

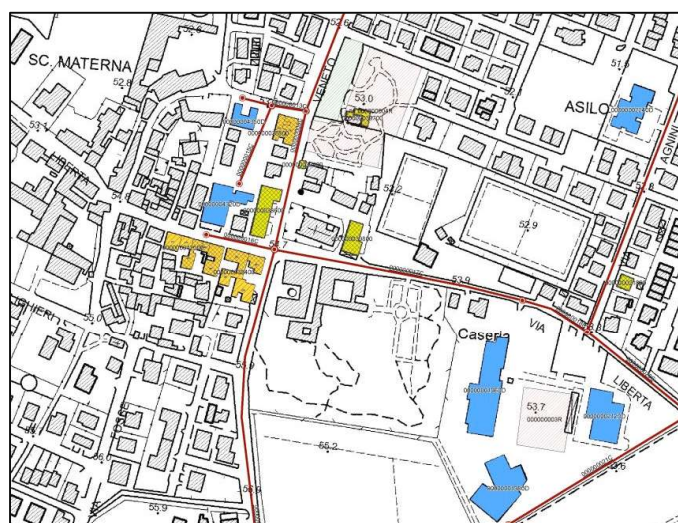
COMUNE DI SAN CESARIO SUL PANARO

Provincia di Modena

PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE (PRG)

VARIANTE SPECIFICA 2016

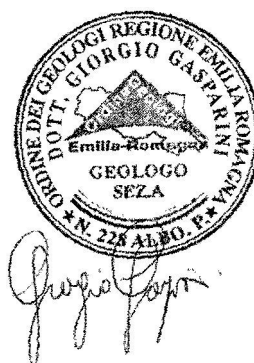
per il **recepimento** degli studi di Microzonazione Sismica (MS)
e della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE)



RELAZIONE TECNICA

a cura di:

dott. geol. GIORGIO GASPARINI
dello Studio Geologico Ambientale ARKIGEO
Via San Martino n. 4
41030 Bastiglia (MO)



Adottata con Del. C.C. n. _____ del _____

Approvata con Del. C.C. n. _____ del _____

Marzo 2016

INDICE RELAZIONE

1. PREMESSA.....	1
2. LO STRUMENTO URBANISTICO GENERALE VIGENTE.....	3
3. LA VARIANTE SPECIFICA 2016.....	3
3.1. RELAZIONI ILLUSTRATIVE SPECIFICHE.....	4
3.1.1. MICROZONAZIONE SISMICA.....	5
3.1.1.1. Introduzione	5
3.1.1.2. Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento.....	6
3.1.1.2.1. Classificazione sismica.....	6
3.1.1.2.2. Pericolosità sismica	8
3.1.1.2.2.1 Pericolosità di base.....	9
3.1.1.2.2.2 Pericolosità locale	11
3.1.1.3. Assetto geologico e geomorfologico dell'area	13
3.1.1.3.1. Inquadramento tettonico e strutturale.....	13
3.1.1.3.2. Inquadramento stratigrafico-litologico	21
3.1.1.3.2.1 Stratigrafia.....	21
3.1.1.3.2.1.1 Subsistema di Villa Verucchio (Unità di Vignola)	22
3.1.1.3.2.1.2 Subsistema di Ravenna	22
3.1.1.3.2.1.3 Depositi attuali in evoluzione	24
3.1.1.3.3. Inquadramento morfologico	25
3.1.1.4. Dati geotecnici e geofisici.....	26
3.1.1.5. Modello del sottosuolo	27
3.1.1.5.1. Modelli geologici.....	31
3.1.1.6. Metodologie di elaborazione e risultati	32
3.1.1.6.1. Prima fase	32
3.1.1.6.2. Seconda fase	33
3.1.1.6.2.1 Primo livello.....	33
3.1.1.6.2.2 Secondo livello	34
3.1.1.6.3. Terza fase.....	35
3.1.1.7. Elaborati cartografici.....	35
3.1.2. RELAZIONE ILLUSTRATIVA CLE.....	38
3.1.2.1. Introduzione	38
3.1.2.2. Dati di base	38
3.1.2.3. Criteri di selezione degli elementi del sistema di gestione dell'emergenza	38
3.1.2.4. Indicazioni sintetiche per il Comune	41
3.1.2.5. Elaborati cartografici:.....	42
3.1.3. CONFRONTO CARTOGRAFICO TRA LA MS E LA CLE	42
3.1.4. NORME PER LA REDAZIONE DEL RISCHIO SISMICO	42
4. LA VALUTAZIONE DI SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE E TERRITORIALE (VAS – VALSAT)	46

Comune di San Cesario sul Panaro
Provincia di Modena

PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE (PRG)

VARIANTE SPECIFICA 2016

*per il **recepimento** degli studi di Microzonazione Sismica (MS) e
della Condizione Limite dell’Emergenza (CLE)*

RELAZIONE TECNICA

1. PREMESSA

Il Comune di San Cesario sul Panaro è compreso nell’elenco dei Comuni sismici classificati in Zona 3 dall’Allegato n. 1 all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 e smi del 20 Marzo 2003 (*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*).

In tale condizione assume innanzitutto particolare rilievo per il Comune di San Cesario sul Panaro quanto disposto dall’art. A-2 comma 4 dell’Allegato alla LR 24 Marzo 200 n. 20 che attribuisce agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica (regionali, provinciali e comunali) il compito di concorrere “*alla preservazione del rischio sismico, sulla base delle analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione*”.

