

PIANO COMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE

# **RISCHIO SISMICO**

## 1 - PREMESSA

Per rischio sismico, oggetto del presente scenario, si intende quello derivante alla popolazione e al tessuto urbanizzato da fenomeni naturali connessi all'improvviso rilascio di energia per frattura di rocce profonde della crosta terrestre a seguito di un processo di accumulo di energia di deformazione delle stesse rocce.

La fase di accumulo richiede tempi molto lunghi (decine-centinaia di anni) a fronte dei tempi molto più ridotti (misurati in secondi per un dato evento) della fase di rilascio dell'energia; entrambe le fasi possono però essere identificate in singoli istanti a raffronto con la scala dei tempi geologici entro cui intervalli di storia sismica rappresentano finestre temporali di osservazione (tanto più significative, quanto più proiettate nei secoli precedenti) per cercare di identificare parametri che descrivano, in termini statistici e probabilistici, le caratteristiche di detti fenomeni naturali.

Per un dato terremoto, la dimensione dell'area di frattura delle rocce in profondità si rapporta in modo diretto con la quantità di energia rilasciata. Si deve tenere anche presente che il fenomeno non è mai costituito da un evento isolato, ma il processo di rilascio di energia avviene attraverso una successione di terremoti, quindi attraverso una serie di fratture, nell'arco di un periodo di tempo che può essere anche molto lungo (mesi o anni), essendo in genere possibile distinguere il terremoto più violento (scossa principale) da altri che lo precedono o lo seguono pur se - in alcuni casi - con energie paragonabili.

Risulta necessario, quindi, effettuare preliminarmente alcune considerazioni in merito all'approccio metodologico che si ritiene essere maggiormente affidabile quando si affrontano scenari di questa portata.

Nella valutazione di un evento calamitoso di tipo sismico sono molte le variabili che devono essere considerate:

- casualità temporale dell'evento
- epicentro del sisma
- grado di intensità
- elementi geotecnici e geomorfologici del territorio
- tipologia e qualità delle costruzioni
- presenza di servizi essenziali
- rete viaria
- densità e distribuzione della popolazione
- condizioni sociali, economiche e culturali;

questo elenco rappresenta solo una parte delle "forze" in gioco ma, ad un esame più approfondito, ci si rende conto che il numero delle variabili può risultare ancora maggiore.

Sin da quando lo studio dei terremoti è stato affrontato in maniera scientifica, si è sempre cercato di prevedere il verificarsi di un evento sismico; la metodologia di ricerca sulla previsione è praticamente empirica in quanto si osservano e correlano qualitativamente alcuni eventi in successione temporale; inoltre, i fenomeni precursori rivelano un grado di complessità tale da poter affermare che non esistono precursori classici e inequivocabili. La tendenza è quindi quella di considerare l'osservazione di un precursore alla stregua di una indicazione statistica connessa alla ripetitività di un evento.

E' opinione diffusa, quindi, che non sia possibile una previsione deterministica in senso classico, ma che questa vada fondata su basi statistiche; tali approcci statistici di previsione sono essenzialmente basati sull'analisi delle serie temporali dei terremoti.

Il territorio italiano, ed anche quello cesenate, presenta un'alta pericolosità sismica dimostrata dai forti eventi sismici che si sono succeduti nella sua storia.

Dall'osservazione degli ultimi terremoti avvenuti in Italia, a partire da quello del Friuli nel 1976 ed in Irpinia nel 1980, è stato dimostrato che la magnitudo e l'accelerazione di picco di un

terremoto non sono direttamente correlabili al grado di danneggiamento (intensità) prodotto. Si è infatti constatata l'esistenza di grandi anomalie nella distribuzione areale dell'intensità, a parità di tipologia e quindi di vulnerabilità degli edifici esaminati e pertanto le variazioni di intensità sono spesso da correlare a condizioni locali sfavorevoli; perciò, si ritiene di fondamentale importanza individuare anche le aree a comportamento omogeneo sotto il profilo della risposta sismica locale.

La valutazione del rischio sismico, in aree ad estensione regionale, può essere effettuata mediante la "macrozonazione sismica", definita come l'individuazione di aree che possono essere soggette ad un terremoto di una certa intensità in un dato intervallo di tempo.

All'interno di queste aree si possono valutare, con maggiori dettagli, le differenze di intensità massima dovute a differenti situazioni geologiche locali attraverso procedure il cui insieme costituisce la "microzonazione sismica". L'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra che le azioni sismiche possono assumere, anche a distanze di poche decine di metri, caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia e litologia superficiale, morfologia e litologia del substrato, presenza o meno della falda freatica e sua profondità, presenza di faglie attive, ecc...).

La microzonazione sismica è volta ad individuare gli strumenti necessari a prevedere e a mitigare, attraverso idonei criteri di d'uso del territorio, gli effetti sismici in una zona di dimensioni urbane; intesa, quindi, come studio interdisciplinare che comprende indagini sismiche, geologiche, geologico-tecniche, di ingegneria geotecnica e di ingegneria strutturale, ha lo scopo di riconoscere le condizioni di sito che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre effetti cosismici rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture. In questo caso, lo studio di microzonazione sismica effettuato restituisce una mappa del territorio nella quale sono distinte:

- zone in cui il moto sismico viene amplificato (in frequenza e ampiezza) a causa delle caratteristiche geologico-tecniche del terreno e geomorfologiche del territorio
- zone suscettibili di attivazione di dissesti del suolo dovuti a incrementi generati dal sisma (frane, cedimenti, liquefazioni ecc...).

In conclusione, l'uomo non è attualmente in grado di prevedere o impedire che i terremoti avvengano, ma deve fare in modo che i danni risultino più modesti e che la popolazione sia il più possibile salvaguardata; costruire o adeguare gli edifici con criteri antisismici, ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti, adeguare conseguentemente gli strumenti urbanistici, dotarsi di una buona struttura organizzativa e, più in generale, migliorare la conoscenza del rischio sismico in ambito locale con iniziative di informazione ed educazione delle persone (strategie aventi diversi tempi di attuazione), costituiscono senza dubbio un elemento fondamentale ai fini della prevenzione e della riduzione dei rischi legati ai terremoti ed alla mitigazione dei loro effetti.

Il presente studio parte, quindi, da un'analisi della situazione geomorfologica territoriale, che evidenzia il comportamento del suolo ad una sollecitazione sismica, associata ad una ricognizione generale della vulnerabilità del territorio comunale, con lo scopo di definire un adeguato e valido modello di intervento da attuare in caso di evento sismico rilevante.

## 2 - SISMICITA' DEL TERRITORIO COMUNALE

Di seguito vengono riportati il grafico e, in corrispondente tabella, i dati relativi alla "storia sismica" di Cesena, limitatamente alla soglia di intensità risentita  $I \geq V-VI$  MCS (soglia di danno), evidenziando i casi in cui  $I \geq VII-VIII$  MCS. I dati sono tratti dal CPTI, Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, collegato al database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana e in considerazione alla legge di attenuazione, utilizzata per l'Emilia-Romagna, illustrata nel capitolo 2 dei volumi (editi nel 1993 a cura di GNDT-CNR e Regione Emilia-Romagna) "Rischio sismico di edifici pubblici" - Parte I, Aspetti metodologici e Parte II, Risultati.

Qui sono anche indicate l'intensità epicentrale dei singoli eventi considerati e, quando possibile, la distanza (stimata in km) dal sito in oggetto.

Ove però non siano disponibili osservazioni dirette degli effetti al sito, in assenza di documentazione storica, il che si verifica soprattutto per località di minore rilevanza storica ed economica, si considerano le "storie sismiche virtuali" schematizzate da valori calcolati (attraverso una opportuna legge di attenuazione): la circostanza è evidenziata nel grafico, per l'intensità risentita, con colore azzurro e/o giallo.

  $I \geq V-VI$  MCS

  $I \geq VII-VIII$  MCS

Invece, quando e dove esistenti, vengono considerati solo i dati osservati sintetizzati come valore massimo risentito (per un certo evento) in una o più località di un definito territorio comunale: la circostanza è evidenziata nel grafico, per l'intensità risentita, con colore verde e/o rosso.

  $I \geq V-VI$  MCS

  $I \geq VII-VIII$  MCS

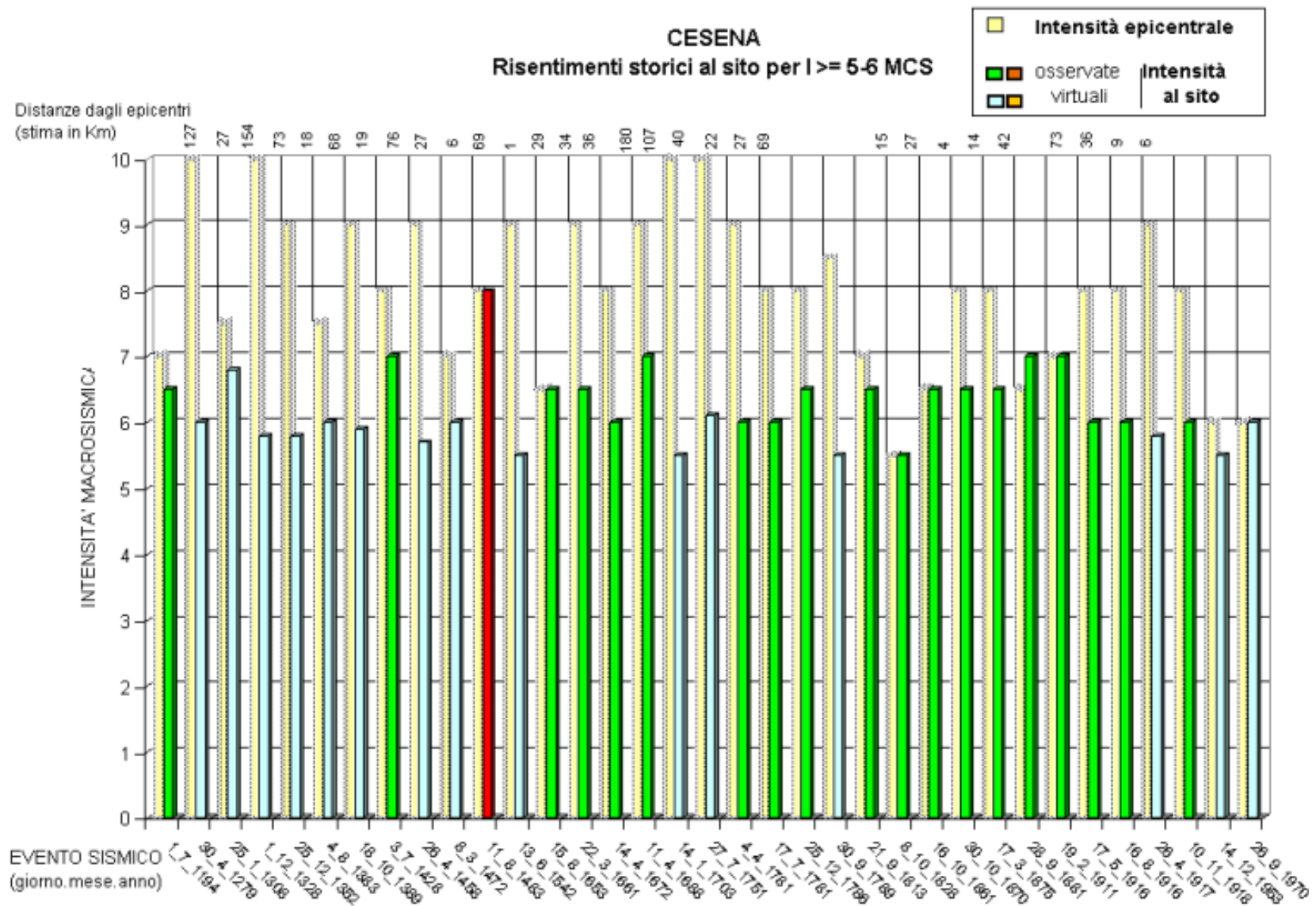
La tabella seguente per il Comune di Cesena riporta anche quattro dati sintetici (oltre ai codici ISTAT e alle coordinate geografiche del capoluogo comunale): n° abitanti 1991, n° abitazioni 1991, grado di sismicità,  $I_{max}$  osservata.

*Comune di Cesena - Risentimenti storici al sito per  $I \geq V - VI$  grado MCS*

C.R.	C.P.	C.C.	COMUNE		Long.	Latit.			
			abitanti1991	abitazioni1991	grado sismicità			$I_{max}$ os.	
Anno	m	g	La.Ep.	Lo.Ep.	Ie	Is (leg.att.)	Is (DB CPTI)	Dist.(km)	Ax
8	40	7	CESENA		12 243183	44 139110			
			88487	33135	9			8	
1194			44,07	12,08	7		6,5		Galeata
1279	4	30	43,09	12,87	10	6		127	Camerino
1308	1	25	44,07	12,57	7,5	6,8		27	Rimini

1328	12	1	42,86	13,02	10	5,8		154	Norcia
1352	12	25	43,47	12,13	9	5,8		74	Monterchi
1383	8	4	44,22	12,05	7,5	6		19	Forlì
1389	10	18	43,52	12,30	9	5,9		68	Bocca Serriola
1428	7	3	44,15	12,05	8	6,5	7	19	Predappio
1458	4	26	43,46	12,24	9	5,7		77	Città Castello
1472	3	8	44,06	12,57	7	6		27	Rimini
1483	8	11	44,17	12,23	8	7,5	8	6	Romagna mer.
1542	6	13	44,00	11,38	9	5,5		69	Mugello
1653	8	15	44,21	12,06	6,5	6,5	6,5	1	Cesena
1661	3	22	44,02	11,90	9	7	6,5	30	Appennino rom
1672	4	14	43,93	12,58	8	6,3	6	34	Riminese
1688	4	11	44,39	11,94	9	6,4	7	36	Romagna
1703	1	14	42,68	13,12	10	5,5		180	Appennino reat
1751	7	27	43,22	12,73	10	6,1		107	Gualdo Tadino
1781	4	4	44,23	11,80	9	6,3	6	41	Faentino
1781	7	17	44,28	11,95	8	6,2	6	23	Romagna
1786	12	25	43,98	12,58	8	6,8	6,5	27	Riminese
1789	9	30	43,51	12,21	8,5	5,5		69	Val Tiberina
1813	9	21	44,25	11,97	7		6,5		Romagna cent.
1828	10	8	44,17	12,10	5,5		5,5		Romagna mer.
1861	10	16	44,23	12,12	6,5		6,5		Forlì
1870	10	30	44,14	12,05	8	6,9	6,5	16	Meldola
1875	3	17	44,07	12,55	8	6,4	6,5	27	Romagna sud-orientale
1881	9	28	44,14	12,19	6,5	6,5	7	5	Cesena
1911	2	19	44,12	12,08	7	6,5	7	15	Romagna meridionale
1916	5	17	44,00	12,63	8	5,7	6	42	Alto Adriatico
1916	8	16	43,97	12,67	8		6		Alto Adriatico
1917	4	26	43,46	12,12	9	5,8		74	Monterchi-Citerna
1918	11	10	43,93	11,90	8	5,7	6	37	Appennino rom
1953	12	14	44,07	12,18	6	5,5		9	Borello
1970	9	26	44,10	12,30	6	6		6	Cesena

tratto da: [www.regione.emilia-romagna.it/geologica/sismica](http://www.regione.emilia-romagna.it/geologica/sismica)



*Comune di Cesena – Grafico dei risentimenti storici al sito per I >= V - VI grado MCS*

## SISMICITA' STORICA NEL CESENATE

Seguono note descrittive delle caratteristiche dei principali periodi sismici (Boschi - 2000).

### Terremoto dell'11 agosto 1483

L'11 agosto 1483 ci fu una scossa che lesionò quasi tutti gli edifici di Forlì e Cesena e causò danni anche a Ravenna e Cervia. Effetti maggiori si ebbero nel contado, dove crollarono molte case di agricoltori e il palazzo Comunale di Riversano e si ebbero diverse vittime. Le repliche proseguirono per quasi un mese.

### Terremoto del 10 settembre 1584

L'Appennino tosco-romagnolo fu l'area maggiormente danneggiata dal terremoto del 10 settembre 1584. A San Piero in Bagno, Bagno di Romagna, Santa Sofia e Civitella di Romagna crollarono molti edifici e morirono parecchie persone. La scossa principale fu avvertita a Cesena e Rimini. Nei giorni seguenti ci furono diverse repliche.

