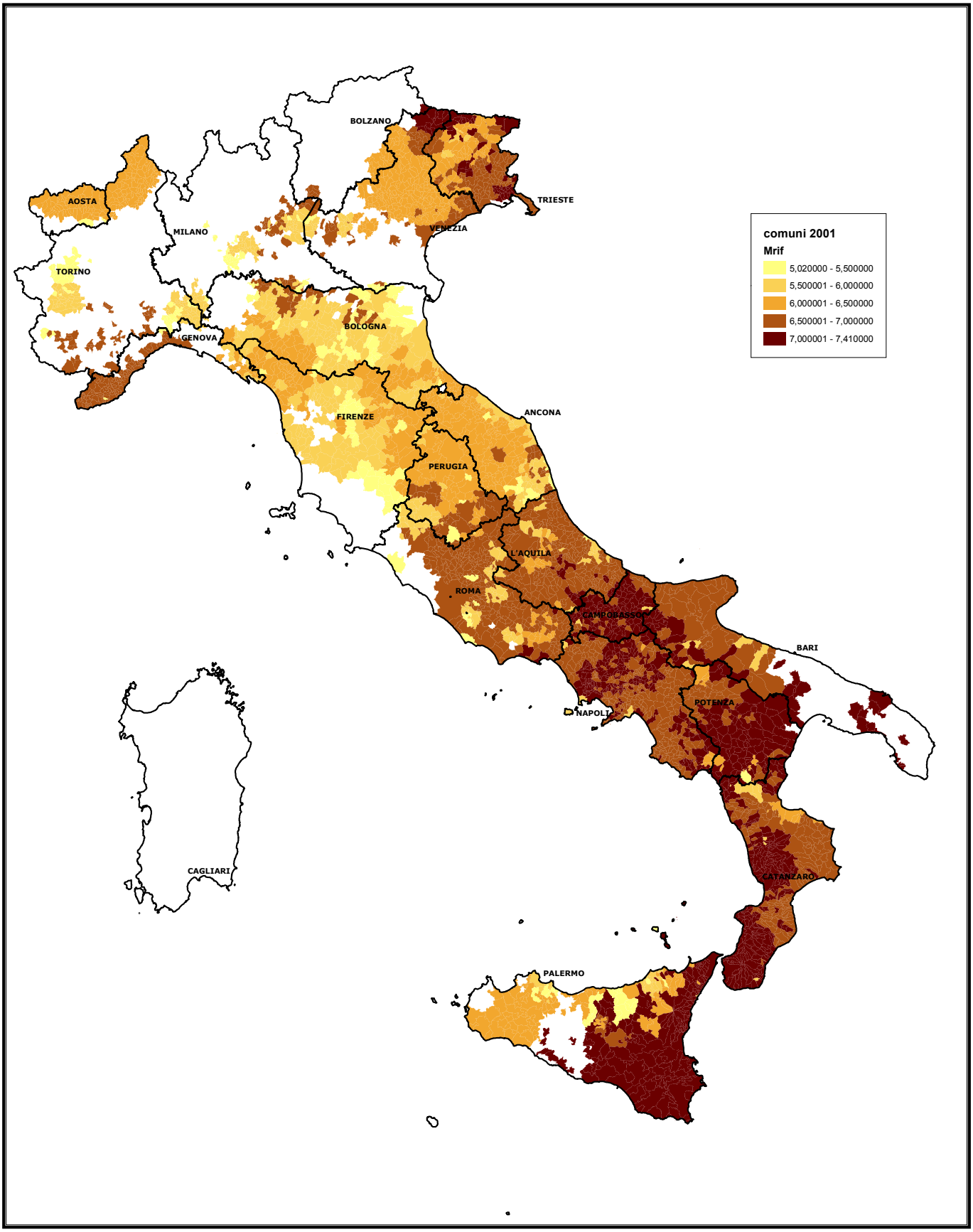
19083001	Alcara li Fusi	6	8	5.57	14
19083002	Alì	3	8	7.1	27
19083003	Alì Terme	13	8	7.1	28
19083004	Antillo	9	10	7.1	43
19083005	Barcellona Pozzo di Gotto	26	8	7.1	41
19083006	Basicò	8	8	6.15	6
19083007	Brolo	6	8	5.57	5
19083008	Capizzi	18	8	5.46	6
19083009	Capo d'Orlando	9	8	6.47	29
19083010	Capri Leone	12	8	5.57	6
19083011	Caronia	10	8	6.47	12
19083012	Casalvecchio Siculo	11	8	7.41	95
19083013	Castel di Lucio	10	8	5.46	9
19083014	Castell'Umberto	6	8	7.1	77
19083015	Castelmola	27	8	7.1	48
19083016	Castroreale	27	8	7.1	42
19083017	Cesarò	25	8	7.41	83
19083018	Condrò	11	8	7.1	32
19083019	Falcone	8	9	6.15	5
19083020	Ficarra	9	8	6.06	30
19083021	Fiumedinisi	5	8	7.1	30
19083022	Floresta	9	8	6.15	16
19083023	Fondachelli-Fantina	4	8	7.02	78
19083024	Forza d'Agrò	8	8	7.41	91
19083025	Francavilla di Sicilia	29	8	7.41	85
19083026	Frazzanò	11	8	5.57	7
19083027	Furci Siculo	10	8	7.41	97
19083028	Furnari	14	8	6.15	9
19083029	Gaggi	12	8	7.1	52
19083030	Galati Mamertino	11	8	5.57	10
19083031	Gallodoro	9	8	7.1	44
19083032	Giardini-Naxos	14	8	7.1	50
19083033	Gioiosa Marea	10	8	6.15	14
19083034	Graniti	11	8	7.1	50
19083035	Gualtieri Sicaminò	11	8	7.1	32
19083036	Itala	6	8	7.1	24
19083037	Leni	5	7	5.41	1
19083038	Letojanni	10	8	5.55	2
19083039	Librizzi	8	8	6.15	6
19083040	Limina	10	8	7.1	43
19083041	Lipari	1	8	7.1	76
19083042	Longi	11	8	5.57	11
19083043	Malfa	3	8	5.41	1
19083044	Malvagna	27	8	6.23	36
19083045	Mandanici	9	8	6.15	28
19083046	Mazzarrà Sant'Andrea	14	8	6.15	10
19083047	Merì	10	7	7.1	38
19083048	Messina	104	10	7.1	13
19083049	Milazzo	31	8	6.15	23
19083050	Militello Rosmarino	12	8	5.57	13

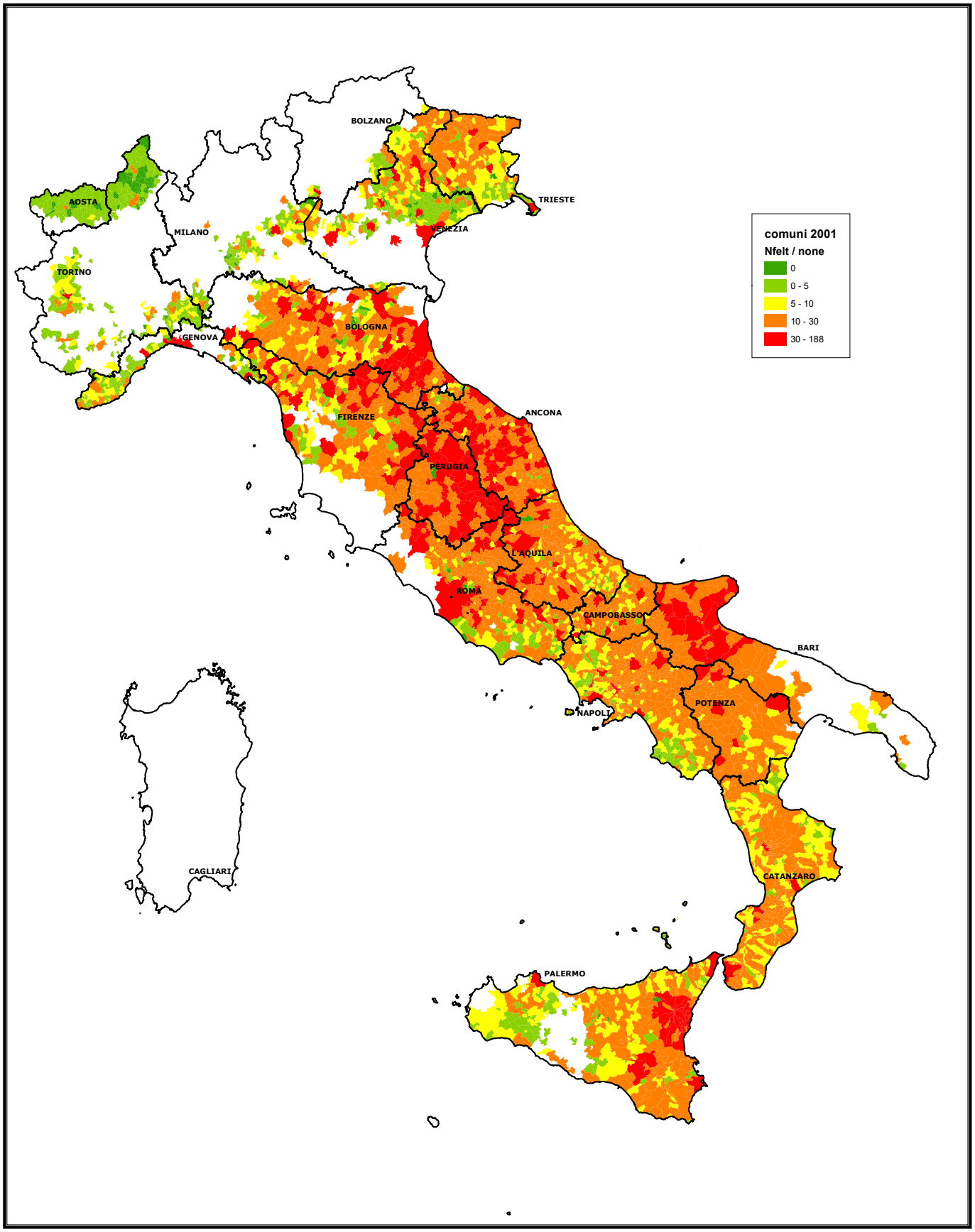
19083051	Mirto	12	8	5.57	5
19083052	Mistretta	21	8	5.46	9
19083053	Moio Alcantara	22	8	6.15	23