Allo stesso modo tutti gli strumenti di pianificazione urbanistica comunale Sono tenuti a “*valutare la compatibilità delle previsioni in essi contenute con l’obiettivo della riduzione del rischio sismico e con le esigenze di Protezione Civile,*

sulla base di analisi di pericolosità locale nonché di vulnerabilità ed esposizione urbana” (art. 10 comma 1 della LR 19 Giugno 1984 n. 35).

Si sottolinea inoltre che, ai sensi dell’art. 17, comma 3, della LR 35 del 1984, tutti i Comuni, in quanto classificati sismici, sono tenuti comunque all’adeguamento del proprio **RUE** (o in via transitoria del **Regolamento Edilizio**) e delle Norme Tecniche di Attuazione dei vigenti strumenti urbanistici generali, alla normativa sismica e alle disposizioni in merito agli interventi sul patrimonio edilizio esistente, di cui agli artt. 8 e 9 della medesima Legge Regionale, con particolare riguardo agli interventi che, interessando elementi strutturali dell’edificio, ne possono compromettere la risposta alle azioni sismiche.

Si è tenuto inoltre conto che l’art. 8 della LR n. 19 del 30.10.2008 *“Norme per la riduzione del rischio sismico”* richiede l’esecuzione di studi di Microzonazione Sismica per la redazione e approvazione dei Piani Urbanistici Comunali; a tale proposito il Comune di San Cesario sul Panaro ha elaborato e dispone, sulla base degli indirizzi di cui all’Allegato A della Delibera dell’Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n. 112 del 02.05.2007 (Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell’art. 16, comma 2 della LR 20/2000 per gli *“Indirizzi degli studi di Microzonazione Sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”*) nonché della **Delibera della Giunta Regionale n. 1919 del 16.12.2013** *“Approvazione dei criteri per gli studi di Microzonazione Sismica ed assegnazione dei contributi di cui all’Ordinanza del Capo Dipartimento della Protezione Civile n. 52/2013 a favore degli Enti Locali”*, degli studi di Microzonazione Sismica (MS), al 1° e 2° livello di approfondimento, e di quelli per la Condizione Limite per l’Emergenza (CLE).

Tale ultima delibera al punto 10 dei "deliberati" prevede:

- *che gli Enti assegnatari, entro 6 mesi dal positivo collaudo del prodotto realizzato, devono recepire le risultanze degli studi della microzonazione sismica predisponendo le conseguenti cartografie e norme di piano, mediante apposita variante agli strumenti di pianificazione urbanistica adottata ai sensi dell’art. 32-bis "Procedimento per varianti specifiche al PSC" ovvero ai sensi dell’art. 41 "Attuazione degli strumenti urbanistici vigenti e loro modificazioni", della LR n. 20 del 2000 e s.m.i.*

Si procederà conseguentemente per l’approvazione della presente Variante Specifica al Piano Regolatore Vigente ai sensi dell’art. 41 comma 2° lettera b) della LR 20/2000.

Gli oggetti della presente variante sono, come già prima anticipato, il recepimento degli studi di MS e di quelli della CLE mediante una documentazione composta da una Relazione Illustrativa, Cartografie di riferimento conoscitivo, Cartografie di Piano e Norme per la riduzione del rischio sismico, sia in riferimento alla MS che alla CLE.

2. LO STRUMENTO URBANISTICO GENERALE VIGENTE

Il Comune di San Cesario s/Panaro è attualmente dotato di:

- PRG approvato con delibera di G.R. n. 1569 del 27.03.1984;
- Variante Generale al PRG approvata con delibera di G.R. n. 87 del 04.02.1997;
- Ultima Variante Parziale 2013 al PRG approvata con delibera di C.C. n. 66 del 18.12.2013.

3. LA VARIANTE SPECIFICA 2016

In riferimento all'oggetto della presente variante, descritta nella parte conclusiva della premessa, si assume nel Piano la seguente documentazione relativa allo studio di Microzonazione Sismica e Condizione Limite per l'Emergenza, elaborata dal Comune stesso con il contributo di cui all'OPCM 52/2013.

A - Elaborati di Riferimento

RELAZIONE ILLUSTRATIVA (MS) e RELAZIONE ILLUSTRATIVA (CLE)

CARTOGRAFIE:

MS - 1° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO (SCALA 1:10.000)

“Carta delle indagini”; “Carta geologico-tecnica” corredata da sezioni geologiche significative; “Carta delle Frequenze naturali del terreno” e “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica” (MOPS).

In particolare la suddetta *“Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica” (MOPS)* delimita le zone in base al comportamento in occasione di sollecitazione sismica come zone suscettibili di instabilità: per possibilità di fenomeni di liquefazione e cedimenti post-sismici relativi.

MS - 2° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO (SCALA 1:10.000)

“Carta della Velocità delle onde di taglio” (Vs) e la “Carta di Microzonazione sismica – Livello 2”.

In particolare la suddetta “Carta di Microzonazione sismica – Livello 2” individua le aree (microzone) a comportamento sismico omogeneo definendo, in base alle condizioni stratigrafiche locali, l'amplificazione sismica attesa. Le microzone sono caratterizzate come zone suscettibili di instabilità dotate di fattori di amplificazione diversi da zona a zona. I valori dei fattori di amplificazione individuati per le microzone (F_x - F.A. PGA, F_y - F.A. IS compreso nell' intervallo 0.1-0.5 s e F_z - F.A. IS compreso nell' intervallo 0.5-1.0 s) evidenziano comportamenti di risposta sismica differenziati in rapporto allo spessore di copertura individuato.