### Terremoto del 22 marzo 1661

Il terremoto del 22 marzo 1661 colpì l'Appennino tosco-romagnolo. I sopralluoghi effettuati e la corrispondenza trasmessa permettono una buona ricostruzione dell'accaduto. Le maggiori distruzioni (IX MCS) avvennero a Civitella di Romagna, Galeata e Rocca San Casciano. Qui la maggior parte degli edifici crollò o rimase totalmente inagibile e ci furono centinaia di vittime. Danni di una certa gravità (da VIII a VII MCS) si estesero dal Mugello fino a Faenza, Forlì e Cesena. Le Repliche proseguirono per una quarantina di giorni.

### Terremoto dell'11 aprile 1688

L'11 aprile 1688, tre scosse di terremoto in rapida successione colpirono una vasta area comprendente la Romagna ferrarese, la Romagna bassa e la fascia collinare della Romagna toscana. Le maggiori distruzioni avvennero nella bassa faentina: Cotignola fu quasi rasa al suolo, a Bagnacavallo, Lugo e Massalombarda ci furono numerosi crolli e molti edifici rimasero pericolanti. A Ravenna, Cesena, Faenza e Forlì si ebbero danni minori ma comunque gravi in considerazione del valore storico artistico degli edifici colpiti. La scossa principale fu seguita da numerose repliche in particolare quella del 18 aprile del 27 e 28 maggio; quest'ultima causò ulteriori crolli a Cesena, Faenza e Imola. Altre scosse si ebbero nel marzo dell'anno successivo.

### Terremoto del 25 dicembre 1786

La notte di Natale una fortissima scossa di terremoto colpì molte località della costa Romagnola, provocando danni rilevanti in una cinquantina di centri. Il terremoto fu avvertito lungo tutta la costa fino a Trieste e in una vasta area all'interno. I danni più gravi si ebbero nella città di Rimini e nei "castelli" del circondario. Fu preceduta da un paio di scosse leggere e seguita da una replica sensibile dopo un'ora. Numerose repliche nei giorni seguenti e per tutto il mese di gennaio. Altre scosse leggere furono avvertite nel cesenate fino alla tarda primavera.

### Terremoto del 30 ottobre 1870

La sera del 30 ottobre 1870, due scosse violentissime a distanza di 10 minuti l'una dall'altra, avviarono una sequenza sismica proseguita fino ai primi mesi del 1871. Gli eventi del 30 ottobre causarono distruzioni a Fiumana, Meldola, Predappio e Bertinoro. A Castrocara ci furono diverse vittime; danni lievi si ebbero a Cesena, Forlì e Ravenna. Tra le numerose repliche furono particolarmente violente quella dell'8 dicembre, che a Meldola fece crollare alcuni muri già lesionati, e del 22 gennaio 1871 che causò il crollo di camini a Fiumana, Forlì e Ravenna.

### Terremoto del 19 febbraio 1911

Il terremoto produsse danni fra Cesena e Forlì e nella zona pedeappenninica. La scossa principale fu seguita da numerose repliche; il 20 e il 26 marzo due forti scosse produssero la caduta di camini a Forlì e a Rimini. Le scosse continuarono fino ai primi di maggio.

### 3 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOTECNICO

La conoscenza delle caratteristiche del moto del terreno in superficie a seguito di un evento sismico risulta di fondamentale importanza per la zonazione sismica di un territorio e per la successiva progettazione di strutture in grado di resistere alle azioni sismiche.

Tutti i più importanti eventi hanno mostrato la grande influenza delle condizioni locali sul moto del terreno e, nel contempo, hanno evidenziato come tali fenomeni naturali siano in grado di vulnerare anche in modo grave aree densamente popolate; per tale motivo, è indispensabile conoscere le peculiarità geologiche territoriali.

Il territorio comunale si sviluppa parte in zona collinare e parte in zona di pianura. La zona collinare comprende i rilievi in sinistra idrografica della parte bassa della valle del torrente Borello, le colline che fiancheggiano la bassa valle del fiume Savio e la zona compresa fra la bassa valle del Savio e la valle del Pisciatello (comprendente i bacini del Rio Cesuola, Marano e Donegaglia).

La zona di pianura comprende la piana intravalliva della bassa valle del Savio e la pianura antistante fino ad una distanza massima di 9-10 km dal margine collinare. Verso NE, il confine comunale coincide con la strada Montaletto-Pisignano che rappresenta la linea di separazione fra la zona di antica bonifica, che conserva ancora ben evidente il reticolo della centuriazione romana, e la piana costiera di più recente bonifica.

Le unità litostratigrafiche presenti nel nostro territorio appartengono al Dominio Umbro-Marchigiano Romagnolo e possono essere distinte, genericamente, in tre grandi gruppi: la formazione marnoso arenacea, la successione messiniana e la successione plio-pleistocenica.

Lungo la valle del fiume Savio è presente una ampia successione sedimentaria che va dalle unità della Formazione marnoso-arenacea del Serravalliano e Tortonianiano fino ai terreni della successione plio-pleistocenica. In essa sono presenti lacune stratigrafiche di varia origine, nonché strutture da scivolamento subacqueo che hanno portato a parziali ripetizioni della successione. L'assetto strutturale dell'area e la sua evoluzione ha portato a evidenti differenziazioni paleogeografiche, con conseguente influsso sulle caratteristiche deposizionali.

Le strutture che interessano le successioni sedimentarie del Dominio Umbro-Marchigiano-Romagnolo presentano mediamente una direzione NO-SE (appenninica). Si tratta sostanzialmente di pieghe e sovrascorrimenti a dominante vergenza NE. Lo studio delle strutture mostra che il substrato carbonatico Mesozoico, in particolare la Formazione dello Schlier, rappresenta uno dei maggiori livelli di scollamento.

In generale, si conviene che i raccorciamenti della catena aumentano verso SO e decrescono andando a NE verso l'avampaese.

Le strutture si presentano tipicamente come pieghe-faglie, con anticlinali generalmente strette e spesso col fianco frontale rovesciato e tagliato da sovrascorrimenti e con sinclinali ampie. I terreni della FMA sono scollati alla base della successione clastica (Formazione dello Schlier).

Sia i sedimenti della FMA sia le sottostanti unità carbonatiche meso-cenozoiche sono poi state successivamente coinvolte in un piegamento a grande scala (plurichilometrico) che è collegabile alla crescita delle strutture più esterne delle pieghe romagnole.

#### EFFETTI LOCALI

##### Effetti di amplificazione locale

Fattori geomorfologici e stratigrafici locali possono quindi modificare le caratteristiche del moto sismico in superficie rispetto allo scuotimento che si avrebbe sulla roccia sottostante (bedrock). L'effetto di filtraggio conduce ad una ridistribuzione dell'energia con l'amplificazione del moto vibratorio associato ad alcune frequenze. Nel caso di materiali omogenei ed isotropi (rocce), le modificazioni nella forma ed ampiezza del segnale sismico dipendono soltanto dalle



caratteristiche della sorgente sismica (energia liberata, meccanismo di rottura ecc...) e dalla distanza di propagazione tra sorgente e sito. Nel caso di terreni eterogenei, in condizioni geologiche e geologico tecniche molto variabili (terreni presenti in prossimità della superficie) le modificazioni del moto sismico sono dovute a fenomeni di riflessioni multiple, rifrazioni ecc... Esistono diverse metodologie per la stima dell'amplificazione sismica in superficie, alcune delle quali sono basate sull'uso di modelli numerici che richiedono input accurati.

In letteratura sono note metodologie più speditive, basate sulle caratteristiche litostratigrafiche del sito e sulla stima della velocità delle onde S nei livelli di copertura. E' possibile distinguere queste metodologie in tre categorie:

- metodi basati sulle caratteristiche geologiche e geomorfologiche
- metodi basati sulla stima della velocità delle onde S nella copertura
- metodi basati sulle caratteristiche lito-stratigrafiche del sito.

Si sono riscontrati casi di amplificazione anche dovuti all'influenza della topografia, con marcati fenomeni sulla sommità di alcuni rilievi anche dolci, essenzialmente attribuibili alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo stesso. In base alle limitate conoscenze a disposizione, si possono comunque rilevare alcune corrispondenze fra l'entità del fenomeno di amplificazione e le caratteristiche dell'irregolarità topografica.

#### Effetti di instabilità indotti sui terreni

In occasione di eventi sismici si possono manifestare fenomeni di instabilità nei terreni dovuti al raggiungimento della resistenza di taglio disponibile del terreno, consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse; tali instabilità si spiegano con fenomenologie differenti a seconda delle condizioni presenti nel sito.

Nel caso di versanti in equilibrio precario si possono avere riattivazione o neoformazione di movimenti franosi, per i quali il sisma rappresenta un fattore d'innescio del movimento a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo e/o della repentina modifica delle pressioni interstiziali.

Nel caso di terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà geomeccaniche, si possono verificare fenomeni di rottura con deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari fini (sabbiosi) in falda, sono possibili fenomeni di liquefazione.

Nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie, si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.

Gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati in primo luogo sull'identificazione del tipo di terreno presente in una determinata area. Dal Punto di vista dinamico si possono distinguere due grandi categorie:

- terreni stabili: definiti tali quando, anche in presenza di fenomeni di amplificazione, le sollecitazioni cicliche attese in seguito ad terremoto rimangono inferiori alla resistenza al taglio disponibile che il terreno possiede sotto carichi ciclici e pertanto sono esclusi fenomeni di instabilità;
- terreni instabili: definiti tali quando le sollecitazioni cicliche indotte da un sisma raggiungono o superano la resistenza al taglio disponibile dei terreni stessi che si deformano permanentemente, dando luogo ad effetti di superficie.

#### **EFFETTI COSISMICI**

In relazione a possibili scenari di pericolosità, oltre a fenomeni di amplificazione locale, si possono registrare veri e propri fenomeni di instabilità dei terreni. Questi avvengono quando le forze indotte da un terremoto superano la resistenza al taglio dei terreni provocandone la rottura. L'approccio a tale situazione consiste nell'individuare le condizioni di potenziale instabilità del terreno ed il margine di sicurezza rispetto a tale situazione in occasione dell'evento sismico atteso. I terreni sottoposti a potenziale instabilità sono definiti sismicamente instabili, in cui gli sforzi ciclici indotti dal terremoto di riferimento uguagliano o superano la resistenza al taglio del

terreno stesso che subisce collassi e/o rotture. Generalmente tali terreni sono caratterizzati da proprietà meccaniche molto scadenti, basse resistenze al taglio ed elevate deformabilità.

I possibili effetti che un terremoto può provocare in un determinato sito sono:

- movimenti franosi lungo pendii
- instabilità di scarpate
- fenomeni di liquefazione in terreni granulari fini
- fenomeni di densificazione in terreni incoerenti, nonché asciutti o parziali saturi
- cedimenti in terreni argillosi soffici
- scorrimenti e cedimenti differenziali in corrispondenza di contatti geologici o di faglie.

Per la realizzazione del presente studio sono state rilevate le aree in frana e le coltri detritiche suscettibili di un eventuale innesco o potenziali aree soggette a liquefazione, versanti potenzialmente instabili per un sfavorevole rapporto fra l'acclività e la giacitura degli strati (solo deducibili dalla carta geologica ma non cartografati). Accumuli di frane quiescenti devono essere considerati in stato di inerzia in quanto una qualsiasi sollecitazione esterna può modificarne l'equilibrio, producendo rimobilizzazioni totali o parziali dell'antico corpo di frana.

Le analisi e o le indagini atte a valutare gli effetti cosismici sono da ritenersi utili per valutare soltanto la suscettibilità di terreni o luoghi a meccanismi che possono condurre all'accadimento di tali fenomeni; non si intende quindi la valutazione della pericolosità di evento e quindi della probabilità di accadimento di un determinato effetto di superficie. Ne deriva che il prodotto cartografico risultante costituisce semplicemente una carta tematica relativa alla suscettibilità al verificarsi di effetti di superficie in seguito ad un terremoto di definita magnitudo.

#### Liquefazione

Per liquefazione si intende l'annullamento di resistenza al taglio di terreni saturi sotto sollecitazioni di taglio, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di un fluido viscoso. Il fenomeno, che si verifica in particolare nelle sabbie fini e nei limi in falda con densità da media a bassa e a granulometria piuttosto uniforme, avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione di confinamento e conseguentemente la tensione efficace si riduce a zero.

I casi di liquefazione osservati riguardano soprattutto depositi fluviali e marini recenti, terreni di riporto sabbiosi, depositi di delta, bordi di terrazzi alluvionali, sedimenti recenti di significativo spessore costituiti da materiali granulari saturi, non consolidati e a granulometria uniforme.

In generale i depositi più facilmente liquefacibili sono i terreni recenti, i terreni di bonifica ed in generale i depositi non consolidati con particolari caratterizzazioni.

#### Densificazione

Sotto l'effetto delle sollecitazioni prodotte da un terremoto, i terreni granulari asciutti subiscono una compattazione volumetrica, nota come densificazione. Le conseguenze principali legate a tale fenomeno consistono in un miglioramento delle caratteristiche dinamiche del terreno a cui è associato un abbassamento del livello topografico del deposito.

#### Stabilità dei versanti

Le condizioni di stabilità di un pendio sotto sollecitazione sismica sono legate alla configurazione geometrica, all'assetto litostratigrafico-strutturale dei litotipi presenti, alle proprietà dinamiche dei materiali, alla situazione idraulica, alle caratteristiche della sollecitazione (durata, frequenza e intensità).

### PRODOTTO FINALE

Nella carta di microzonazione sono state distinte:

- zone al cui interno la risposta sismica è omogenea
- zone interessate da eventuali fenomeni cosismici.

## METODOLOGIA DI MICROZONAZIONE SISMICA

Esistono diverse procedure di studio, a seconda della metodologia adottata e del tipo di risultato che si intende ottenere:

- approccio di tipo qualitativo: rappresenta il primo passo nell'inquadramento generale del problema degli effetti locali in una determinata area;
- approccio di tipo semi quantitativo: l'analisi è basata su 3 differenti livelli di approfondimento (I, II e III livello) a seconda della metodologia utilizzata e del livello di dettaglio della cartografia redatta;
- approccio di tipo quantitativo: rappresenta uno studio dettagliato di particolari e ristrette situazioni locali, per cui vengono individuate delle grandezze fisiche utili per la quantificazione degli effetti locali.

Le metodologie di zonazione sono suddivise secondo i livelli di approfondimento, in relazione all'estensione dell'area da esaminare, al tipo di dati disponibili o acquisibili, al livello di dettaglio della cartografia.

Il primo livello (denominato nel Manuale TC4 "Zonazione Generale") è consigliato per la zonazione di aree molto estese e fornisce indicazioni abbastanza approssimative. Necessita della raccolta e dell'interpretazione di dati esistenti: notizie sui terremoti storici avvenuti nella zona in esame, informazioni relative alla sismicità, alla geologia e alla geomorfologia; inoltre, consente la redazione di mappe a grande scala con contenuto informativo strettamente dipendente dalla qualità dei dati utilizzati.

I metodi di II livello (denominato nel Manuale TC4 "Zonazione dettagliata"), richiedono, rispetto ai precedenti, la disponibilità di una documentazione più specifica e di maggior dettaglio per la caratterizzazione geologica, geotecnica e geomorfologia dell'area oggetto di studio, da integrare eventualmente mediante analisi speditive in sito.

L'applicazione dei metodi di III livello (denominato nel Manuale TC4 "Zonazione Rigorosa") richiede una caratterizzazione approfondita e accurata dell'area in esame, ottenuta per mezzo di rilievi topografici e di specifiche indagini geologiche e geotecniche in sito e in laboratorio.

La zonazione del presente studio è di primo livello con qualche informazione utile per il secondo livello.

*Schema dell'uso dei dati per la zonazione di primo e secondo livello:*

	I livello	II livello
Moto sismico atteso al sito	Dati su terremoti storici e informazioni esistenti Carte geologiche Testimonianze locali	Microtremori Indagini geotecniche speditive
Franosità	Dati su terremoti storici e informazioni esistenti	Foto aeree e telerilevamento Indagini geotecniche speditive Dati pluviometrici e sulla vegetazione
Liquefazione	Dati su terremoti storici e informazioni esistenti Carte Geologiche e Geomorfologiche	Foto aeree e telerilevamento Indagini geotecniche speditive Testimonianze locali
Scala cartografica	1:1.000.000÷1:50.000	1:100.000÷1:10.000

## MOTO SISMICO ATTESO AL SITO

Il moto sismico in prossimità della superficie terrestre è il risultato di una serie di complessi fenomeni di interazione tra il terreno e l'onda sismica nel suo cammino dalla sorgente al sito e la sua conoscenza è di importanza fondamentale per valutare il rischio sismico associato a qualunque fenomeno di natura geotecnica.

Definire il moto sismico in un sito significa individuarne uno o più parametri rappresentativi, ad esempio intensità, magnitudo, valore massimo dell'accelerazione o della velocità, o l'intera storia di accelerazioni, velocità o spostamenti nel dominio del tempo o delle frequenze, ecc...