19083054	Monforte San Giorgio	13	8	7.1	27
19083055	Mongiuffi Melia	9	8	7.1	45
19083056	Montagnareale	30	8	7.41	110
19083057	Montalbano Elicona	18	8	6.15	9
19083058	Motta Camastra	13	8	7.1	53
19083059	Motta d'Affermo	11	7	5.46	16
19083060	Naso	22	9	5.57	0
19083061	Nizza di Sicilia	8	8	7.1	30
19083062	Novara di Sicilia	21	8	6.15	14
19083063	Oliveri	8	9	6.15	4
19083064	Pace del Mela	11	8	7.1	33
19083065	Pagliara	5	8	7.41	99
19083066	Patti	30	8	7.41	111
19083067	Pettineo	11	7	5.46	16
19083068	Piraino	7	8	5.57	8
19083069	Raccuja	14	8	5.35	7
19083070	Reitano	9	7	5.46	14
19083071	Roccafiorita	10	8	7.1	44
19083072	Roccalumera	10	8	7.41	99
19083073	Roccavaldina	10	9	7.1	28
19083074	Roccella Valdemone	16	8	6.15	19
19083075	Rodì Milici	4	8	7.1	45
19083076	Rometta	14	8	7.1	24
19083077	San Filippo del Mela	9	8	6.15	23
19083078	San Fratello	18	7	7.41	104
19083079	San Marco d'Alunzio	8	8	5.13	5
19083080	San Pier Niceto	9	8	7.1	29
19083081	San Piero Patti	12	9	6.15	7
19083082	San Salvatore di Fitalia	9	8	5.57	6
19083083	Santa Domenica Vittoria	14	8	6.15	21
19083084	Sant'Agata di Militello	16	8	5.57	15
19083085	Sant'Alessio Siculo	8	8	7.41	92
19083086	Santa Lucia del Mela	15	7	7.41	114
19083087	Santa Marina Salina	17	8	5.41	2
19083088	Sant'Angelo di Brolo	9	8	7.1	70
19083089	Santa Teresa di Riva	9	8	7.1	36
19083090	San Teodoro	25	8	7.41	83
19083091	Santo Stefano di Camastra	18	8	5.46	18
19083092	Saponara	7	8	7.1	23
19083093	Savoca	11	8	7.41	95
19083094	Scaletta Zanclea	10	8	7.41	108
19083095	Sinagra	6	8	5.57	7
19083096	Spadafora	11	8	7.1	29
19083097	Taormina	27	8	7.1	48
19083098	Torregrotta	7	9	7.1	30
19083099	Tortorici	8	8	5.57	11
19083100	Tripi	10	8	6.15	9

19083101	Tusa	9	7	5.46	21
19083102	Ucria	7	8	6.15	14
19083103	Valdina	10	9	7.1	28
19083104	Venetico	10	9	7.1	27
19083105	Villafranca Tirrena	8	10	7.1	24