B - Cartografia di Piano

B1 – MS:

- Carte di “Microzonazione sismica di 1° (MOPS) e 2° livello” e “Carta delle frequenze naturali del terreno”, in scala 1:10.000, significative per l'intero territorio comunale, che evidenziano rispettivamente le parti in cui sono prescritti approfondimenti di 3° livello, i fattori di amplificazione e le principali frequenze naturali dei terreni.

B2 – CLE:

- *Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE)* in scala 1:10.000;
- *Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE)* - 1/3 – “Sant’Anna” in scala 1:2.000;
- *Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE)* - 2/3 – “San Cesario Centro” in scala 1:2.000;
- *Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE)* - 3/3 – “Altola” in scala 1:2.000.

In tali elaborati sono identificati gli edifici strategici, le aree di emergenza (ricovero, ammassamento/attesa e ammassamento/ricovero), le infrastrutture viarie di connessione e di accessibilità al sistema insediativo urbano, nonché gli edifici e gli aggregati strutturali su di esse interferenti.

B3 – CONFRONTO MS - CLE:

- *Confronto tra la Microzonazione Sismica e l'Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza* in scala 1:10.000.

3.1. Relazioni Illustrative specifiche

Si riportano di seguito le 2 Relazioni Illustrative relative rispettivamente alla Microzonazione Sismica e alla Condizione Limite per l'Emergenza (CLE).

3.1.1. MICROZONAZIONE SISMICA

3.1.1.1. Introduzione

Il territorio del Comune di San Cesario sul Panaro si estende su una superficie di circa 26,22 Km², nella pianura modenese medio-alta (Figure 1 e 7), a est del F. Panaro¹. Esso confina con i comuni di Modena, Spilamberto, Savignano sul Panaro, Valsamoggia (in Provincia di Bologna) e Castelfranco Emilia.

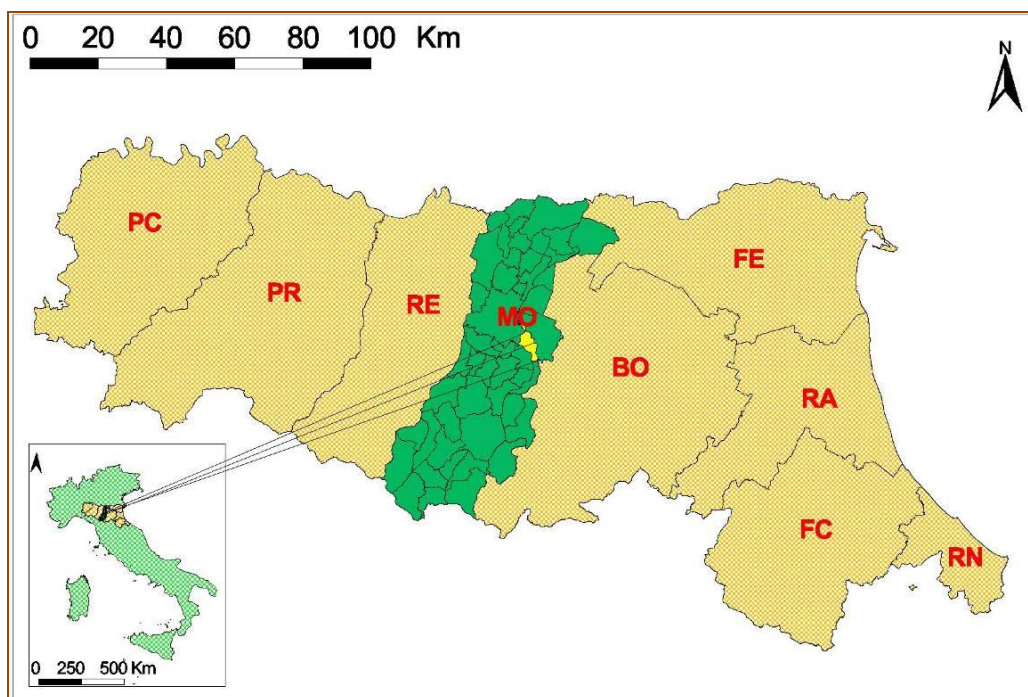


Figura 1 – Inquadramento regionale del territorio del Comune di San Cesario sul Panaro.

Dal punto di vista cartografico, la topografia del territorio comunale è descritta nelle seguenti Tavole alla scala 1:25.000 della Carta Topografica Regionale nn. 201SE, 202SO, 219NE e 220NO e nelle Sezioni alla scala al 10.000 della Carta Tecnica Regionale nn. 201160, 202130, 219040, 220010 e 220050.

Per la redazione delle tavole cartografiche si è fatto riferimento sempre alla Carta Tecnica Regionale, utilizzando tuttavia non le Sezioni, ma gli elementi alla scala 1:5000, nella versione del 2008.

Il presente studio è stato condotto facendo riferimento sia a dati di archivio che a dati originali. Per quanto attiene le informazioni archivistiche la gran parte sono state fornite dal Comune di San Cesario sul Panaro (indagini geognostiche a corredo di studi conservati presso l'archivio comunale) nell'ambito dei lavori per la redazione del Piano Strutturale Comunale. Altre indagini geognostiche e informazioni sono state

¹ Una piccola striscia di territorio comunale ricade in sinistra Panaro.

ricavate dal sito web di cartografia geologica curato dall'Ufficio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna.