Per la previsione del moto sismico atteso al sito in superficie è necessario definire la sismicità regionale utilizzando informazioni di tipo sismico, di geologia strutturale e l'applicazione di adeguate leggi di attenuazione.

Le prime possono essere ricavate dalla consultazione dei cataloghi di terremoti storici, in cui generalmente sono contenuti, oltre alla localizzazione geografica e temporale dell'epicentro, sia dati di tipo macrosismico, basati su descrizioni soggettive degli effetti (per i terremoti più antichi), sia dati di tipo strumentale, per gli eventi più recenti.

Occorre poi valutare in quale misura un terremoto che ha origini da una determinata struttura sismogenetica o in una data area sorgente è risentito nel sito in esame. Ciò richiede la definizione della legge di attenuazione di uno o più parametri sismici di interesse per il tipo di problema in esame, come ad esempio, l'intensità, l'accelerazione o la velocità di picco, ecc...

## EFFETTI DI SITO

L'analisi degli effetti di sito consente di definire le caratteristiche del moto sismico atteso, a partire da quelle del moto sismico di riferimento su roccia o su terreno rigido, determinato sulla base della sismicità regionale mediante l'applicazione di una opportuna legge di attenuazione per tenere conto della distanza dalla sorgente sismica.

### Analisi di I Livello

Con i metodi di I Livello la valutazione degli effetti di sito è basata sull'impiego di informazioni esistenti. Il Manuale TC4 distingue due tipi di approccio, che considerano rispettivamente:

- la distribuzione del danno e dell'intensità osservati nell'area oggetto di studio in occasione di terremoti passati (basandosi sulle notizie dirette e indirette di danni strutturali ed effetti locali riportate in testi, documenti e giornali, in occasione di eventi distruttivi avvenuti nel passato, ponendo che il terremoto storico analizzato sia forte almeno quanto quello massimo previsto per la zona oggetto di studio)
- la geologia di superficie (utilizzando le conoscenze esistenti sulla geologia superficiale e correlando qualche parametro significativo del moto sismico atteso al sito alla natura dei litotipi presenti in superficie).

### Analisi di II livello

Nei metodi di primo livello sopra considerati la stima degli effetti di sito è basata unicamente su informazioni relative alla geologia di superficie e di conseguenza i risultati che con essi si ottengono sono soltanto qualitativi e molto approssimati. Per migliorare la qualità delle previsioni è necessario caratterizzare il sottosuolo anche in profondità, definendone, mediante l'esecuzione di prove geotecniche e geofisiche, i parametri più influenti sulla risposta sismica.

I metodi di II livello possono essere suddivisi in tre categorie principali:

- metodi basati sulla definizione della velocità delle onde di taglio,  $V_s$  (individuando il bedrock o comunque lo strato in cui la velocità delle onde di taglio  $V_s$ , è molto maggiore di quella degli strati sovrastanti, spesso assumendo convenzionalmente come bedrock lo strato in cui  $V_s$ , risulta dell'ordine di 600÷700 m/s)

- metodi basati sulla classificazione dei depositi (identificando zone a diverso comportamento nei confronti della risposta sismica locale, potendo disporre di alcune conoscenze sul terreno fino ad una certa profondità)
- metodi basati sulla misura dei microtremiti (vibrazioni ambientali a basso contenuto energetico indotte nel terreno da cause naturali o artificiali).

## LIQUEFAZIONE

Nella stima del rischio liquefazione occorre valutare le caratteristiche del fattore scatenante (terremoto) e la natura del terreno.

### Analisi di I livello

Le analisi di I livello presentate nel Manuale TC4 per la valutazione del rischio di liquefazione comprendono 4 tipi di metodi, che tengono conto rispettivamente:

- delle relazioni magnitudo-distanza (definizione delle dimensioni dell'area intorno all'epicentro in cui possono verificarsi fenomeni di liquefazione in seguito a un terremoto di assegnata magnitudo tramite l'osservazione della distribuzione sul territorio dei casi di liquefazione indotti da terremoti storici in cui è possibile stabilire una relazione tra la magnitudo e la massima distanza a cui sono state osservate evidenze di liquefazione)
- della minima intensità (stima del valore minimo dell'intensità del terremoto in grado di provocare fenomeni di liquefazione sull'area in esame, rilevato che la stessa liquefazione è stata indotta in depositi olocenici liquefacibili da eventi sismici con intensità maggiori del VI-VII grado della scala Mercalli Modificata)
- delle condizioni geologiche e geomorfologiche dell'area (dall'analisi dei dati di eventi passati è possibile determinare le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dei depositi soggetti a liquefazione da utilizzare per identificare le zone potenzialmente liquefacibili in occasione di eventi futuri)
- dell'indice di severità della liquefazione (LSI).

### Analisi di II livello

Per le analisi di II livello finalizzate alla zonazione nei confronti del rischio di liquefazione si dovrebbero includere ulteriori elementi di conoscenza rispetto a quelli richiesti nelle analisi di I livello, in particolare:

- l'interpretazione di foto aeree per definire nel dettaglio la geomorfologia e i litotipi
- l'acquisizione di dati di prove in sito per classificare i liquefacibili
- l'esame di testimonianze della popolazione residente per documentare eventuali casi di liquefazione avvenuti in occasione di terremoti passati.

## CARATTERIZZAZIONE DEL SITO DA UN PUNTO DI VISTA SISMICO

Per la classificazione del sito è necessario conoscere le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo dell'area indagata. In particolare devono essere noti:

- il numero e lo spessore degli strati di copertura, cioè dei livelli sovrastanti il bedrock o il bedrock-like, intendendo con questi termini l'eventuale substrato roccioso (bedrock) o uno strato sciolto (bedrock-like) con velocità delle onde S nettamente maggiore dei livelli superiori (e generalmente con valori oltre i 500-700 m/s);
- la velocità delle onde S negli strati di copertura;

La caratterizzazione può essere effettuata, utilizzando prove penetrometriche dinamiche (SPT) o statiche (CPT) o attraverso la sismica a rifrazione.

### Classificazione del sito

- Metodo previsto dall'Eurocodice 8

Anche nell'Eurocodice 8 è prevista una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura che dello spessore della stessa. Vengono identificate tre classi, la A (a sua volta suddivisa in due sottoclassi, la A1 e la A2), la B e la C, ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è indicato nella tabella seguente.

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A1 alla classe C.

- Metodo previsto dall'Ordinanza 3274/2003

La normativa italiana (Ordinanza 3274/2003), coerentemente con quanto indicato nell'Eurocodice 8, prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura che dello spessore della stessa. Vengono identificate 5 classi, A, B, C, D e E ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30, compresi fra 360 m/s e 800 m/s (N <sub>spt</sub> >50 o coesione non drenata >250 kPa).
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi fra 180 e 360 m/s (15<N <sub>spt</sub> <50, 70<cu<250 kPa).
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di Vs30<180 m/s (N <sub>spt</sub> <15, cu<70 kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di Vs30 simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con Vs30>800 m/s.

Per Vs30 s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione, calcolata secondo una specifica relazione.

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E.

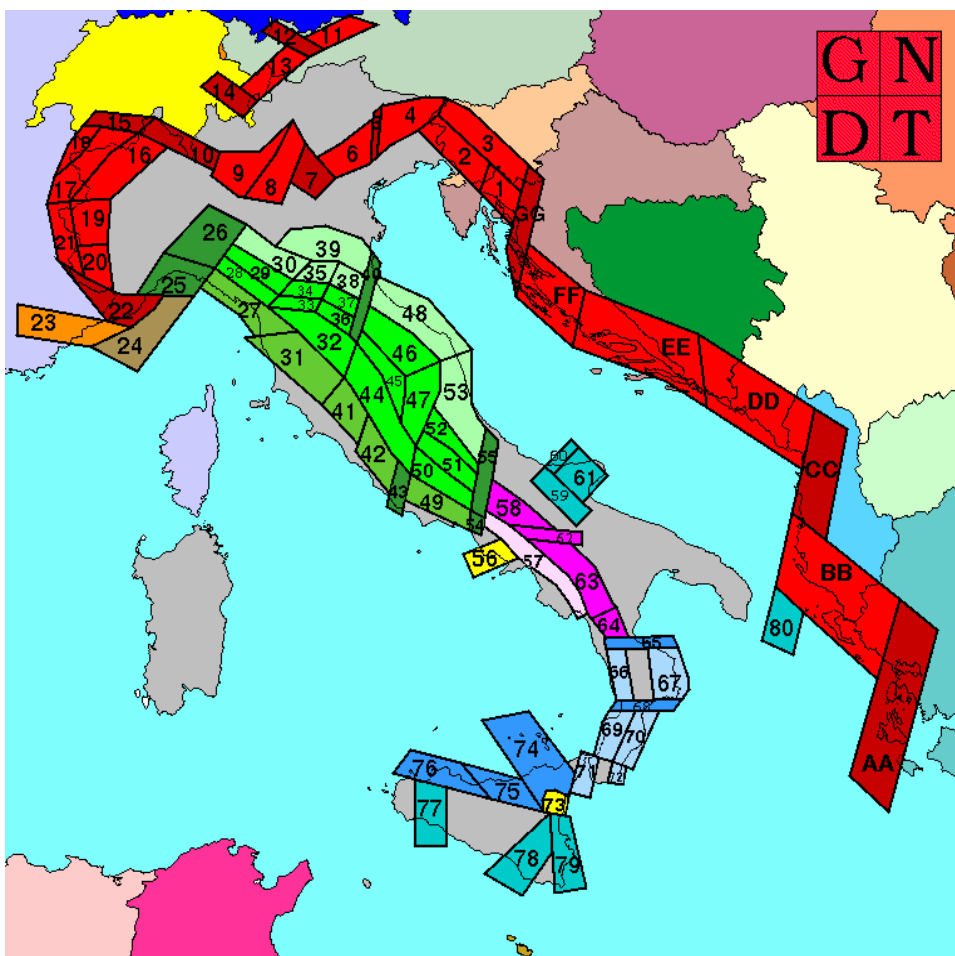
Alle cinque categorie descritte se ne aggiungono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare.

Classe	Descrizione
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (IP>40) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di Vs30<100 m/s (10<cu<20 kPa).
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria non rientrante nelle classi precedenti.

Il sito verrà classificato sulla base del valore di Vs30, se disponibile, altrimenti sulla base del valore di NSPT.

### Valutazione del sisma di progetto

La valutazione del terremoto di progetto, cioè dell'evento sismico di riferimento rispetto al quale effettuare il dimensionamento dello scenario, può essere eseguita con metodologie diverse, ad esempio con approccio probabilistico-statistico per ottenere la massima accelerazione di picco prevedibile nel sito per un determinato tempo di ritorno. Si può partire dal Catalogo Sismico, estraendo gli eventi sismici con epicentro ricadente all'interno di un'area di 200-300 km di lato (2-3 gradi di latitudine e longitudine circa) centrata sul sito indagato, oppure, utilizzando come riferimento lo schema proposto dal G.N.D.T., possono essere considerati i terremoti che ricadono nella zona sismogenetica di competenza, quella cioè all'interno della quale ricade il sito in esame.



### Stima dell'amplificazione sismica

Fattori geomorfologici e stratigrafici locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico, filtrando le onde nel passaggio dal bedrock alla superficie. L'effetto di filtraggio conduce ad una redistribuzione dell'energia con l'amplificazione del moto vibratorio associato ad alcune frequenze. Esistono diverse metodologie per la stima dell'amplificazione sismica in superficie. Alcune sono basate sull'uso di modelli numerici sofisticati, che hanno portato allo sviluppo di programmi di calcolo utilizzabili per valutare gli effetti di sito sia in condizioni mono che bidimensionali. Si tratta però di modelli che richiedono un input accurato, sia per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche del terreno, sia per quanto riguarda il moto

sismico di riferimento e quindi spesso di difficile applicabilità. Sono note in letteratura però metodologie più speditive, basate sulle caratteristiche lito-stratigrafiche del sito e sulla stima della velocità delle onde S nei livelli di copertura. Si tratta in genere di metodi di analisi di II livello, secondo la definizione data nel Manuale Internazionale TC4, ed è possibile distinguere queste metodologie in tre categorie:

- metodi basati sulle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito (metodologie semplificate per una valutazione esclusivamente qualitativa dell'amplificazione sismica basate appunto sulle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito)
- metodi basati sulla stima della velocità delle onde S nella copertura (metodologie che forniscono il valore del fattore di amplificazione spettrale di picco o in un determinato intervallo di periodi di oscillazione attraverso correlazioni empiriche fra il fattore di amplificazione e l'impedenza sismica o la velocità delle onde S negli strati copertura)
- metodi basati sulle caratteristiche lito-stratigrafiche del sito (metodologie che consentono di stimare l'amplificazione sismica esclusivamente sulla base delle caratteristiche litologiche - tipo di deposito e grado di addensamento o consistenza - e stratigrafiche - spessore della copertura - del sito).

## ZONE SISMICHE

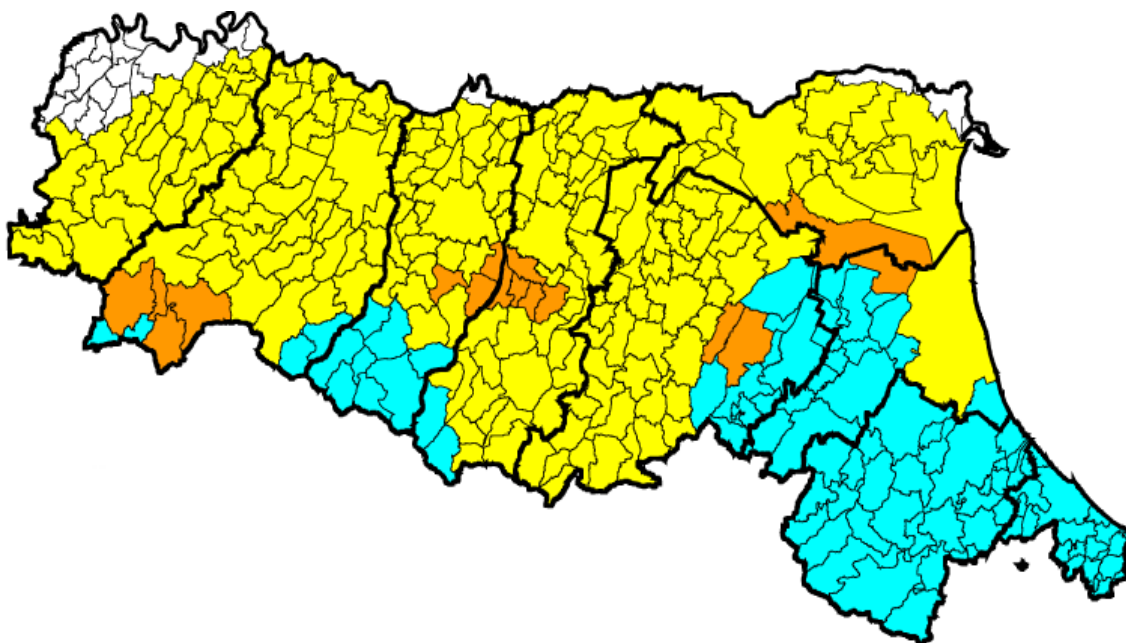
Ai fini dell'applicazione di queste norme, il territorio nazionale viene suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A. I valori di  $a_g$ , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , da adottare in ogni zona sismica del territorio nazionale sono:

Zona 1	Valore di $a_g$
1	0,35
2	0,25
3	0,15
4	0,05

Il Comune di Cesena ricade in zona 2 (due).

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 ha riclassificato le aree sismiche dell'intero paese; nella figura seguente è rappresentata la riclassificazione sismica dell'Emilia Romagna a seguito dell'Ordinanza PCM n.3274 / 2003.





#### LEGENDA

zona 2	89	precedente riclassificazione (1983 - 1984)
	16	
zona 3	214	
zona 4	22	
Comuni coinvolti		

Dall'agosto del 1983, nella regione Emilia-Romagna sono state riclassificate sismiche di 2° categoria 89 comuni di cui 76 in Romagna.

#### Nuovo progetto di riclassificazione sismica del territorio nazionale

Il progetto di riclassificazione sismica del territorio nazionale, elaborato da parte di un gruppo di lavoro costituito da esperti, ha utilizzato gli studi di pericolosità portati avanti dal GNDT e dal SSN che, in base ad una metodologia probabilistica, prevede l'utilizzo di tre criteri:

- la zonazione sismogenetica
- un catalogo sismico
- le leggi di attenuazione.