19083106	Terme Vigliatore	6	8	7.1	45
19083107	Acquedolci	5	8	6.47	17
19083108	Torrenova	2	8	5.57	10
19084001	Agrigento	14	7	7.41	128
19084004	Bivona	5	7	7.41	149
19084005	Burgio	5	7	6.33	32
19084007	Caltabellotta	5	7	6.33	29
19084010	Campobello di Licata	4	7	7.41	98
19084014	Cattolica Eraclea	8	7	7.41	147
19084021	Licata	12	7	7.41	95
19084022	Lucca Sicula	4	7	6.33	35
19084023	Menfi	6	7	6.33	17
19084025	Montevago	4	7	6.33	6
19084031	Ravanusa	4	7	7.41	93
19084034	Sambuca di Sicilia	5	7	6.33	17
19084038	Santa Margherita di Belice	4	7	6.33	8
19084041	Sciacca	17	7	6.33	29
19084043	Villafranca Sicula	5	7	6.33	33
19085003	Butera	6	7	7.41	74
19085004	Caltanissetta	16	7	7.41	93
19085006	Delia	2	7	7.41	99
19085007	Gela	15	8	7.41	69
19085009	Mazzarino	8	7	7.41	73
19085013	Niscemi	15	8	7.41	55
19085014	Resuttano	6	7	6.47	60
19085015	Riesi	4	7	7.41	84
19085016	San Cataldo	4	7	7.41	98
19085017	Santa Caterina Villarmosa	6	7	6.77	91
19085019	Sommatino	4	7	7.41	93
19085020	Sutera	3	7	7.41	121
19086001	Agira	17	7	7.41	72
19086002	Aidone	8	8	7.41	59
19086003	Assoro	8	7	7.41	75
19086004	Barrafranca	7	8	7.41	76
19086005	Calascibetta	10	7	7.41	82
19086006	Catenanuova	7	8	7.41	56
19086007	Centuripe	18	8	6.23	35
19086008	Cerami	7	8	5.46	10
19086009	Enna	16	7	6.77	71
19086010	Gagliano Castelferrato	10	7	7.41	76
19086011	Leonforte	17	7	7.41	78
19086012	Nicosia	26	8	5.46	13
19086013	Nissoria	6	7	7.41	76
19086014	Piazza Armerina	14	8	7.41	63
19086015	Pietraperzia	8	7	7.41	84

19086016	Regalbuto	20	8	6.23	44
19086017	Sperlinga	9	7	5.46	12
19086018	Troina	16	8	7.41	80
19086019	Valguarnera Caropepe	11	8	7.41	68
19086020	Villarosa	6	7	7.1	147
19087001	Aci Bonaccorsi	97	9	7.41	52
19087002	Aci Castello	28	8	7.41	48
19087003	Aci Catena	65	10	7.41	53
19087004	Acireale	119	9	7.41	54
19087005	Aci Sant'Antonio	72	10	7.41	53