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

3.1.1.2.1. Classificazione sismica

Il Comune di San Cesario sul Panaro è compreso nell'elenco dei comuni sismici classificati in zona 3 dall'Allegato n. 1 all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 (s.m.i) del 20 marzo 2003 (*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*).

A seguito dell'entrata in vigore del DM 14.09.2005 (*Norme tecniche per le costruzioni*), ora sostituito dal DM 14.01.2008 (*Norme tecniche per le costruzioni*), la validità di tale ordinanza è cessata; come tuttavia indicato nella Del. di GR 1677/2005, la classificazione sismica dei comuni italiani riportata nella citata OPCM 3274/2003 resta comunque valida.

Nell'aprile del 2006 è stata emanata l'Ordinanza PCM 3519/2006 dove sono indicati i *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*. A detta Ordinanza è allegata la Mappa di Pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale (Figura 2) nella quale è possibile verificare che il territorio del Comune di San Cesario sul Panaro ricade nell'area per la quale sono indicati valori dell'accelerazione massima al suolo (a_{max})² compresi tra 0,150 e 0,175 volte l'accelerazione di gravità g , ascritta ad una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A di cui al DM 14.01.2008).

Con la Deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112/2007 la Regione Emilia-Romagna ha approvato la *"Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio"*, in merito a *"Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"*; tra i vari documenti allegati alla citata deliberazione regionale vi è anche l'elenco dei valori di a_{max} (PGA) per ciascun Comune della Regione che per San Cesario corrisponde a 0,162g. Come si evince dalla comparazione con i dati precedentemente disponibili si tratta di un valore che rientra nel *range* della Zona 3 (0,15÷0,175 Ag/g).

² Anche in documenti ufficiali è possibile che l'accelerazione massima al suolo possa essere indicata sia con la sigla a_{max} che con PGA (peak ground acceleration, lett. accelerazione di picco al suolo).

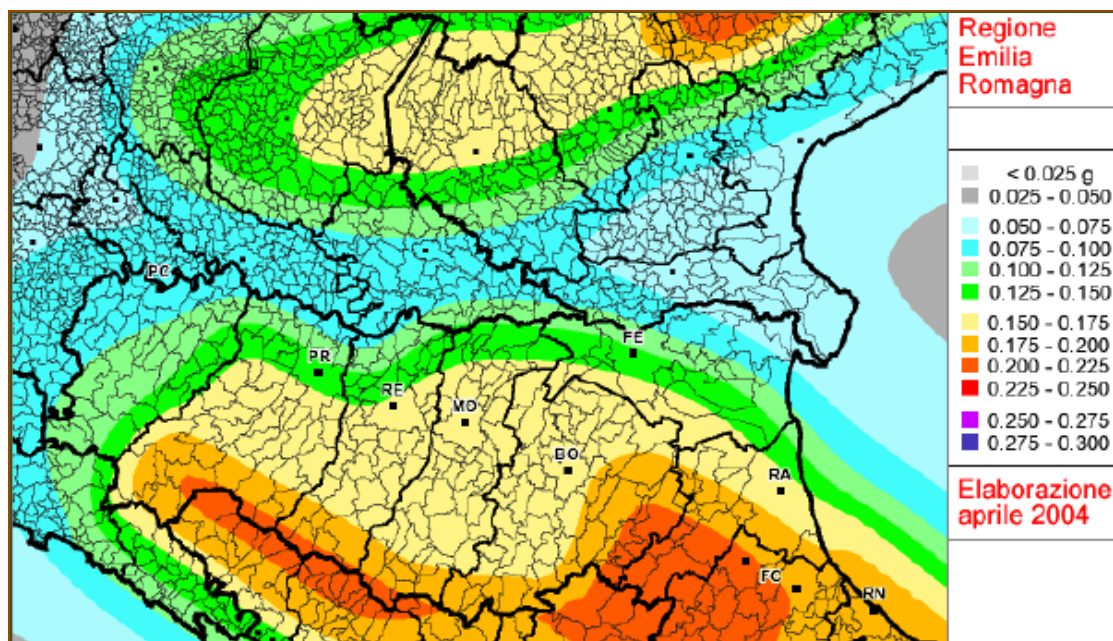


Figura 2 - Mappa di pericolosità sismica di riferimento (Ordinanza PCM del 20 marzo 2003 n. 2374 All. 1) espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, All. 2, 3.1) allegata all'Ordinanza PCM n. 3519 del 28 aprile 2006. (Fonte: Sito web della Regione Emilia-Romagna).

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 14 Gennaio 2008), hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva solo ai fini progettuali: per ciascuna zona - e quindi territorio comunale - precedentemente veniva infatti fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione occorre considerare un'accelerazione di riferimento per il sito in esame, individuata sulla base delle coordinate geografiche e in funzione della vita nominale dell'opera.

Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali. Pertanto, la classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del Comune) rimane utile solo, ed è questo il caso della Microzonazione Sismica, per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli Enti preposti (Regione, Genio Civile, ecc..).

Per quanto riguarda la classificazione sismica del Comune di San Cesario sul Panaro, in riferimento agli effetti macrosismici osservati (*Scala Mercalli Caccani Sieberg*), si riporta la mappa delle massime intensità attese per i comuni dell'Emilia-Romagna (Figura 3), nella quale si può notare che per il Comune di San Cesario sul Panaro I_{max} raggiunge l'8° grado.