#### L'accelerometria

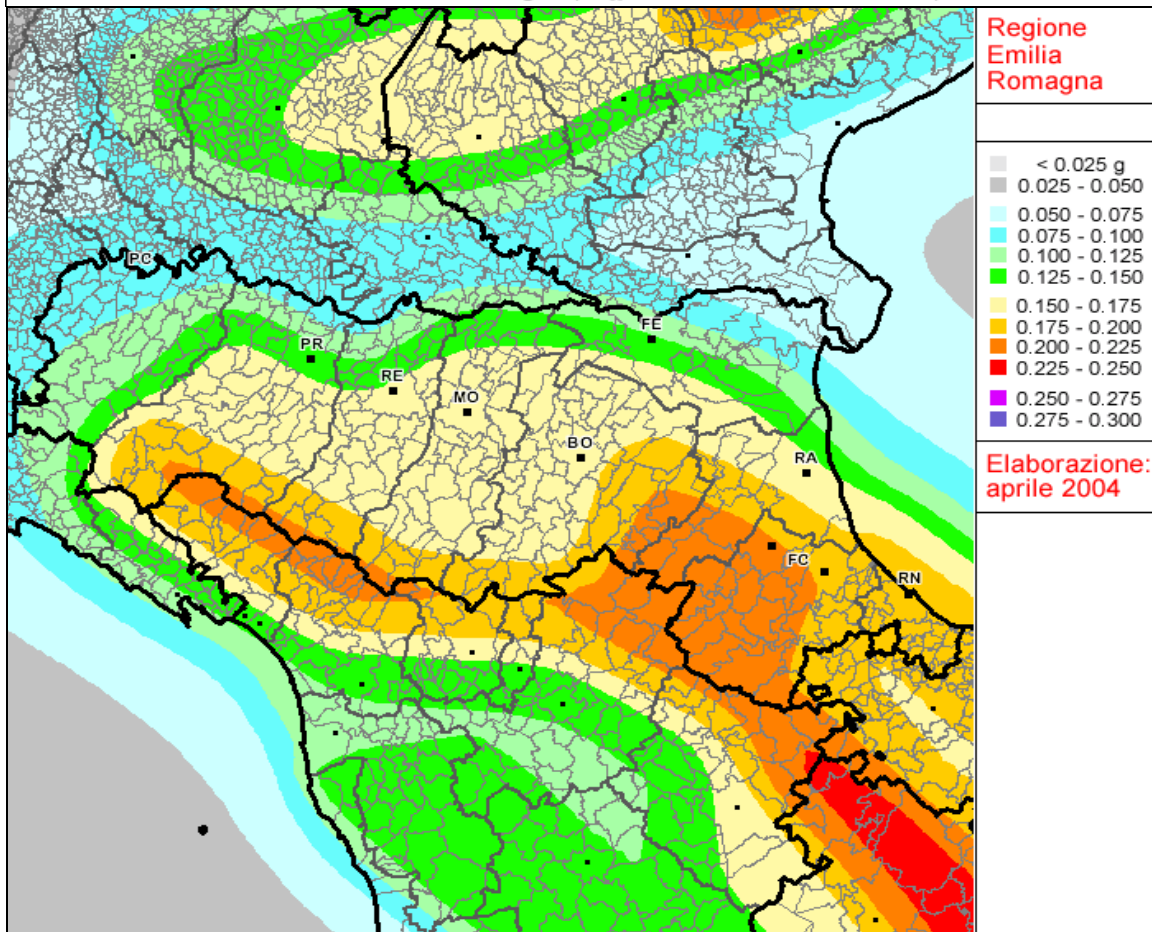
E' la parte della sismologia che studia i forti terremoti sulla base di registrazioni ottenute da stazioni prossime alla zona in cui l'evento sismico ha origine; la successiva figura rappresenta la mappa di pericolosità sismica del territorio, in particolare dell'Emilia Romagna, espressa in termini di accelerazione massima del suolo riferita all'OPCM 20 marzo 2003, n.3274.



**Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale**

(riferimento: Ordinanza PCM del 20 marzo 2003 n.3274, All.1)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_{max}$ )  
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni  
riferita a suoli molto rigidi ( $V_{s_{30}} > 800$  m/s; cat.A, All.2, 3.1)



### CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE

Partendo dalla carta geologica redatta (in gran parte ricavata dalla Carta Geologica Ufficiale della regione Emilia Romagna) si sono individuati degli ambiti omogenei in base alla definizione dell'assetto morfologico e strutturale del territorio comunale e considerando i caratteri litologici e geomorfologici predominanti. Le caratteristiche uniformi riscontrate non sono solo di ordine geologico ma riguardano anche altri aspetti quali la distribuzione demografica, l'antropizzazione del territorio e il suo sfruttamento.

Il criterio adottato per il riconoscimento di questi ambiti omogenei è essenzialmente litologico e geo-strutturale con una successiva correlazione alla suscettibilità sismica del sito definita in base alla possibile amplificazione dell'intensità sismica registrabile.

Disponendo unicamente delle informazioni relative alle condizioni litostratigrafiche, tra i diversi tipi di analisi possibili, è stato utilizzato un metodo basato sulla classificazione dei depositi. A tal fine si è fatto riferimento all'OPCM n°3274/2003 con alcune modifiche e raggruppamenti per la distinzione in zone a seconda delle classi di appartenenza dei terreni.

Tale ordinanza contempla, per la definizione delle azioni sismiche di progetto, cinque categorie principali di terreno di fondazione, individuate dai valori della velocità ( $V_{s30}$ ) delle onde di taglio nei primi 30 metri di sottosuolo o dalla resistenza penetrometrica  $N_{spt}$  o dalla coesione non drenata  $c_u$ . La classificazione viene effettuata principalmente sulla base del valore  $V_{s30}$ , come di seguito definita:

Classe	Descrizione
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ , compresi fra 360 m/s e 800 m/s ( $N_{spt} > 50$ o coesione non drenata $> 250$ kPa).
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di $V_{s30}$ compresi fra 180 e 360 m/s ( $15 < N_{spt} < 50$ , $70 < c_u < 250$ kPa).
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ( $N_{spt} < 15$ , $c_u < 70$ kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di $V_{s30}$ simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su substrato più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi specialistici per la definizione dell'azione sismica da considerare:

Classe	Descrizione
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $IP > 40$ ) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ( $10 < c_u < 20$ kPa).
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria non rientrante nelle classi precedenti.

L'ordinanza divide il territorio nazionale in quattro zone sismiche caratterizzate da differenti valori dell'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A.

Zona	a (g)
1	0.35
2	0.25
3	0.15
4	0.05

Come già ricordato, il Comune di Cesena ricade in zona 2.

Per ogni categoria di suolo di fondazione l'Ordinanza indica un fattore S, variabile tra 1 e 1,35, moltiplicatore dell'accelerazione  $a_g$  relativa alla zona indagata.

Per le diverse categorie di terreni, il livello di sismicità di una specifica area viene caratterizzato attraverso il valore dell'accelerazione massima ( $a_g S$ ) e vengono anche definiti i periodi  $T_b$  -  $T_c$  -  $T_d$  che individuano la forma delle componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

Categoria di suolo	S	TB	TC	TD
A	1.0	0.15	0.40	2.0
B	1.25	0.15	0.50	2.0
C	1.25	0.15	0.50	2.0
D	1.35	0.20	0.80	2.0
E	1.25	0.15	0.50	2.0

*Valori dei parametri dello spettro di risposta elastica della componente orizzontale*

Categoria di suolo	S	TB	TC	TD
A, B, C, D, E	1.0	0.05	0.15	1

*Valori dei parametri dello spettro di risposta elastica della componente verticale*

In definitiva, in un determinato sito il moto sismico è definito da uno spettro di risposta elastico la cui espressione dipende, tramite opportuni coefficienti numerici, dalle caratteristiche del terreno (fattore S e periodi TB – TC – TD), del periodo di vibrazione proprio della struttura ( $T_0$ ), dall'accelerazione al suolo e dal fattore  $\eta$  che tiene conto dello smorzamento viscoso della struttura.

L'elaborato cartografico prodotto esprime in termini qualitativi e semi-quantitativi, con utilità ai fini ingegneristici, la **pericolosità sismica** del territorio esaminato.

Per la stesura della suddetta carta tematica si è suddiviso il comune in 7 zone, le prime sei indicative e ricavate dalla classificazione dei terreni come riporta nell'OPCM n°3274, mentre la settima riporta le aree instabili e/o suscettibili di instabilità (frane e coltri detritiche accumulate in versanti).

Le aree collinari, ricadenti nelle classi da A, B, e C, possono essere soggette a fenomeni di amplificazione dovuti all'influenza della topografia. Alla sommità di alcuni rilievi si possono avere marcati fenomeni di amplificazione sismica.

Nell'esecuzione della presente analisi si è riscontrato che il criterio di classificazione presenta margini di discrezionalità molto ampi, soprattutto quando si interpretano unità geologiche e litostratigrafiche con caratteristiche locali molto variabili e talvolta difficilmente interpretabili.

#### ZONA 1 - terreni delle Classi A-B

Sono inserite tutte le aree con formazione litoide molto consistente (FMA) caratterizzata da valori della  $V_{s30}$  generalmente superiori a 800m/s (Classe A) o inferiore (Classe B) comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

Occupava essenzialmente il rilievo collinare nella fascia centrale del territorio comunale. Morfologicamente rappresenta la parte più rilevata, la litologia è costituita da arenarie e peliti in alternanza e rapporto variabile. I movimenti franosi sono costituiti in prevalenza da fenomenologie quiescenti, molto diffusi sono gli accumuli di coltri detritiche nelle zone di inpluvio (Aree suscettibili all'innescio e/o all'accelerazione di un movimento franoso).

#### ZONA 2 - terreni delle Classi B-C

Comprende la zona collinare dove è presente la successione pliocenica e la successione messiniana, formata da argille molto consistenti o da argille di media consistenza, caratterizzate da un graduale miglioramento delle proprietà con la profondità. La  $V_{s30}$  è generalmente compresa fra 360 m/s e 800 m/s (Classe B) ma spesso può risultare inferiore a 360 m/s (Classe C). Questi terreni sono presenti, in parte, sul margine collinare che si affaccia alla pianura e, in maniera più estesa, sulla fascia collinare meridionale del territorio comunale. Rappresenta un'area con un dissesto idrogeologico molto diffuso e con una accentuata presenza a macchia di leopardo di zone instabili (aree suscettibili a innesco e/o accelerazione di movimenti franosi).

#### ZONA 3 - terreni delle Classi C-D

Sono depositi alluvionali del quaternario costituiti da sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza (Classe C), con spessori variabili da diverse decine di metri fino a un centinaio di metri, sono caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  compresi fra 180 e 360 m/s,  $70 < cu < 250$  kPa. Presenti in maniera subordinata terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di  $V_{s30} < 180$  m/s e  $cu < 70$  kPa (Classe D). Il limite meridionale della zona è all'incirca situato sulla congiungente Settecrociari, Tipano, Borgo Paglia e I Maceri, mentre quello settentrionale è posto poco a valle della Via Emilia.

Dal punto di vista morfologico rappresenta una zona di passaggio fra i depositi alluvionali intravallivi terrazzati e i depositi di piana alluvionale prossima al rilievo collinare.

#### ZONA 4 - terreni delle Classi D-C

Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da  $V_{s30} < 180$  m/s e  $cu < 70$  (Classe D). Sono presenti depositi alluvionali formati da sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza (Classe C), con spessori variabili da diverse decine di metri fino a un centinaio di metri, sono caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  compresi fra 180 e 360 m/s,  $70 < cu < 250$  kPa.

In sinistra del fiume Savio l'area si sviluppa a nord della Via Emilia, mentre in destra idrografica diparte immediatamente a ridosso dal rilievo collinare.

Al suo interno sono cartografate aree con terreni le cui caratteristiche sono meritevoli di approfondite indagini al fine di verificare la possibilità di fenomeni legati alla liquefazione.

#### ZONA 4a - (Aree suscettibili a liquefazione)

I fenomeni di liquefazione possono riguardare soprattutto depositi fluviali, terreni di riporto sabbiosi, depositi di delta, bordi di terrazzi alluvionali, e in genere sedimenti recenti saturi di significativo spessore costituiti da materiali granulari saturi, non consolidati, e a granulometria uniforme. Nel nostro territorio la possibilità che si manifesti il fenomeno è alquanto remota; nella carta di microzonazione sismica sono indicate quelle aree dove è più facile il sovrapporsi di fenomenologie che inducano all'evento.

#### ZONA 4b - (Scarpare di alveo fluviale)

L'arretramento delle sponde per progressiva erosione e il loro franamento sono comuni in tutti i tipi di fiumi a fondo mobile e sono spesso causa di danni più o meno ingenti legati alla perdita di territorio, alla rottura di strutture ad essi adiacenti e all'aumento di trasporto solido verso le sezioni a valle. Il fenomeno può accentuarsi in occasione di eventi sismici e con terreno saturo.

#### ZONA 5 - terreni delle Classi D-E

Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da  $V_{s30} < 180$  m/s e  $cu < 70$  (Classe D). In prossimità del rilievo collinare sono presenti profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di  $V_{s30}$  simili a quelli delle classi C o D ma con spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con  $V_{s30} > 800$  m/s.

Il Centro Storico di Cesena è inserito in questa classe dove il fenomeno di amplificazione sismica può essere fra i più accentuati.

#### ZONA 6 - terreni della Classe E

Contiene le zone con profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di  $V_{s30}$  simili a quelli delle classi C o D ma con spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con  $V_{s30} > 800$  m/s.

Ricadono le zone situate nel fondovalle di Borello, San Carlo, San Vittore, Borgo Paglia in parte, Cesena centro storico in parte e Ponte Abbadesse.

#### ZONA 7 - Aree suscettibili all'innescò o all'accelerazione di un movimento franoso

Nel caso di versanti in equilibrio precario si possono avere riattivazione o neoformazione di movimenti franosi, per i quali il sisma rappresenta un fattore d'innescò del movimento a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo e/o della repentina modifica delle pressioni interstiziali. Sono inseriti in questa categoria le aree in frana e le coltri detritiche in versante (a1, a2, a3).

I valori di amplificazione sismica tendono ad aumentare dalla ZONA 1 alla ZONA 7

In occasione di forti terremoti vengono rilevati effetti differenziati all'interno di una medesima area con danni assai diversificati su strutture di analoga natura poste a breve distanza. Tali effetti possono essere spiegati con una diversa risposta del manufatto oppure gli effetti di un terremoto possono essere amplificati a causa delle caratteristiche del sottosuolo, della sua conformazione fisica e della morfologia dell'area. A livello locale si può avere una differente risposta sismica per focalizzazione dell'energia sismica, riflessione multipla o interferenza delle onde sismiche, liquefazione o addensamento di depositi sciolti.

L'analisi sopra esposta è riferita, quindi, a valutazioni unicamente qualitative ed esemplificative degli effetti indotti da un evento sismico sul territorio comunale. Sarebbe necessario eseguire un approfondimento delle indagini conoscitive riferite alla microzonazione sismica, in particolare per il centro storico di Cesena, anche in considerazione della natura dei terreni e del valore storico culturale degli elementi esposti.

#### 4. INQUADRAMENTO URBANISTICO E TERRITORIALE

In generale, le caratteristiche territoriali del Comune di Cesena sono state ampiamente descritte nelle sezioni precedenti; si considera, a questo punto, importante accennare anche ad elementi puntuali utili a caratterizzare il quadro antropico e territoriale.

##### *POPOLAZIONE RESIDENTE NEL TERRITORIO CESENATE AL 01/09/2006*

<i>CIRCOSCRIZIONE</i>	<i>VALORE ASSOLUTO (n°)</i>	<i>VALORE PERCENTUALE (%)</i>
1. Centro	11701	12%
2. Cesuola	5072	5%
3. Fiorenzuola	10498	11%
4. Cervese Sud	12964	14%
5. Oltre Savio	18717	20%
6. Valle Savio	5371	6%
7. Borello	2512	3%
8. Rubicone	4776	5%
9. Al Mare	6547	7%
10. Cervese Nord	6386	7%
11. Ravennate	5066	5%
12. Dismano	4375	5%
<b>TOTALI</b>	<b>93985</b>	<b>100%</b>

##### *PRINCIPALI CARATTERISTICHE TERRITORIALI*

- Superficie territoriale: kmq. 249,365
- Quota media s.l.m.: m. 44
- Morfologia: 67% pianura - 33% collina
- Confini: Nord: Comuni di Ravenna, Cervia  
Est: Comuni di Cesenatico, Gambettola, Longiano  
Sud: Comuni di Montiano, Roncofreddo, Mercato Saraceno  
Ovest: Comuni di Bertinoro, Meldola, Civitella di R., Sarsina.