19087006	Adrano	45	7	7.41	61
19087007	Belpasso	63	8	7.41	50
19087008	Biancavilla	52	7	7.41	57
19087009	Bronte	51	8	6.23	34
19087010	Calatabiano	23	9	7.41	78
19087011	Caltagirone	33	8	7.41	45
19087012	Camporotondo Etneo	13	8	7.41	47
19087013	Castel di Iudica	5	8	7.41	51
19087014	Castiglione di Sicilia	35	8	7.41	83
19087015	Catania	128	8	7.41	41
19087016	Fiumefreddo di Sicilia	30	8	7.41	74
19087017	Giarre	100	8	7.41	67
19087018	Grammichele	13	9	7.41	34
19087019	Gravina di Catania	57	9	7.41	47
19087020	Licodia Eubea	15	8	7.41	28
19087021	Linguaglossa	67	8	7.41	79
19087022	Maletto	29	8	6.23	35
19087023	Mascali	39	8	7.41	71
19087024	Mascalucia	60	9	7.41	48
19087025	Militello in Val di Catania	17	8	7.41	24
19087026	Milo	85	8	7.41	65
19087027	Mineo	46	9	7.41	32
19087028	Mirabella Imbaccari	7	8	7.41	54
19087029	Misterbianco	23	9	7.41	42
19087030	Motta Sant'Anastasia	16	9	7.41	42
19087031	Nicolosi	93	9	7.41	53
19087032	Palagonia	15	9	7.41	31
19087033	Paternò	48	8	7.41	48
19087034	Pedara	92	9	7.41	53
19087035	Piedimonte Etneo	45	8	7.41	76
19087036	Raddusa	6	8	7.41	56
19087037	Ramacca	16	9	7.41	39
19087038	Randazzo	65	8	7.41	82
19087039	Riposto	54	8	7.41	68
19087040	San Cono	2	8	7.41	60
19087041	San Giovanni la Punta	47	9	7.41	49
19087042	San Gregorio di Catania	39	9	7.41	48
19087043	San Michele di Ganzaria	7	8	7.41	54
19087044	San Pietro Clarenza	13	8	7.41	48
19087045	Sant'Agata li Battiati	51	8	7.41	47

19087046	Sant'Alfio	73	8	7.41	68
19087047	Santa Maria di Licodia	28	8	7.41	54
19087048	Santa Venerina	102	9	7.41	62
19087049	Scordia	18	9	7.41	23
19087050	Trecastagni	110	9	7.41	53
19087051	Tremestieri Etneo	56	9	7.41	49
19087052	Valverde	29	9	7.41	50
19087053	Viagrande	100	9	7.41	53
19087054	Vizzini	20	8	7.41	23
19087055	Zafferana Etnea	119	8	7.41	62
19087056	Mazzarrone	3	8	7.41	41