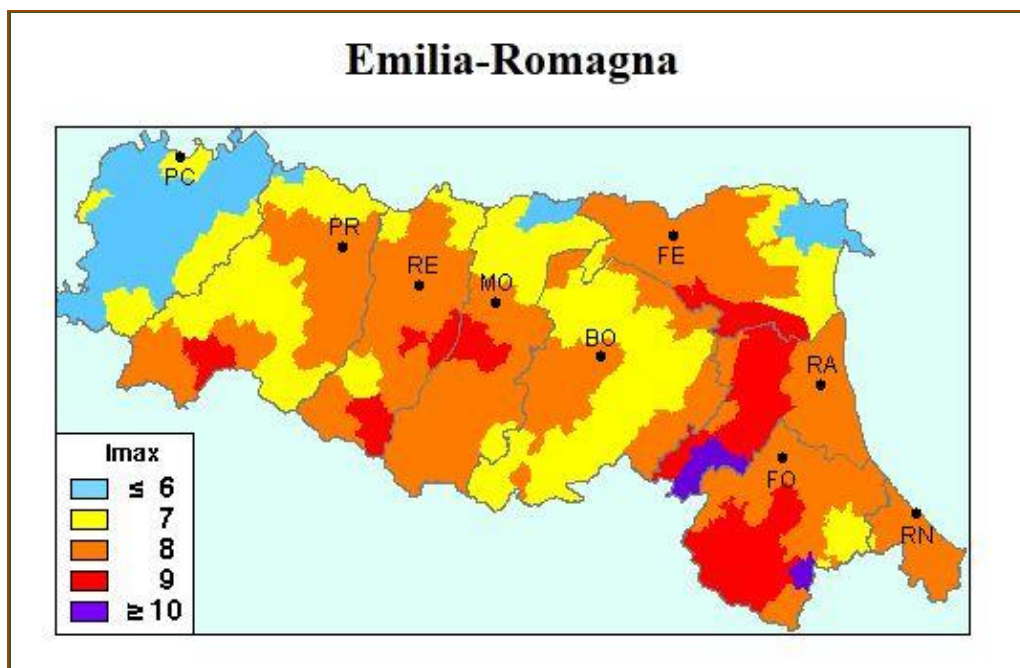


Figura 3 – Massime intensità macrosismiche.

3.1.1.2.2. Pericolosità sismica

Il concetto di pericolosità, non solo ristretto al campo sismico, viene grossolanamente definito come la probabilità che un evento “pericoloso” di una certa magnitudo colpisca un dato territorio durante uno specifico intervallo di tempo.

In coerenza con tale definizione, per definire la pericolosità sismica occorre:

- fissare un valore di un determinato parametro sismico: magnitudo, scuotimento tellurico; accelerazione, ecc..;
- delimitare il territorio per il quale si vuole definire la pericolosità;
- fissare un tempo di ritorno dell'evento per il quale si vuole determinare la probabilità di accadimento.

Le numerose ricerche, e soprattutto le osservazioni compiute in occasione di eventi tellurici che nel passato, anche recente, hanno colpito varie regioni del mondo, hanno evidenziato che non sempre esiste una relazione diretta tra i dissesti o i danni causati dal terremoto e l'energia sprigionata dal medesimo. È stato inoltre osservato che a parità di distanza dall'epicentro in alcune aree si riscontravano danni maggiori rispetto ad altre. Si sono poi verificati casi paradossali, per i quali il terremoto ha causato danni più importanti a centinaia di chilometri di distanza dall'epicentro mentre le zone vicine sono state colpite con effetti meno marcati. Tale duplice natura della pericolosità sismica viene solitamente descritta considerandola come formata da due distinte componenti: la pericolosità di base e la pericolosità locale.

3.1.1.2.2.1 Pericolosità di base

La pericolosità di base (o pericolosità regionale) prescinde dalle caratteristiche locali e dipende solamente dalla sismicità che si risente nella regione all'interno della quale si colloca il territorio preso in considerazione (in questo caso il territorio comunale).

Nel capitolo precedente di "Classificazione sismica" abbiamo già dato conto dell'attribuzione quantitativa della pericolosità sismica di base; si ricordano ora, visto il loro interesse, dati e mappe più significativi utilizzate nel procedimento probabilistico di analisi della pericolosità sismica (PSHA) per la costruzione delle mappe di pericolosità.

Per quanto riguarda la **sismicità** è stata caratterizzata la distribuzione temporale (ricorrenza), spaziale e di magnitudo dei terremoti tramite catalogo tenendo conto del periodo di completezza di quest'ultimo.

Senza pretese di esaustività riteniamo interessante, in questa sede, riportare la "storia sismica" del Comune di San Cesario sul Panaro (Figura 4).