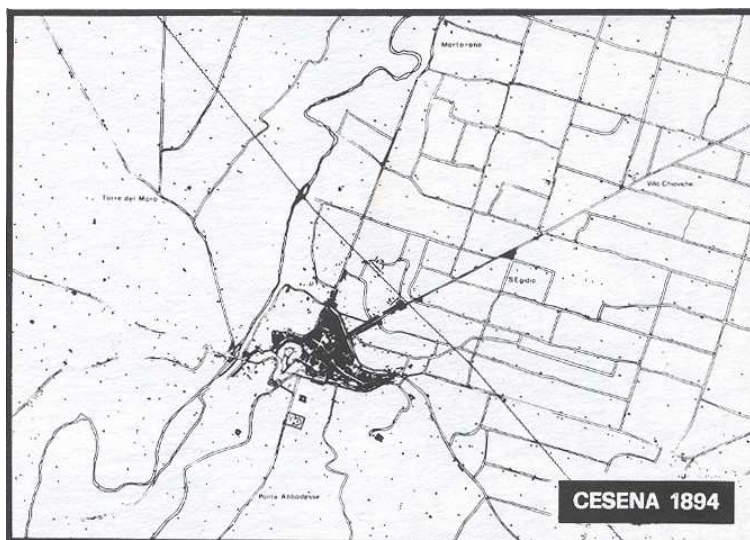
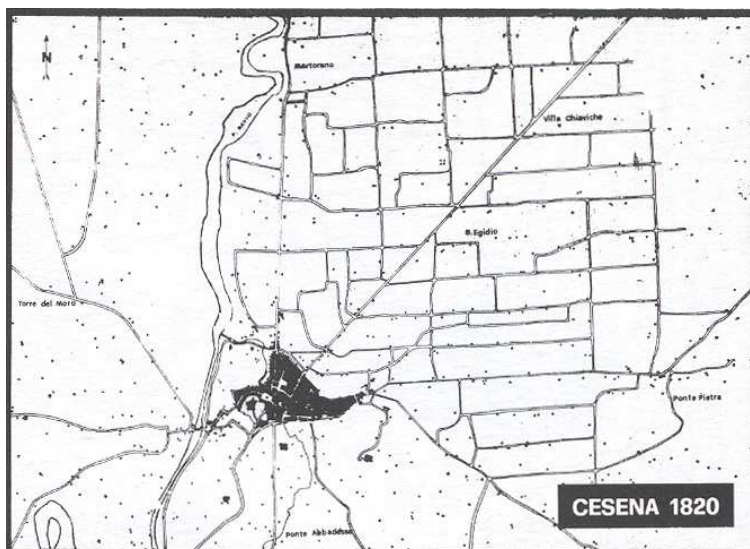
Seppur estremamente importanti, gli aspetti geologici locali non rappresentano l'unico elemento nel valutare la vulnerabilità sismica di un abitato in quanto ha, in genere, molta rilevanza anche la tipologia e l'età dei fabbricati, oltre alla qualità del tessuto urbano in genere. Semplificando, si può affermare che un antico centro urbano, con prevalenza di vecchi edifici variamente giustapposti e separati da strette vie, anche se situato in zona morfologicamente favorevole e con ottimi terreni di fondazione, avrà comunque una vulnerabilità sismica più elevata di un abitato di recente costruzione anche se questo si trovasse in zona morfologicamente sfavorevole e con scadenti terreni di fondazione.

Una zonizzazione dettagliata relativa alla vulnerabilità sismica non può quindi prescindere dalla conoscenza della qualità dell'edificato, del tessuto urbano e della viabilità, oltre che dall'esame della funzionalità e sicurezza dei servizi essenziali.

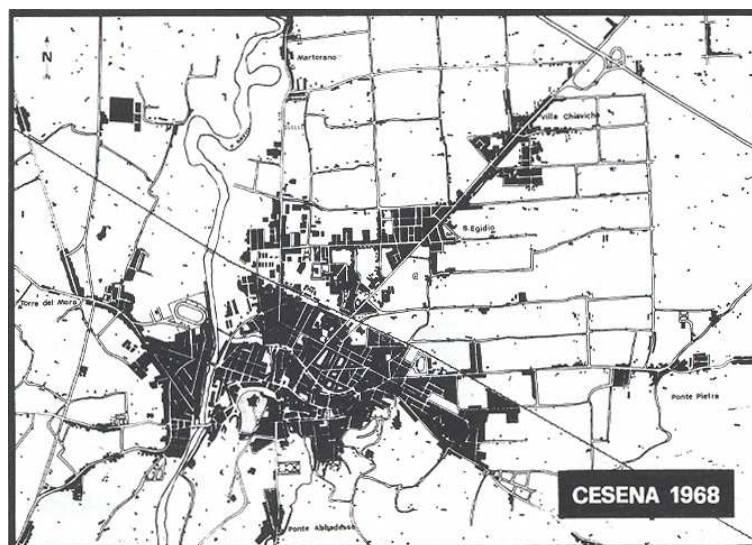
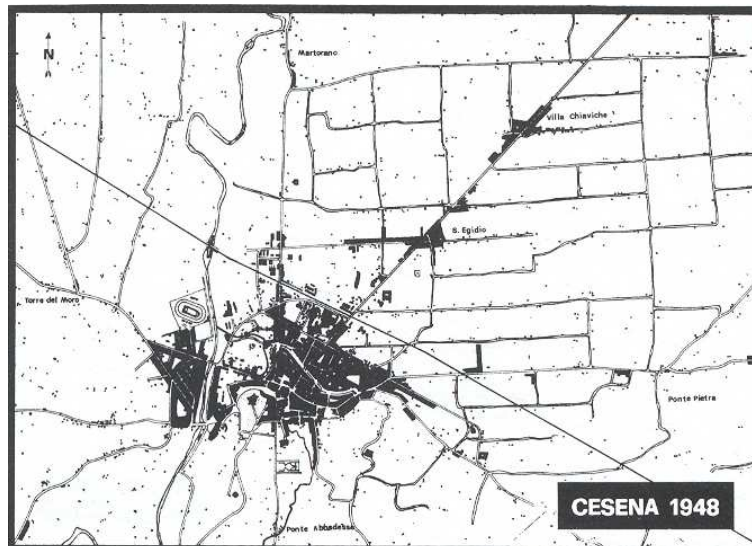
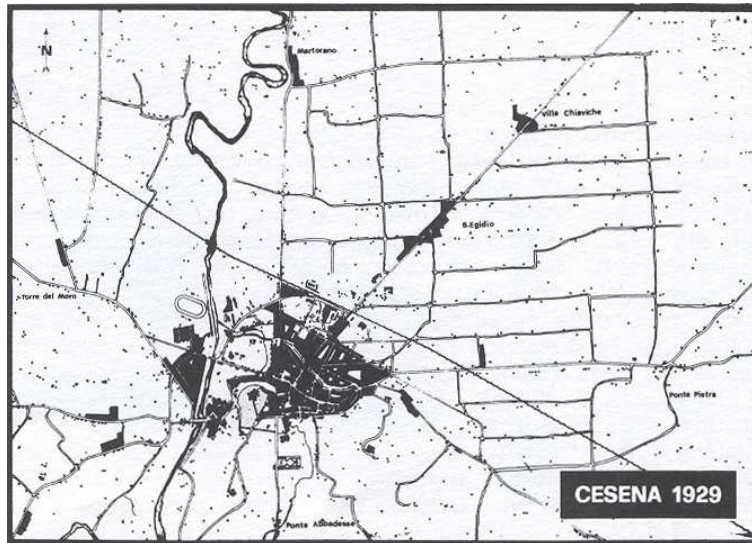
Tali approfondimenti non sono ad oggi completo patrimonio di questa Amministrazione: è tuttavia in corso di elaborazione da parte della Regione Emilia Romagna uno studio riguardante la definizione di microzone sismiche finalizzato alla costruzione di un più preciso scenario di rischio sismico.

### INQUADRAMENTO URBANISTICO

L'inquadramento urbanistico del Comune di Cesena risulta notevolmente eterogeneo dal punto di vista dell'epoca di costruzione dell'abitato.







Le immagini precedenti (tratte da “Città di Cesena - Atti del convegno...” - Ufficio di Piano del Comune di Cesena) evidenziano lo sviluppo urbanistico delle zone centrali del territorio.

Sino ad oltre cento anni fa la Città di Cesena coincideva con l'attuale centro storico e le uniche propaggini esterne alle mura erano costituite dai borghi sorti nei pressi delle porte principali; nella città vivevano circa 8.000 abitanti contro i una popolazione totale di 34.000 dell'intero comune. L'800 dà quindi la sua impronta alla città sia con la costruzione di nuove strutture civili (scuole, teatro, mercato, ecc...) che con incontenute demolizioni (ad esempio, lo sventramento del borgo Chiesa Nuova per la realizzazione di viale Mazzoni), mentre vengono poste le basi per lo sviluppo della città (piano regolatore di ampliamento, circonvallazioni, ecc).

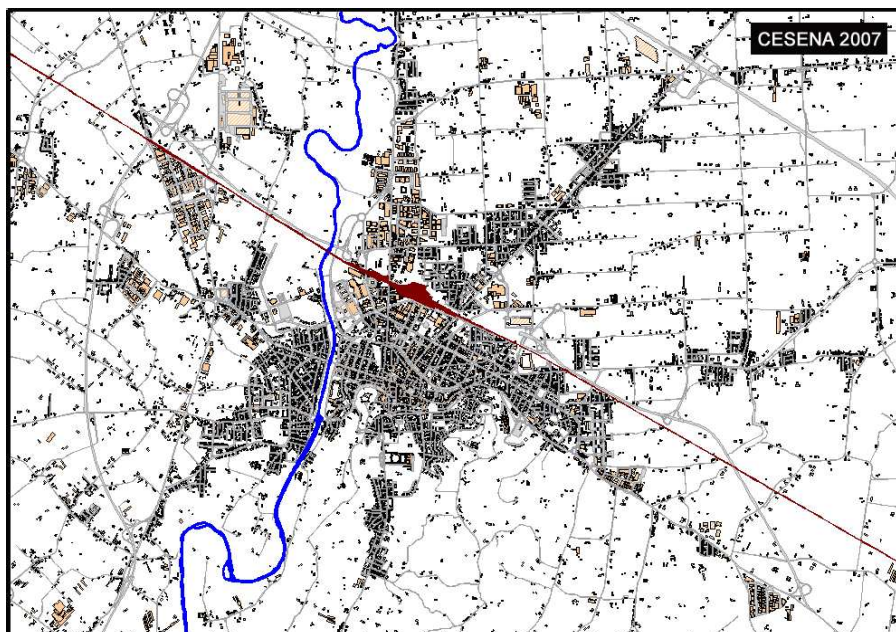
I primi quartieri periferici e residenziali e produttivi, strutturati intorno alla circonvallazione, sorgono intorno alla prima guerra mondiale quando l'apertura del Ponte Nuovo e il suo collegamento diretto con il centro modificano radicalmente l'assetto della città.

Negli anni '30 la situazione appare profondamente modificata: prosegue l'espansione della città fuori dalla cinta muraria e si sviluppano i primi nuclei periferici oltre il fiume Savio e la ferrovia. La popolazione è cresciuta ed al tradizionale rapporto città - campagna si aggiunge quello fra centro e periferia e la città antica diventa centro storico.

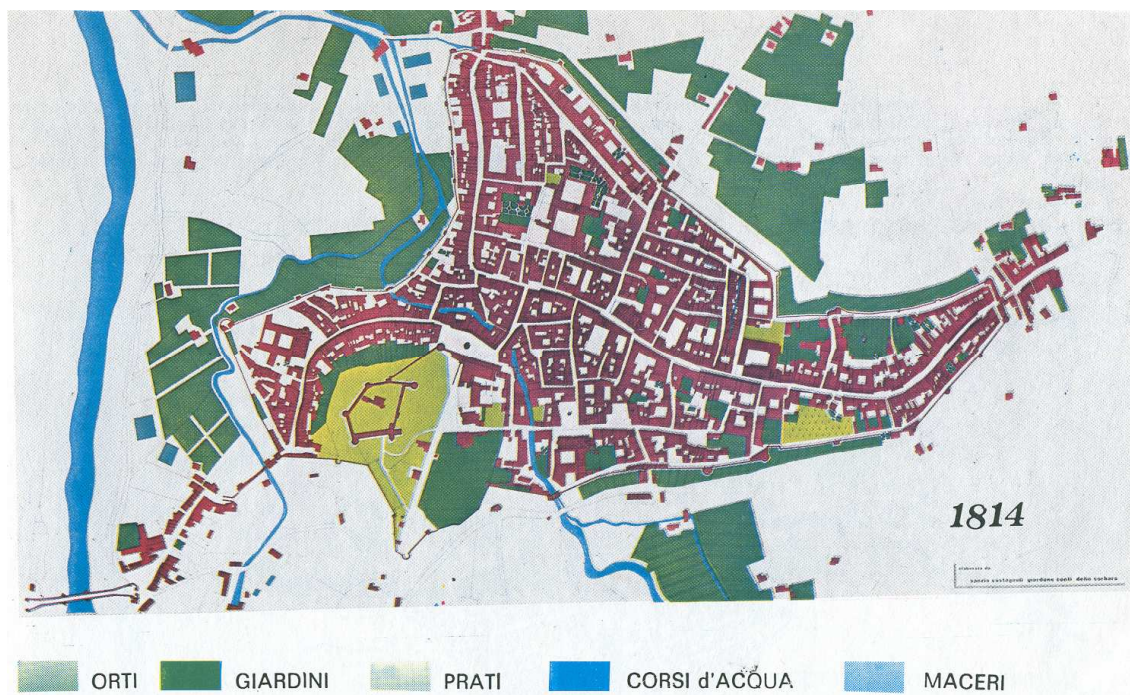
A partire dal dopoguerra comincia il massiccio sviluppo della città e dell'industria a scapito del territorio e dell'agricoltura; tale trasformazione è avvenuta senza alcun tipo di programmazione con una crescita caotica della periferia, appoggiata a strade e piccoli nuclei già esistenti, a cui è corrisposto uno spopolamento e impoverimento delle zone collinari. Dai primi anni '60 la città si espande ormai lungo tutte le direttrici ed inizia ad inglobare le frazioni più vicine: S.Egidio, Torre del Moro, Case Finali, Ponte Abbadesse. Il centro storico diventa un quartiere dove, però, si evidenziano le contraddizioni di uno sviluppo urbano e territoriale incontrollato; negli anni '70 il rapporto di popolazione viene decisamente ribaltato in quanto su 86.300 abitanti 49.600 abitano in città (oltre il 55%) mentre molti altri vi giungono quotidianamente per lavoro.

I piani regolatori urbanistici nel dopoguerra, adottati dal 1946 al 1964, non hanno impedito una trasformazione della città quasi casuale, con lacerazioni del tessuto urbanistico originario ancora oggi evidenti: solo dopo il piano regolatore del 1969 si è cominciato a ridimensionare questo tipo di espansione e a limitare gli interventi troppo invasivi tramite piani particolareggiati. I più recenti PRG (1985 e 2000) hanno perseguito tale linea, anche tramite l'attuazione del piano del Centro Storico, con l'obiettivo principale della riqualificazione e recupero urbano attraverso una maggiore sensibilità riguardo la tematica della conservazione.

Oggi la Città di Cesena ha assunto questa fisionomia.



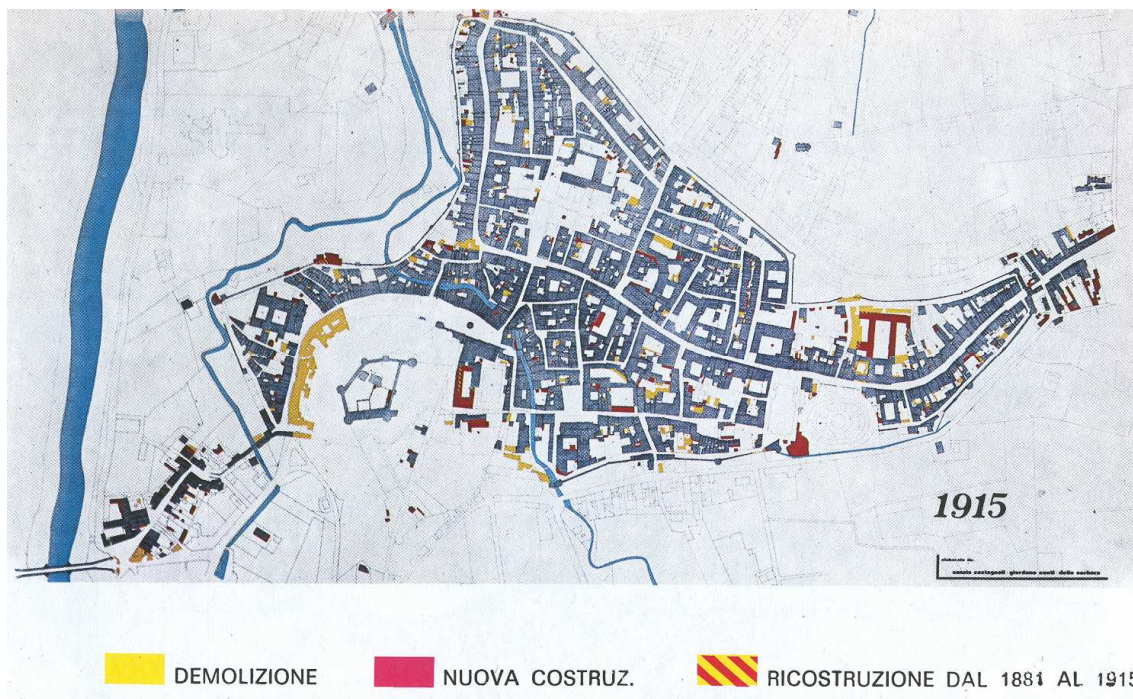
Nelle mappe seguenti sono evidenziati in dettaglio i principali interventi che hanno modificato le caratteristiche del centro storico di Cesena, che resta la parte più vulnerabile del territorio.