19087057	Maniace	0	8	6.23	43
19087058	Ragalna	43	8	7.41	55
19088001	Acate	8	8	7.41	48
19088002	Chiaramonte Gulfi	15	9	7.41	30
19088003	Comiso	14	8	7.41	42
19088004	Giarratana	14	9	7.41	22
19088005	Ispica	15	8	7.41	40
19088006	Modica	26	8	7.41	39
19088007	Monterosso Almo	7	9	7.41	23
19088008	Pozzallo	9	8	7.41	48
19088009	Ragusa	17	8	7.41	35
19088010	Santa Croce Camerina	6	7	7.41	56
19088011	Scicli	15	8	7.41	47
19088012	Vittoria	13	8	7.41	48
19089001	Augusta	19	9	7.41	21
19089002	Avola	12	9	7.41	28
19089003	Buccheri	10	9	7.41	14
19089004	Buscemi	5	9	7.41	13
19089005	Canicattini Bagni	10	9	7.41	13
19089006	Carlentini	26	10	7.41	15
19089007	Cassaro	10	9	7.41	7
19089008	Ferla	10	9	7.41	7
19089009	Floridia	14	10	7.41	14
19089010	Francofonte	12	9	7.41	15
19089011	Lentini	26	10	7.41	16
19089012	Melilli	19	10	7.41	11
19089013	Noto	19	9	7.41	28
19089014	Pachino	12	8	7.41	48
19089015	Palazzolo Acreide	15	9	7.41	13
19089016	Rosolini	10	8	7.41	36
19089017	Siracusa	41	8	7.41	25
19089018	Solarino	5	10	7.41	10
19089019	Sortino	19	9	7.41	2
19089020	Portopalo di Capo Passero	3	8	7.41	52
19089021	Priolo Gargallo	5	10	7.41	15


BOLZANO
TRIESTE
AOSTA
MILANO
VENEZIA
TORINO
BOLOGNA
GENOVA
FIRENZE
ANCONA
PERUGIA
L'AQUILA
ROMA
CAMPOBASSO
BARI
NAPOLI
POTENZA
CAGLIARI
CATANZARO
PALERMO
comuni 2001
Mrif
5,020000 - 5,500000
5,500001 - 6,000000
6,000001 - 6,500000
6,500001 - 7,000000
7,000001 - 7,410000


BOLZANO
TRIESTE
AOSTA
MILANO
VENEZIA
TORINO
BOLOGNA
GENOVA
ANCONA
FIRENZE
PERUGIA
L'AQUILA
ROMA
CAMPOBASSO
BARI
POTENZA
NAPOLI
CAGLIARI
CATANZARO
PALERMO
comuni 2001
Nfelt / none
0
0 - 5
5 - 10
10 - 30
30 - 188

Stefano Strona - *Direttore responsabile*

Registrazione presso il Tribunale di Perugia del 15 novembre 2007, n. 46/2004 - Fotocomposizione Arti Grafiche Aquilane - 67100 L'Aquila