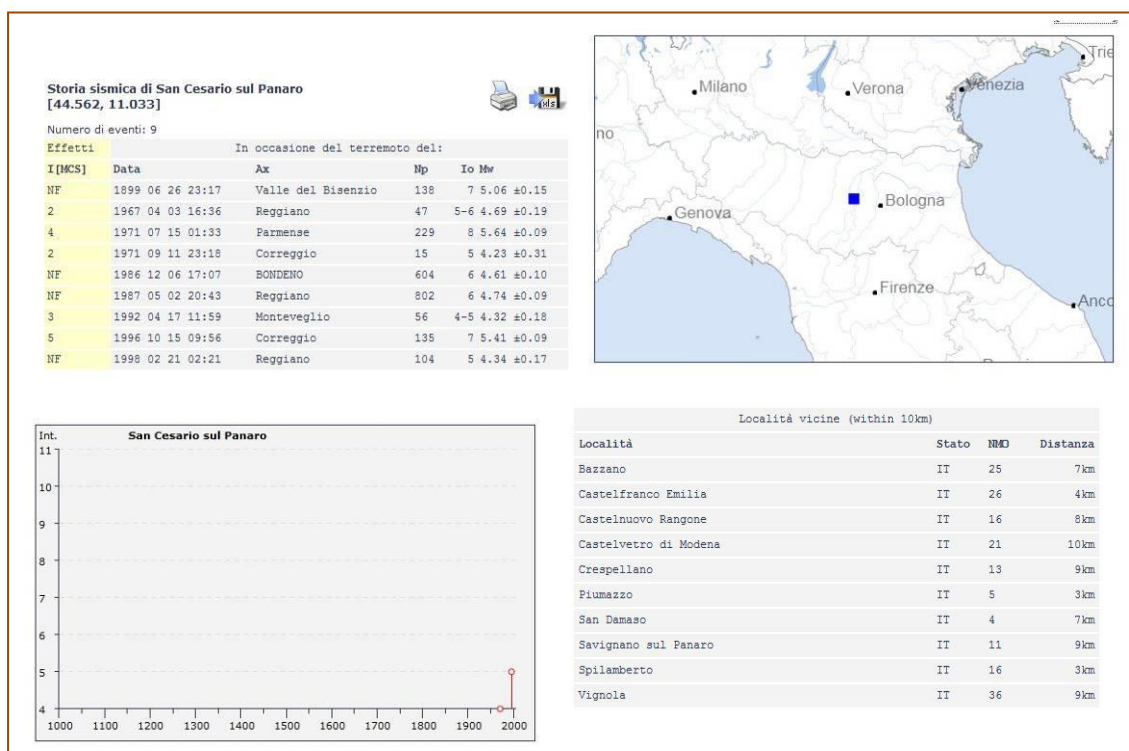


Figura 4 – "Storia sismica" Comune di San Cesario sul Panaro.

Per quanto riguarda le **sorgenti** sono state caratterizzare le faglie attive attraverso parametri che ne riassumono il comportamento (zone sismiche). A tale proposito si riportano:

- 1) un estratto, dal "Geoportale Nazionale" del Ministero dell'Ambiente, della mappa delle zone sismiche (Figura 5) (tratta da "Rapporto Conclusivo della zonazione sismogenetica ZS9 - Appendice 2" (Marzo 2004) del Gruppo di

Lavoro per la redazione della Mappa di Pericolosità Sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) dalla quale, per le zone nelle quali ricade il Comune in oggetto e cioè la n. 912 e la 913, si possono dedurre i seguenti valori massimi della magnitudo momento (M_w max).

- 912 “Dorsale Ferrarese” $M_w = 6,14$
- 913 “Appennino Emiliano-Romagnolo” $M_w = 6,14$

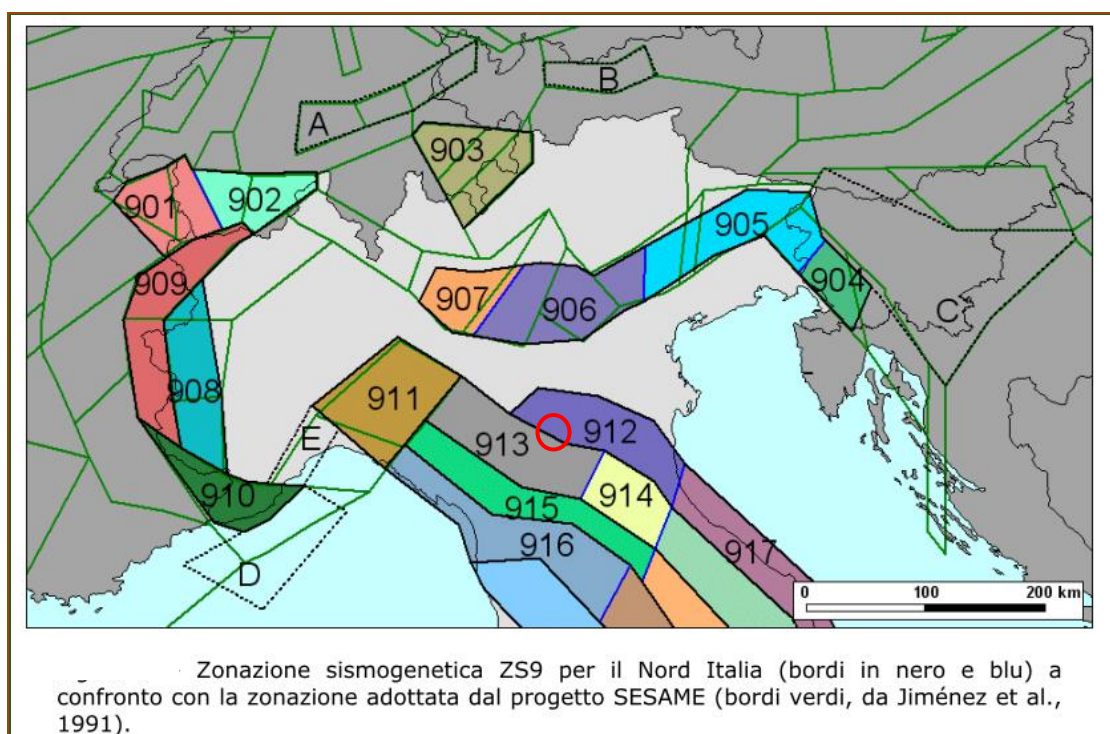


Figura 5 – Mappa zone sismiche (estratto da App. 2 al Rapporto Conclusivo-Zonazione Sismogenetica ZS9-INGV). Il cerchio rosso individua l'ubicazione di San Cesario sul Panaro.