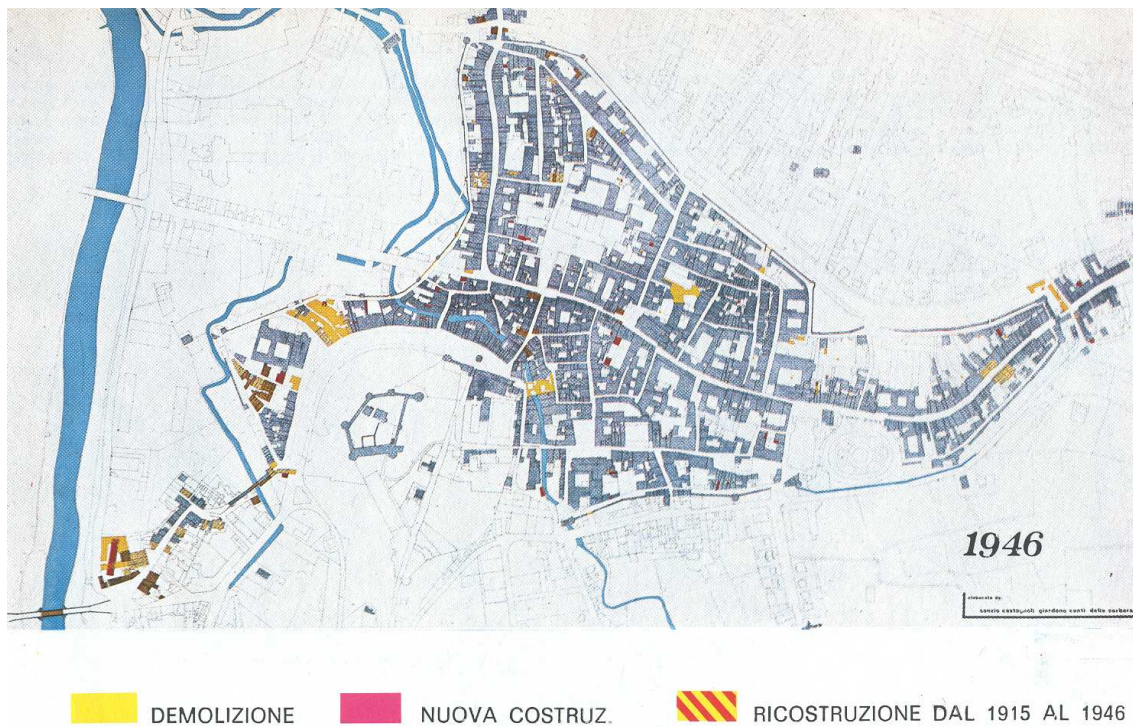
1814: sino alla fine del secolo XVIII la città antica rimane immutata, come lo è stata per secoli, racchiusa all'interno delle mura costruite nel XIV secolo



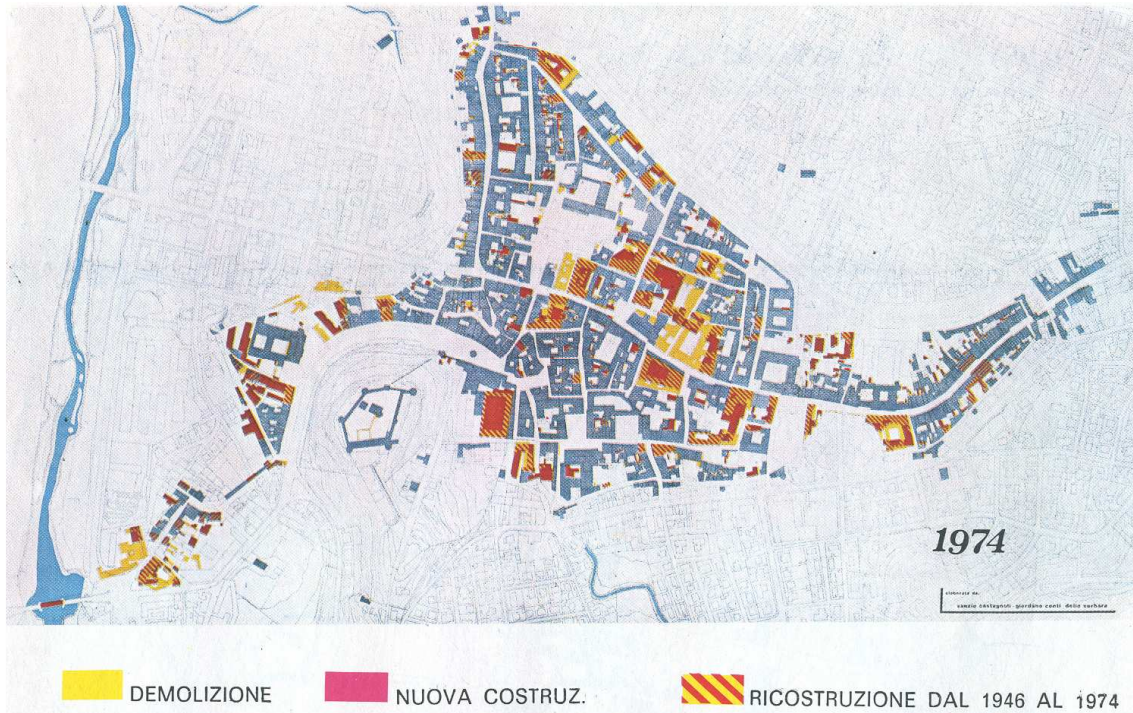
1881: con l'unità d'Italia termina l'omogeneità della struttura antica, comincia la demolizione di vecchi quartieri entro le mura ed inizia l'espansione all'esterno sfruttando, inizialmente, i tracciati stradali esistenti e mantenendo le caratteristiche strutturali delle costruzioni antiche



1915: sul finire dell'800 si pianifica l'espansione del nuovo edificato contestualmente alla demolizione del tessuto originario, con la trasformazione di terreno agricolo in edificabile e con la distruzione di zone storiche per l'edificazione residenziale o terziaria



1946: oltre alle demolizioni in p.zza Amendola, Vescovado, San Domenico, P.te S.Martino, si costruisce fra le due guerre il Ponte Nuovo che trasforma radicalmente l'assetto della città



*1974: la città storica, con le ulteriori progressive espansioni, diventa un quartiere che con i molteplici interventi di demolizione e ricostruzione attuati dalla metà degli anni '50 alla fine degli anni '60, perde progressivamente e definitivamente parte del suo patrimonio storico.*

## 5. SCENARIO DI RISCHIO

Una esatta definizione dello scenario di rischio sismico cui è sottoposto il territorio comunale, inteso come valore di danno probabile atteso, non è oggi definibile in quanto non si hanno a disposizione dati relativi ad una microzonazione del territorio o, perlomeno, più precise informazioni sullo stato di conservazione dell'edificato; risulta comunque possibile redigere una classificazione di massima della vulnerabilità delle aree urbanizzate prendendo come riferimento l'epoca di costruzione delle varie zone, da rapportare ad una mappa della pericolosità, intesa come studio degli eventi sismici passati (numero, frequenza, severità) e della conoscenza della risposta sismica del territorio relativa agli effetti locali che possono modificare gli effetti di un terremoto al sito.

Le notizie storiche inerenti ad eventi di una certa rilevanza, come più sopra evidenziato, portano a considerare che il territorio comunale possa essere soggetto a sismi non superiori al grado 6,5 della scala Mercalli (MCS), corrispondente a circa 4,5 gradi della scala Richter.

Tale analisi conferma che le situazioni con maggiore vulnerabilità sono da afferire al centro storico ed ai fabbricati storici presenti nelle diverse frazioni, in cui si presume che gli interventi di adeguamento o miglioramento sismico siano limitati e con disomogenea distribuzione: infatti, ci si trova in presenza di vecchi fabbricati con fondazioni molto spesso inadeguate, sia per la limitata larghezza della sede stradale di molte vie con conseguente difficoltà di transito, sia in riferimento alla possibile limitata sicurezza delle reti di sottoservizi, oltre alla presenza di terreni di fondazione non omogenei e spesso scadenti. La relativa situazione geomorfologica non è del tutto favorevole in quanto il centro storico si trova allo sbocco della valle del Torrente Cesuola, a cui corrisponde una valle riempita di alluvioni e quindi con substrato a morfologia accidentata e con copertura di alluvioni di limitato spessore con possibilità di locali accentuazioni dell'effetto sismico per fenomeni di riflessione, diffrazione ed interferenza delle onde sismiche. In riferimento alla cartografia (tavv.25), si rileva che tali aree sono classificate in zona 5 con terreni delle classi D e E.

Una zona avente vulnerabilità ancora elevata, ma certamente più contenuta rispetto al centro storico, è costituita dall'area urbanizzata fra la fine dell'800 e la fine degli anni '50, dove ancora prevalgono edifici in muratura, in buona parte di modeste caratteristiche e con fondazioni di caratteristiche variabili e spesso mediocri; in tale zona sono comprese anche alcune aree di urbanizzazione più recente poste in situazione morfologica sfavorevole poichè situate su pendici con disuniforme copertura di detrito. In riferimento alla cartografia, si nota che tali aree si trovano prevalentemente in zona 3 - 4 - 5 con terreni delle classi C - D - E.

Una terza zona con vulnerabilità moderata, ma che può presentare situazioni localizzate di maggiore pericolosità in relazione alle caratteristiche dei fabbricati, è rappresentata dalle aree urbanizzate fra la fine degli anni '50 e l'avvenuta classificazione del Comune di Cesena come zona sismica di seconda categoria (D.M. 23/07/1983): in cartografia, dette aree sono classificate in zona 1 - 2 lato collina e zona 3 - 4 lato pianura, con terreni delle classi A - B - C.

Dopo tale data, tutte le nuove costruzioni sono state realizzate con criteri antisismici e si presume siano in grado di resistere efficacemente agli effetti degli eventi sismici di riferimento previsti nella nostra zona.

Nella planimetria che segue, si è cercato di effettuare una zonazione delle aree centrali e della prima periferia della città, sulla base dei dati appena esposti, che delineano una situazione da considerarsi tipica anche per i nuclei più densamente abitati delle principali frazioni.

Per quanto riguarda, invece, il quadro edificatorio delle aree forensi, ci si è avvalsi di uno studio mirato eseguito dal Settore Programmazione Urbanistica comunale costituito da una indagine conoscitiva sulla consistenza della edificazione in zona agricola. Questa analisi, che è stata effettuata a campione su cinque aree particolarmente rappresentative dal punto di vista delle diverse caratteristiche morfologico-insediative per una superficie pari al 15% del territorio comunale, ha restituito una suddivisione puntuale degli edifici in base all'epoca di costruzione utilizzando le basi aerofotogrammetriche di riferimento per la redazione dei PRG del '68, '85 e 2000.

I risultati di tale analisi possono ritenersi rappresentativi per le restanti zone periferiche del territorio comunale aventi minore densità abitativa.

Pertanto, il quadro di massima della situazione dell'edificato può delinearsi come segue:

<i>edifici</i>	<i>Zone in ambito urbano (pari a circa il 15 % del territorio)</i>	<i>Zone in ambito rurale (pari a circa l'85 % del territorio)</i>
Edifici afferenti il centro storico	5 %	
Edifici costruiti fra la fine del 1800 e la fine degli anni '50	50 %	80 %
Edifici costruiti fra la fine degli anni '50 e i primi anni '80	35 %	15 %
Edifici costruiti dopo i primi anni '80	10 %	5 %
Superficie Coperta (su 695 Ha complessivi di S.C.)	62 % (432 Ha)	38 % (263 Ha)

Già ad una prima lettura questi dati, anche se forniti in forma sintetica, attestano che la maggior parte delle edificazioni sono state realizzate nei primi decenni del 1900 e presumibilmente nel periodo del secondo dopoguerra. Inoltre, prima dell'entrata in vigore della "Legge Ponte" e del PRG del '69 si è verificata una importante crescita edilizia, in particolare a ridosso dei centri già esistenti e lungo le principali direttrici viarie, priva di regolamentazione e caratterizzata dal ricorso alla costruzione in economia diretta, il che ha generalmente prodotto edifici improntati a criteri di estrema semplicità - per non dire povertà - tecnologica e progettuale.

In genere, anche gli edifici costruiti sino alla classificazione del territorio comunale in zona sismica (1983), sono il prodotto di tecniche edilizie ormai superate e, nel complesso, risultano scarsamente efficienti non solo sotto il profilo della sicurezza strutturale ma anche della sicurezza e funzionalità degli impianti.

Le costruzioni, invece, da afferirsi al periodo successivo al 1983 sono da considerare in linea con la normativa sismica ma, purtroppo, costituiscono una percentuale davvero minima del patrimonio edilizio territoriale.

- CENSIMENTO DEGLI ELEMENTI ESPOSTI AL RISCHIO SISMICO

Lo scenario di rischio sismico comprende anche la valutazione preventiva del probabile danno a persone e cose che si avrebbe al verificarsi dell'evento atteso; per effettuare tale valutazione, occorre procedere al censimento degli elementi esposti a rischio entro le aree individuate.

Il censimento non può attualmente essere eseguito in maniera puntuale in quanto oggi non si dispone dei risultati di una indagine approfondita sull'edificato estesa all'intero territorio comunale.

Si possono, tuttavia, effettuare alcune considerazioni utili all'individuazione dei più importanti elementi esposti a rischio, primo fra tutti la popolazione.

Per mezzo delle informazioni fornite dall'Anagrafe, si è in grado intanto di individuare il numero degli abitanti residenti dentro e fuori il territorio urbanizzato:

- Residenti nel territorio urbanizzato = 73.310 circa (78%)
- Residenti fuori del territorio urbanizzato = 20.675 circa (22%)
- Residenti totali = 93.985

Questi dati, confrontati con quelli della tabella precedente, dimostrano come oltre i tre quarti della popolazione cesenate viva in zone di ambito urbano (che rappresentano il 15% del territorio) e concentrate in una superficie coperta complessiva pari al 62% del totale, quindi presumibilmente in aree a maggiore vulnerabilità.

Le aree di ricovero per la popolazione colpita, di cui si tratterà ampiamente nella sezione III del presente piano, sono state comunque individuate in numero e capienza sicuramente eccedente rispetto alle più pessimistiche previsioni.

E' da evidenziare inoltre che anche un numero elevato di edifici strategici, o comunque sensibili, sono compresi entro zone considerate vulnerabili: fra questi, si segnalano il Municipio, sedi delle forze dell'ordine, strutture sanitarie ed ospedaliere, edifici scolastici, edifici religiosi, senza dimenticare i numerosi beni storici e culturali. I principali stabilimenti industriali ed attività produttive sono situati, in genere, in zone artigianali/industriali periferiche di epoca relativamente recente.

Altro elemento di fondamentale importanza risulta la conoscenza delle più rilevanti arterie stradali presenti sul territorio, nonché delle infrastrutture per il trasporto, la cui funzionalità risulta strategica per i collegamenti da e per le aree maggiormente colpite dagli effetti del sisma; tali elementi sono sinteticamente riportati, insieme alla segnalazione di eventuali criticità, nelle tabelle seguenti.