- 2) un estratto, della mappa delle “Sorgenti sismogenetiche” (Figura 6) tratto dal “Database of Individual Seismogenetic Sources - 3” dal quale si può segnalare, per l'area di interesse, la seguente sorgente: ITCS047 Castelvetro di Modena-Castel San Pietro Terme.

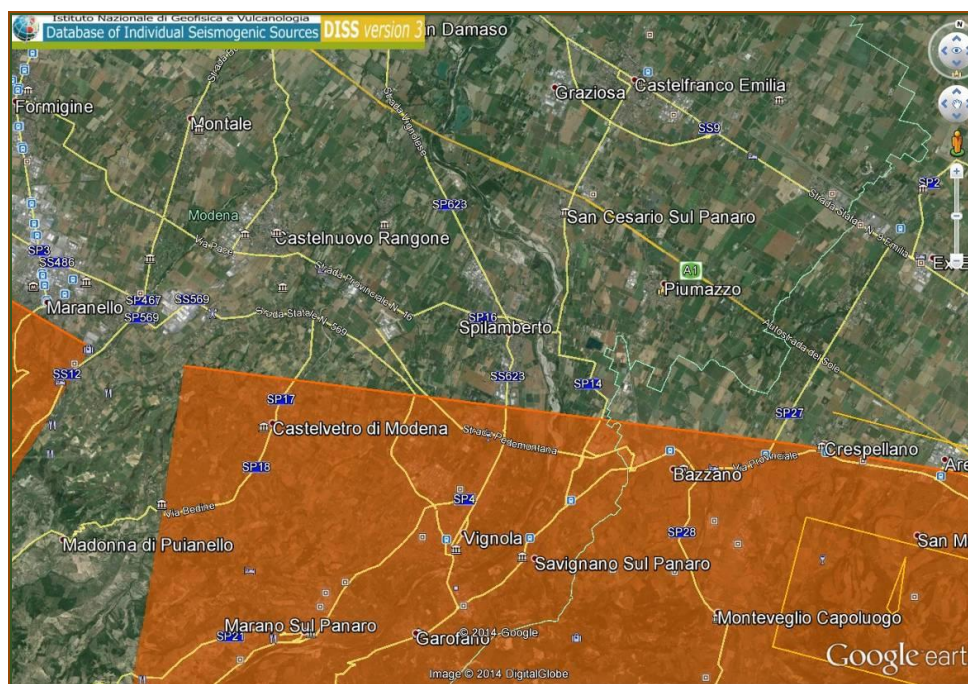


Figura 6 – Estratto mappa “Sorgenti sismogenetiche”. (Dati da: <http://diss.rm.ingv.it/diss/KML-HTMLoptions.html>).

3.1.1.2.2 Pericolosità locale

La pericolosità locale dipende da fattori geologici e morfologici locali, tanto che lo stesso evento sismico può essere risentito in maniera diversa in settori diversi del medesimo territorio, anche a parità di tipologia edilizia (così detto effetto a “macchie di leopardo”).

La pericolosità locale si occupa pertanto di quegli aspetti che, in caso di terremoto, possono dare luogo localmente a instabilità e/o ad amplificazione dello scuotimento tellurico. Sulla base delle più recenti normative e indirizzi si assume come pericolosità sismica di base il terremoto con probabilità di accadimento pari a uno (certezza probabilistica) in un intervallo di tempo di 475 anni³.

Ciò corrisponde a una probabilità di accadimento del 10% su 50 anni.

Per descrivere la pericolosità del terremoto di riferimento si possono utilizzare varie grandezze quali ad esempio:

- il valore di accelerazione massima al suolo atteso PGA (*peak ground acceleration*) o a_{max} , già introdotto nel paragrafo precedente;
- lo spettro di risposta elastico (che può essere definito in accelerazione, in velocità o in spostamento);
- l'Intensità di Housner;
- altri parametri.

³ Alcuni studiosi (ad es. Wang & Ormsbee, 2005) criticano tali scelte che sono comunque entrate a far parte dell'impianto normativo di numerosi paesi e regioni del mondo. Con argomentazioni fisico-matematiche viene infatti evidenziato che l'incertezza nella determinazione della pericolosità sismica può essere molto grande, tanto che l'assegnazione di un determinato valore di pericolosità può essere affetta da un errore elevato.

Le grandezze elencate vengono solitamente utilizzate per esprimere il valore della pericolosità di base per l'intero territorio considerato (comunale o anche più grande); esse descrivono il "terremoto di riferimento" definito su base statistica, analizzando la serie storica degli eventi sismici avvenuti nell'area in studio o nella regione che la comprende.

Gli stessi parametri possono essere utilizzati, attraverso vari procedimenti più o meno rigorosi, anche per valutare qualitativamente e quantitativamente gli effetti sismici di sito che possono variare all'interno del territorio considerato in relazione alle differenti caratteristiche morfologiche e litotecniche locali.

Il dato della pericolosità di base è di norma riferito a un contesto litologico e morfologico ideale, riassumibile in un "sito di riferimento" pianeggiante con substrato roccioso affiorante. Tali condizioni non corrispondono quasi mai al contesto reale del sito o del territorio per il quale si vuole valutare la pericolosità sismica.