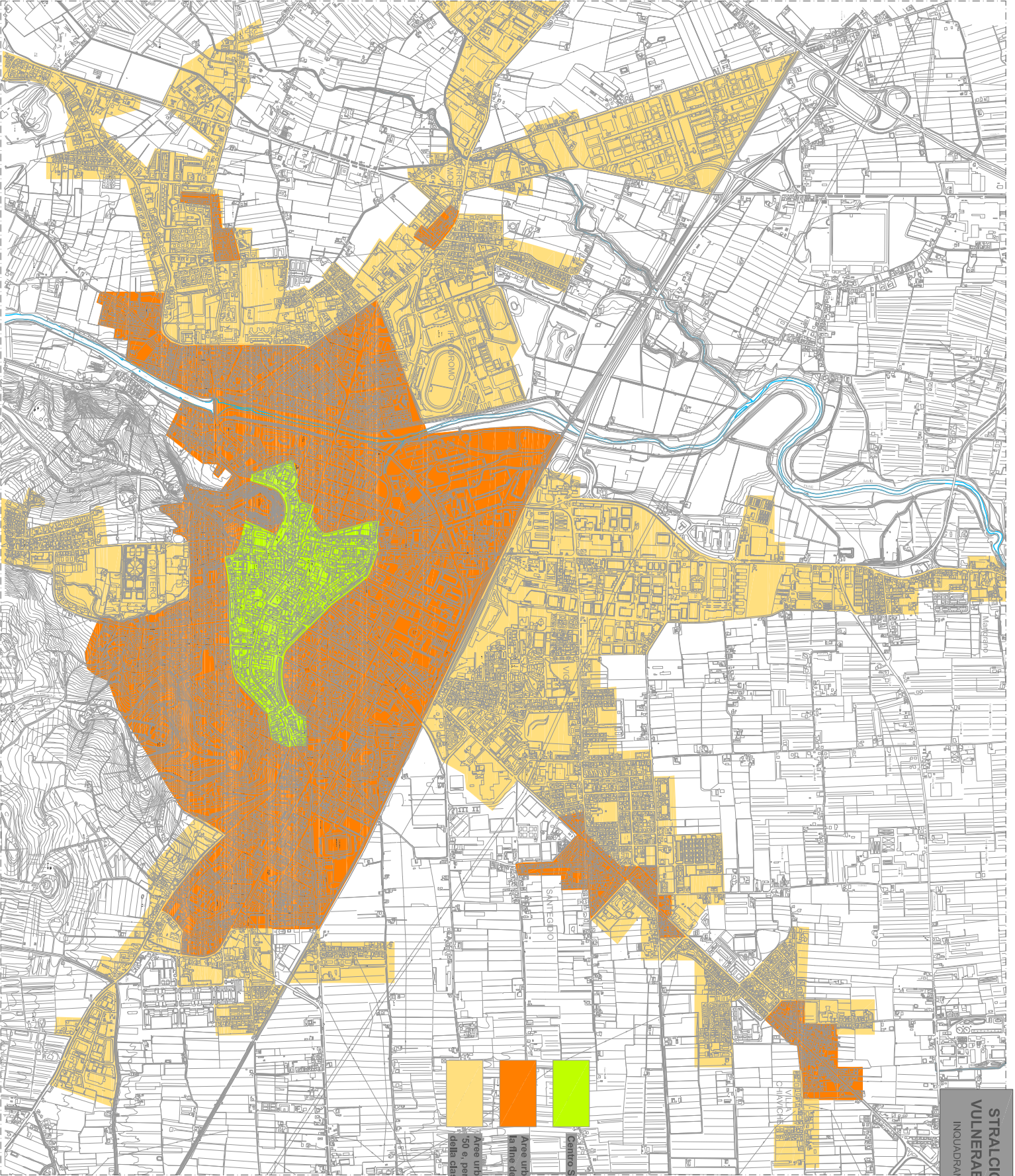
<b>PRINCIPALI INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO E COLLEGAMENTO</b>	<b>Ente gestore</b>	<b>tratti critici / attraversamenti</b>	<b>collegamenti</b>
Stazione ferroviaria	R.F.I.		
Autoporto	Centro per l'autotrasporto Cesena s.c.r.l.		
Linea ferroviaria	R.F.I.	ponte sul Savio e su corsi d'acqua minori	Bologna - Taranto
Autostrada A14	Autostrade s.p.a.	ponte sul Savio e su corsi d'acqua minori, rilevati, svincoli	Bologna - Ancona
S.G.C. - S.S. 3bis "Tiberina" (ex E45)	A.N.A.S.	ponte su ferrovia, viadotti, rilevati, svincoli	Orte - Ravenna
S.S. 16 (variante via Emilia - Secante)	A.N.A.S.	ponte su Savio, corsi d'acqua minori e ferrovia, viadotti, svincoli, galleria	Bologna - Rimini



<b><i>PRINCIPALI ATTRAVERSAMENTI FIUME SAVIO (da nord a sud)</i></b>	<b><i>Ente gestore</i></b>	<b><i>criticità</i></b>	<b><i>collegamenti</i></b>
Ponte Mensa Matelica *	Provincia		
Ponte A14	Autostrade s.p.a.		Bologna – Ancona
Ponte via Torino	Provincia Forlì-Cesena		Martorano – Pievesestina
Ponte S.S. 16	A.N.A.S.		Bologna – Rimini
Ponte Ferrovia	R.F.I.	ponte in muratura e c.a.	Bologna – Taranto
Ponte Europa Unità	Comune di Cesena		attraversamento urbano
Ponte Nuovo	Comune di Cesena	ponte in muratura e c.a.	attraversamento urbano
Ponte Vecchio	Comune di Cesena	ponte in muratura	attraversamento urbano
Ponte via Castiglione	Comune di Cesena	ponte in muratura	Roversano – San Carlo
Ponte via Borello **	Provincia Forlì-Cesena		

\* *Comune di Ravenna*

\*\* *Comune di Mercato Saraceno*



Centro Storico

Aree urbanizzate fra  
la fine del '800 e la fine degli anni '50

Aree urbanizzate fra la fine degli anni  
'50 e, per la maggior parte, prima  
della classificazione sismica (1983)

## 6 - MODELLO DI INTERVENTO

Il modello di intervento, come già evidenziato nella parte preliminare del piano, indica i ruoli, i compiti e le attività di ciascun organo istituzionale in caso di emergenza, ad esclusione degli eventi di tipo “c” di competenza statale e con il coordinamento, da parte di Regione, Provincia e Prefettura, delle forze e delle risorse negli eventi di cui alla lettera “b” della Legge 225/92.

A livello comunale, il seguente modello definisce le azioni che il Sindaco, in qualità di autorità locale di protezione civile, dovrà direttamente attuare o che dovrà concorrere ad attuare nella gestione di crisi sismiche previste di livello almeno sovracomunale.

La risposta del sistema di protezione civile deve essere il più possibile pronta ed efficace in quanto il rischio sismico è il classico evento senza preannuncio che, quindi, non consente di mettere in campo le attivazioni in emergenza con una scansione temporale scandita da diverse fasi di intervento; il modello viene pertanto elaborato prevedendo unicamente la fase di allarme per interventi post-evento.

### • FASE DI ALLARME

Attivato l’allarme ad evento avvenuto, in relazione all’entità dell’evento stesso ed alle prime notizie giunte in ordine a segnalazioni di crolli o comunque di danni diffusi, il Sindaco - o il Responsabile di Protezione Civile, attraverso il COM o il COC convocati al completo (con comunicazione dell’avvenuta attivazione a provincia e Prefettura), con tutte le funzioni di supporto, presso la sede convenuta e preventivamente verificata dal punto di vista dell’agibilità (nel caso, si sceglierà una delle previste sedi alternative):

- dispone l’invio delle squadre a presidio delle vie di deflusso, di volontari nelle aree di attesa, di uomini e mezzi per l’informazione alla popolazione e presso le aree di ricovero individuate o i centri di accoglienza per la popolazione, al fine dell’inquadramento della situazione e per l’organizzazione dei successivi interventi
- dispone l’allontanamento della popolazione dalle aree a rischio secondo le modalità previste dal presente piano, con particolare attenzione alle fasce più deboli della popolazione ed alla evacuazione di complessi scolastici o strutture di ricovero
- coordina tutte le operazioni di soccorso alla popolazione coinvolta tramite le funzioni di supporto, anche attivando le squadre SAR - personale medico, VV.F., volontari - per la ricerca e il primo soccorso delle persone rimaste bloccate sotto le macerie (da rimuovere); verifica l’avvenuta assistenza a feriti per mezzo delle preposte strutture sanitarie, anche attivando PMA in cui sarà eseguita la stabilizzazione dei pazienti per il successivo smistamento verso le strutture ospedaliere
- assume tutte le iniziative atte alla salvaguardia della pubblica e privata incolumità, ivi compresa la costante informazione sull’evoluzione dell’evento e sulle modalità di raggiungimento delle aree sicure
- provvede all’individuazione delle aree maggiormente colpite, con priorità per quelle di pubblica utilità e quelle più vulnerabili, disponendo i primi interventi di perimetrazione delle zone aventi edifici pericolanti
- predisporre la riattivazione della viabilità principale con l’apposizione di cancelli di transito e la segnalazione di percorsi alternativi
- fin dalla prima manifestazione dell’evento, assicura il flusso continuo delle informazioni verso SPC - COR e Unità di Crisi - CCS, nonché i contatti con i diversi organismi coinvolti; qualora interrotte, le telecomunicazioni dovranno essere il prima possibile riattivate anche attraverso una rete alternativa in emergenza.

Una volta passata la fase iniziale e più traumatica dell’emergenza, il Sindaco potrà cominciare ad organizzare le seguenti operazioni:

- supporto all'attività di censimento danni e verifiche di agibilità nei confronti di tutti gli elementi esposti sul territorio anche al fine di accertare il possibile ritorno della popolazione presso le proprie abitazioni
- controllo e verifica, unitamente agli Enti preposti, della percorribilità delle strade e della situazione statica di relativi ponti, viadotti, sottopassi, ecc..., con l'eventuale realizzazione dei necessari interventi urgenti, anche provvisori, di messa in sicurezza; dovranno essere ispezionate anche le aree soggette a fenomeni franosi e di instabilità, con particolare riguardo a quelle che insistono su centri abitati (es. Borello)
- coordinamento delle attività degli Enti gestori deputati al ripristino di tutti i servizi essenziali eventualmente interrotti allo scopo di garantire l'erogazione di elettricità, acqua, gas e telefonia, anche attraverso l'impiego di mezzi/attrezzature di emergenza (autobotti, autoclavi, gruppi elettrogeni, ecc...)
- coordinamento con i relativi referenti per la salvaguardia dei beni artistici/monumentali, con il trasferimento di tali beni in zone sicure, e per la tutela del sistema produttivo locale, con particolare riguardo alla zootecnia, attuando interventi mirati al ripristino delle attività in tempi ragionevolmente brevi
- scelta, predisposizione e approntamento delle aree di ricovero di primo impianto (tendopoli) fra quelle precedentemente catalogate, per l'alloggiamento della popolazione impossibilitata a rientrare alle proprie abitazioni, con successive considerazioni sull'eventualità di prevedere la realizzazione di baraccopoli nelle aree individuate
- rapporto con le istituzioni locali, Provincia - Prefettura - Regione, per un pronto ripristino dell'attività amministrativa e la continuità dell'amministrazione ordinaria del Comune (anagrafe, ufficio tecnico, ecc...).

Le funzioni ed i compiti assegnati ai settori comunali facenti parte del C.O.C. sono puntualmente elencati al punto 6 della parte I - Organizzazione.

Nella veste di Ufficiale di Governo, il Sindaco adotta le ordinanze contingibili ed urgenti, competenze che la Legge gli attribuisce, per:

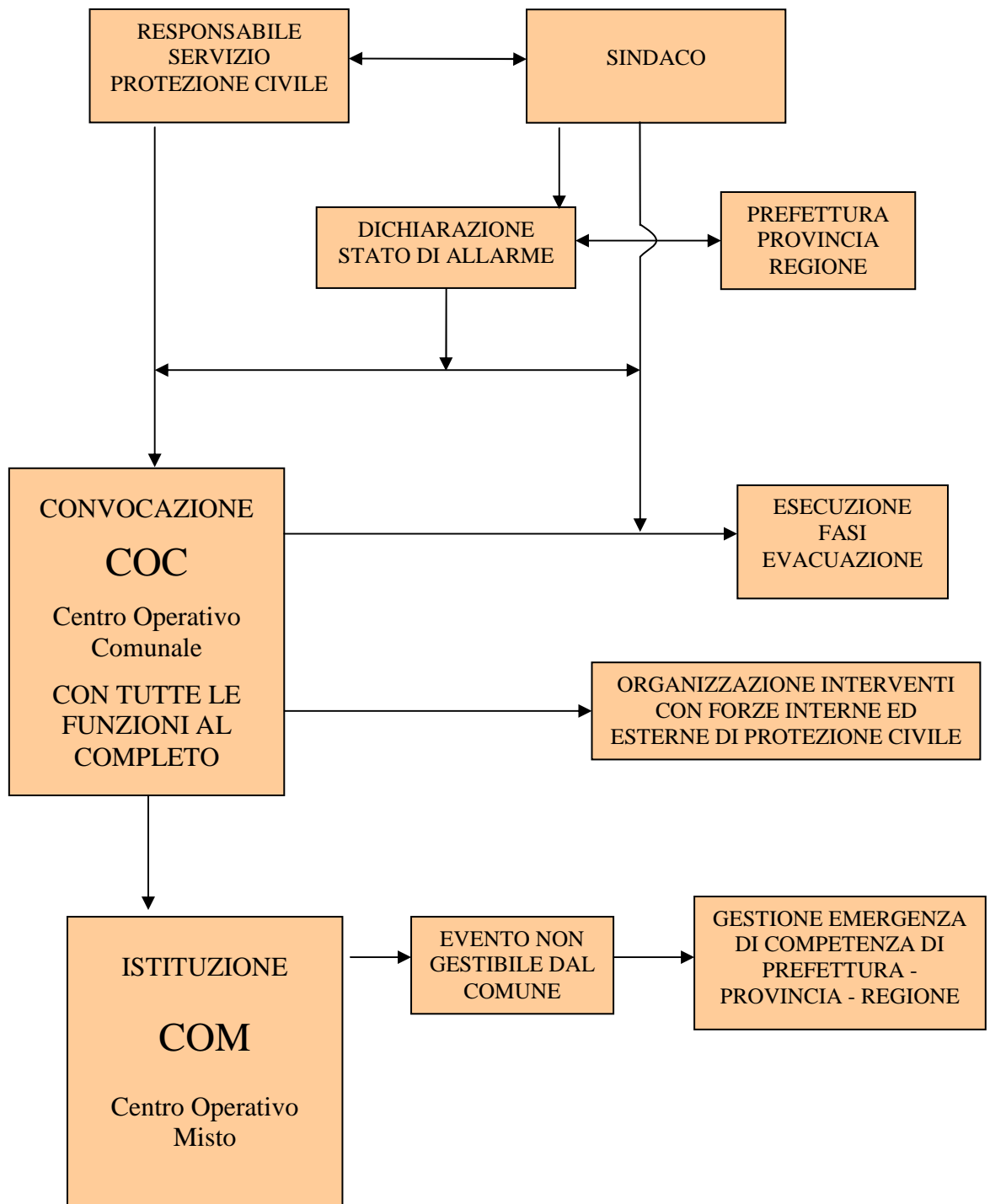
- l'evacuazione di fabbricati o aree soggette a pericolo per l'incolumità delle persone, beni e per l'esodo della popolazione lungo direttrici prestabilite verso aree sicure di raccolta;
- lo sgombero degli automezzi entro aree ritenute utili alle strutture di protezione civile;
- la deviazione del traffico che non ha finalità di soccorso.

Nel caso in cui l'entità dell'evento calamitoso sia di proporzioni tali da non essere gestibile con le forze e le risorse a disposizione del Comune o, comunque, l'emergenza coinvolga più Comuni a livello provinciale, il Sindaco trasferisce il coordinamento delle operazioni alla Provincia ed alla Prefettura, tramite l'Unità di Crisi istituita presso la Prefettura stessa, la quale agirà in accordo con tutti i Comuni coinvolti nell'evento ed in stretto collegamento con la Regione.

Nel caso, invece, di un evento che coinvolga il territorio a livello sovraprovinciale o, ad ogni modo, avente carattere regionale e qualora si riscontrino elementi di gravità tale da richiedere lo stato di emergenza nazionale, il coordinamento delle operazioni viene demandato a Regione/Provincia ed alla Prefettura.

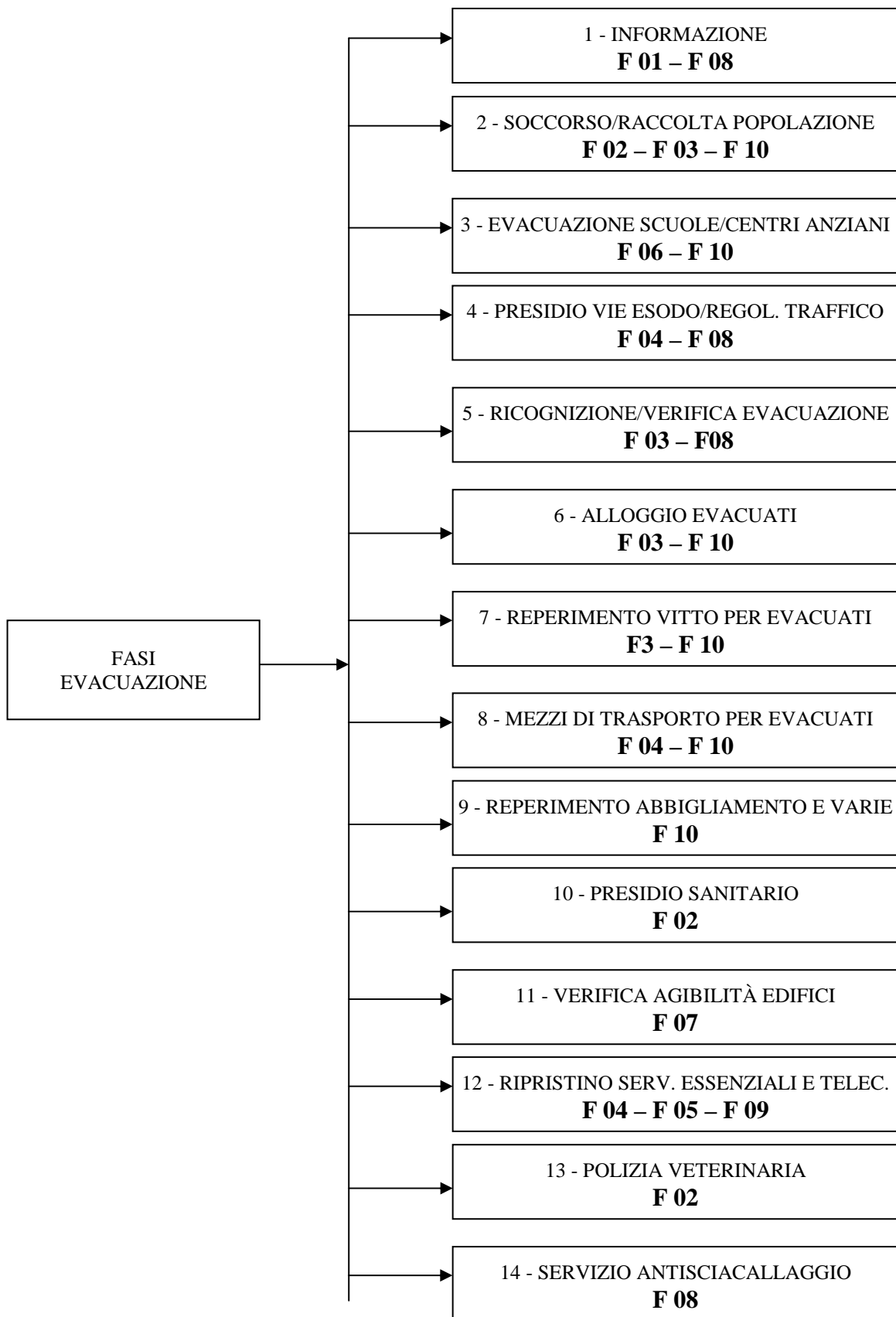
Dovrà essere sempre e comunque garantito il costante contatto con Prefettura, Provincia e Regione al fine dello scambio di ogni informazione utile e dell'attuazione comune di tutte le iniziative atte a fronteggiare efficacemente l'evento, ciascuno secondo i propri compiti istituzionali.

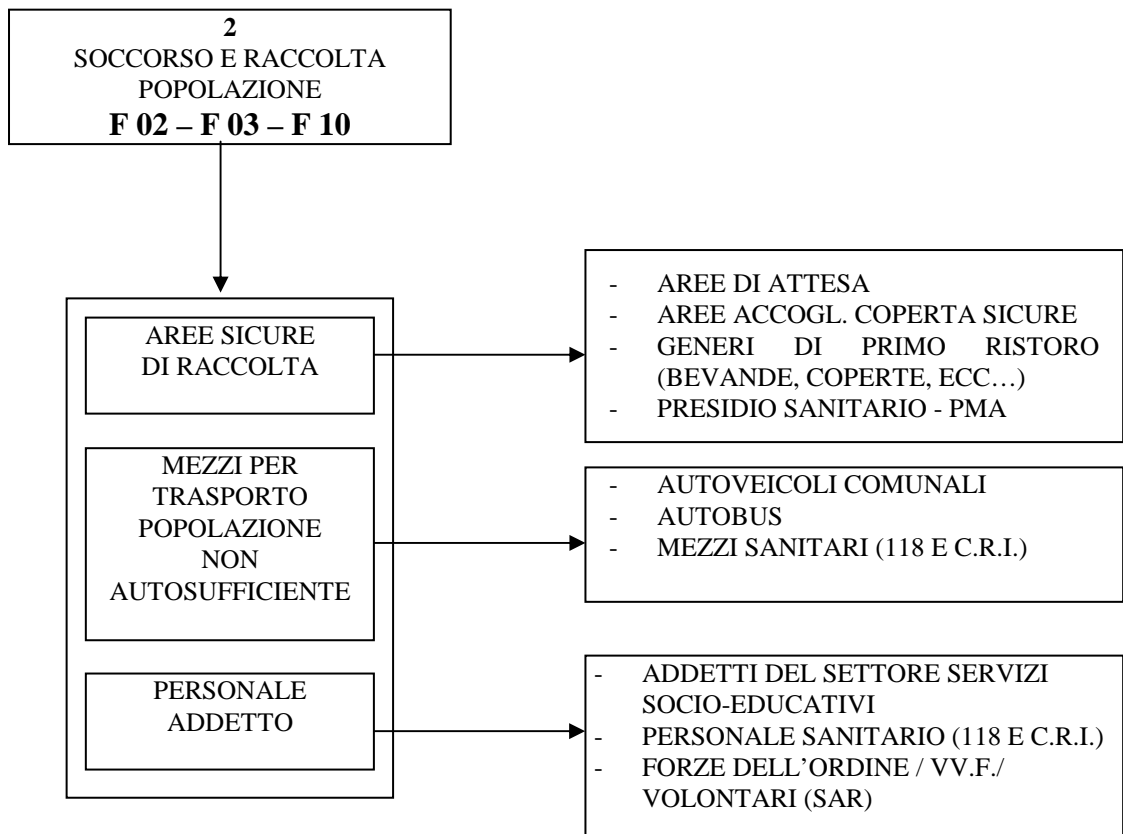
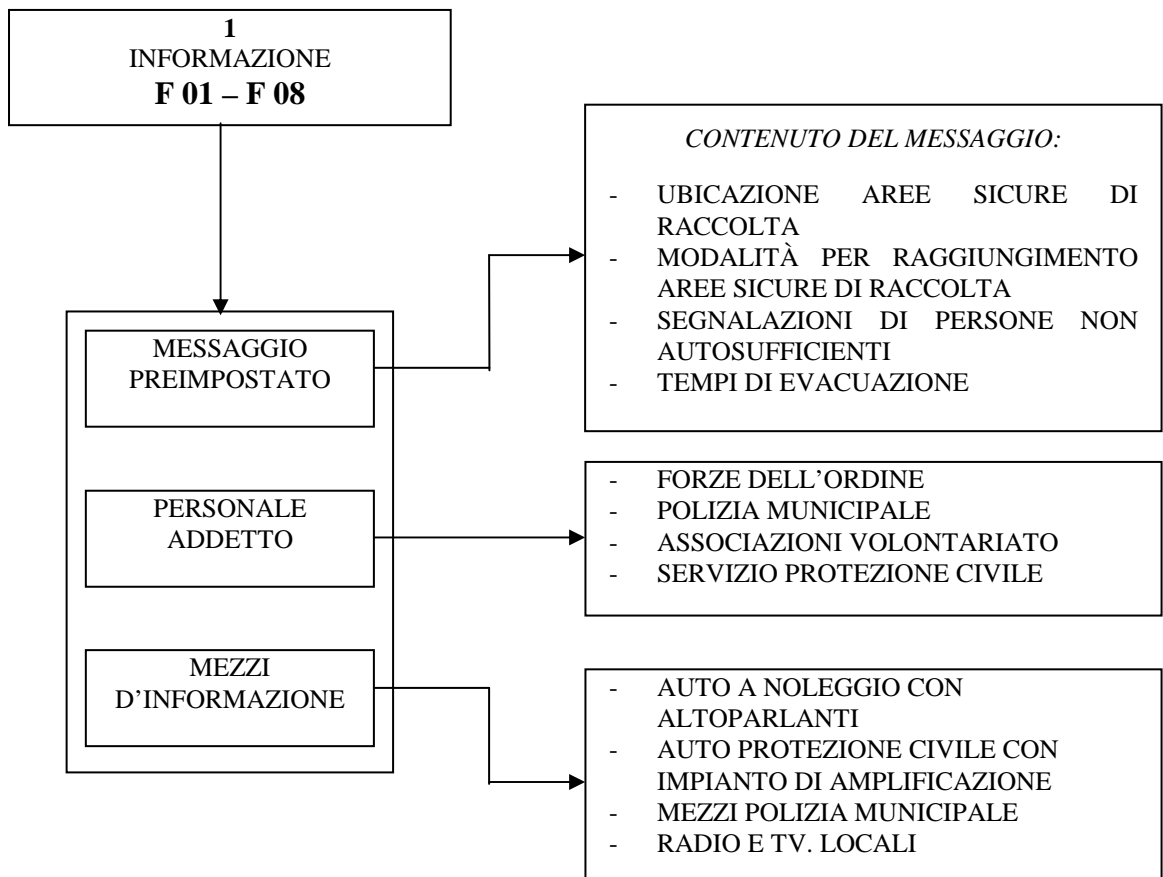
## GESTIONE FASE DI ALLARME

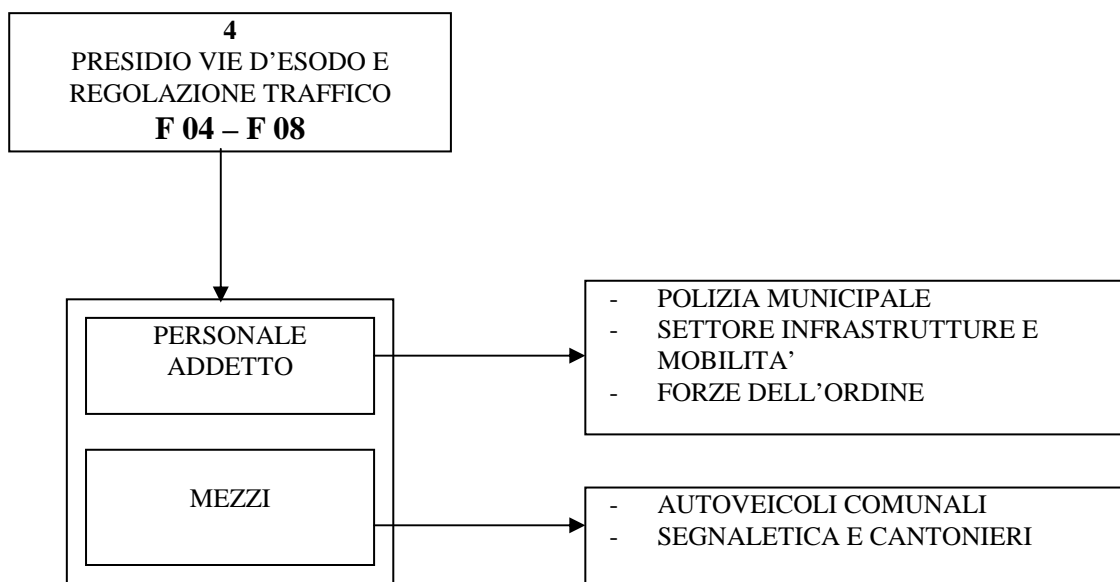
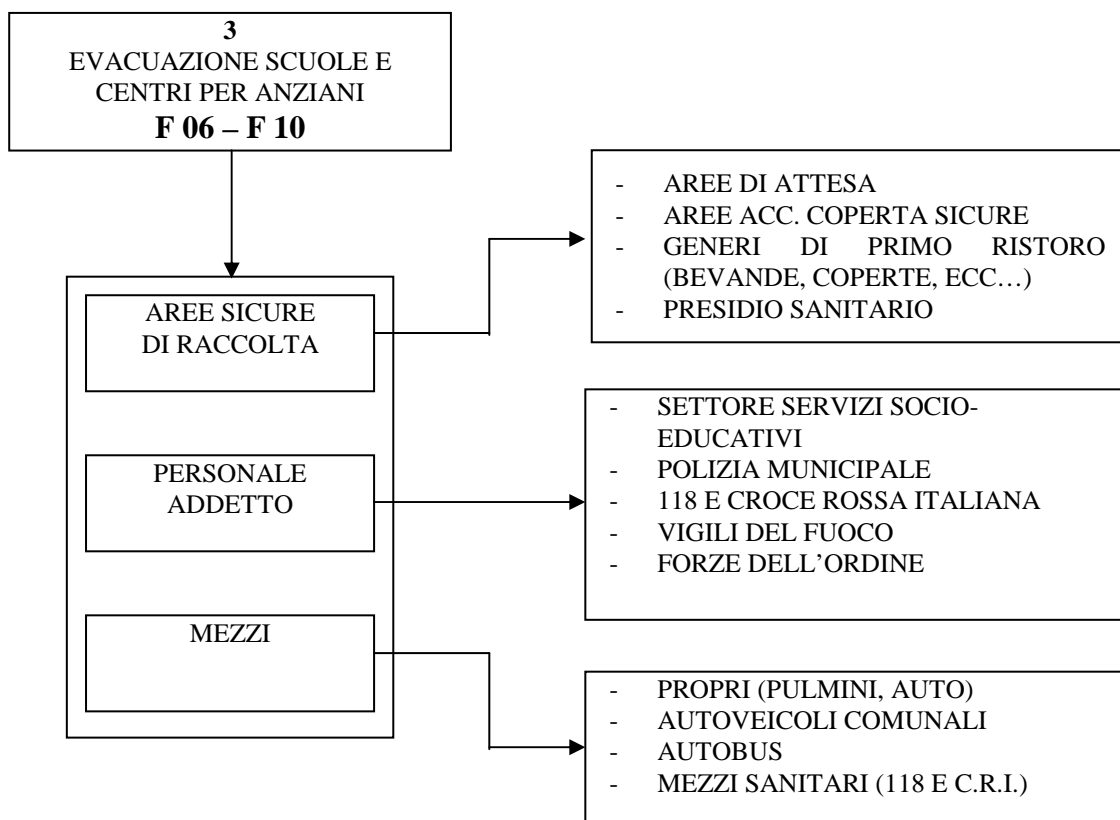


### NUMERI UTILI

- COMUNE (centralino)	0547/356111	- CARABINIERI	118
- POLIZIA MUNICIPALE	0547/354811	- POLIZIA	115
- SALA OP. PROTEZIONE CIVILE	0547/356365	- VIGILI DEL FUOCO	115
(orari servizio)		- SOCCORSO SANIT.	118
		- GUARDIA DI FINAN.	117
		- CORPO FORESTALE	1515

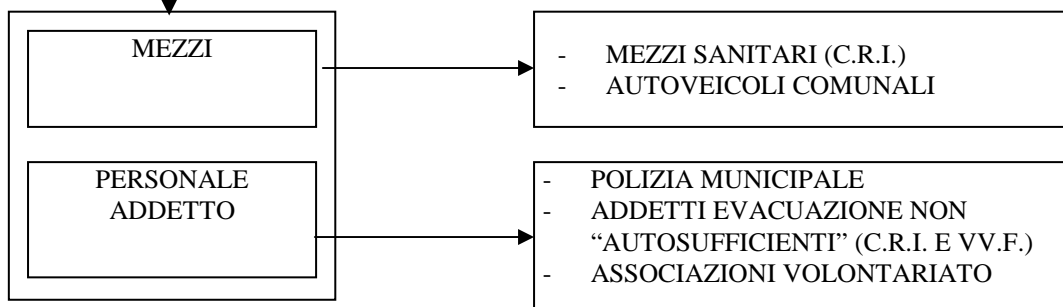








**5**  
RICOGNIZIONE PER VERIFICA  
EVACUAZIONE POPOLAZIONE  
**F 03 – F08**



**6**  
ALLOGGIO EVACUATI  
**F 03 – F 10**