Basta ad esempio la presenza di una copertura detritica di 5 o più m di spessore al di sopra di un substrato rigido (così detto *bedrock* sismico), perché vi sia la possibilità che, in caso di scossa tellurica, si verifichino degli effetti locali di amplificazione dello scuotimento e che quindi la pericolosità sismica locale sia da considerare più alta della pericolosità di base.

Attraverso valutazioni quali-quantitative è possibile stimare localmente il potenziale di incremento del risentimento sismico utilizzando le stesse grandezze (PGA, Spettro di risposta elastico, Intensità di Housner o intensità spettrale SI) e quindi calcolare l'eventuale fattore di amplificazione, rapportando il risultato ottenuto con quello del sito di riferimento al quale viene attribuita la pericolosità di base (ad es. PGA/PGA_0 , SI/SI_0).

Il fattore di amplificazione non è altro che il valore del rapporto tra la grandezza che esprime la pericolosità al sito (comprensiva quindi degli effetti locali) e il valore attribuito al sito di riferimento e cioè quello definito dalla pericolosità di base.

Nella progettazione e nella pianificazione territoriale la pericolosità di base (o pericolosità regionale), essendo un parametro che non può essere modificato, perché dipende solamente dalla sismicità naturale dell'area, può essere tenuta in considerazione a livello delle prescrizioni normative.

Essa è quasi sempre valida sulla scala dell'intero territorio comunale (o di una sua parte significativa) senza distinzioni particolari all'interno di ampi settori territoriali. Si tratta, di fatto, di un dato da assumere tal quale nella progettazione.

I risultati dell'analisi della pericolosità locale, proprio perché indirizzati a riconoscere quelle situazioni territoriali per le quali la pericolosità sismica si discosta dal valore regionale, possono essere presi come riferimento per indirizzare non solo gli aspetti normativi e d'indirizzo per l'uso di un territorio, ma anche le scelte di localizzazione e di trasformazione urbanistica.

La pericolosità locale dipende dalle caratteristiche del sito e può variare fortemente a seconda del variare delle condizioni morfologiche e litologiche.

Già a livello dell'intero territorio comunale è possibile riconoscere settori caratterizzati da pericolosità locale più alta rispetto ad altri meno pericolosi.

3.1.1.3. Assetto geologico e geomorfologico dell'area

3.1.1.3.1. Inquadramento tettonico e strutturale

Il territorio Comunale di San Cesario sul Panaro, dal punto di vista geologico, è posto nella fascia pedeappenninica. Più in particolare esso si colloca nella medio-alta pianura modenese, a ridosso della prima fascia collinare (posta pochi chilometri più a sud del confine comunale) dove s'individuano i più vicini affioramenti di rocce marine (Argille Azzurre Plioceniche e altre formazioni più antiche).

Tali formazioni, infatti, s'immergono verso nord al di sotto dei depositi continentali pleistocenici e attuali (Figure 6, 7 e 8) tanto che la base dei terreni marini pliocenici s'approfondisce procedendo da sud verso nord, raggiungendo, all'altezza di Spilamberto (in riva sinistra Panaro) e poco a sud di San Cesario (in riva destra) la profondità di circa 1.500 m.

* * *

Sulla base degli studi promossi dalla Regione Emilia-Romagna è stata definita l'architettura stratigrafica a scala regionale dei depositi continentali della pianura emiliano-romagnola, attraverso l'uso della stratigrafia sequenziale e delle unità a limiti inconformi⁴ (*unconformity bounded units*) (Regione Emilia Romagna, ENI-AGIP, 1997).

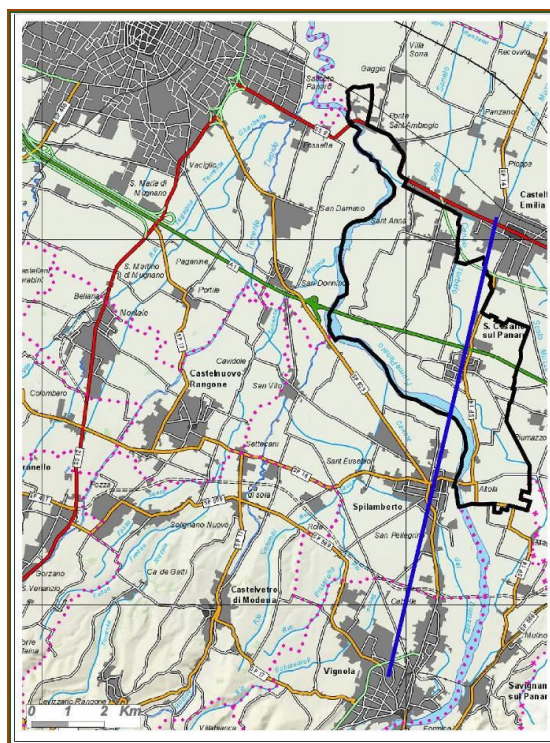


Figura 7 – Comune di San Cesario (perimetro in nero), inquadramento territoriale. (Base cartografica estratta e ridotta con inserti grafici da provincia di Modena, Carta del territorio, scala originale 1:100.000). La linea blu indica la traccia della Sezione Geologica di cui alla Figura 9.

⁴ Unità stratigrafiche delimitate alla base e al tetto da superfici di discontinuità dimostrabili, significative e specificamente designate (discordanze angolari, disconformità, ecc.), di estensione regionale, o comunque significativa a scala subregionale.

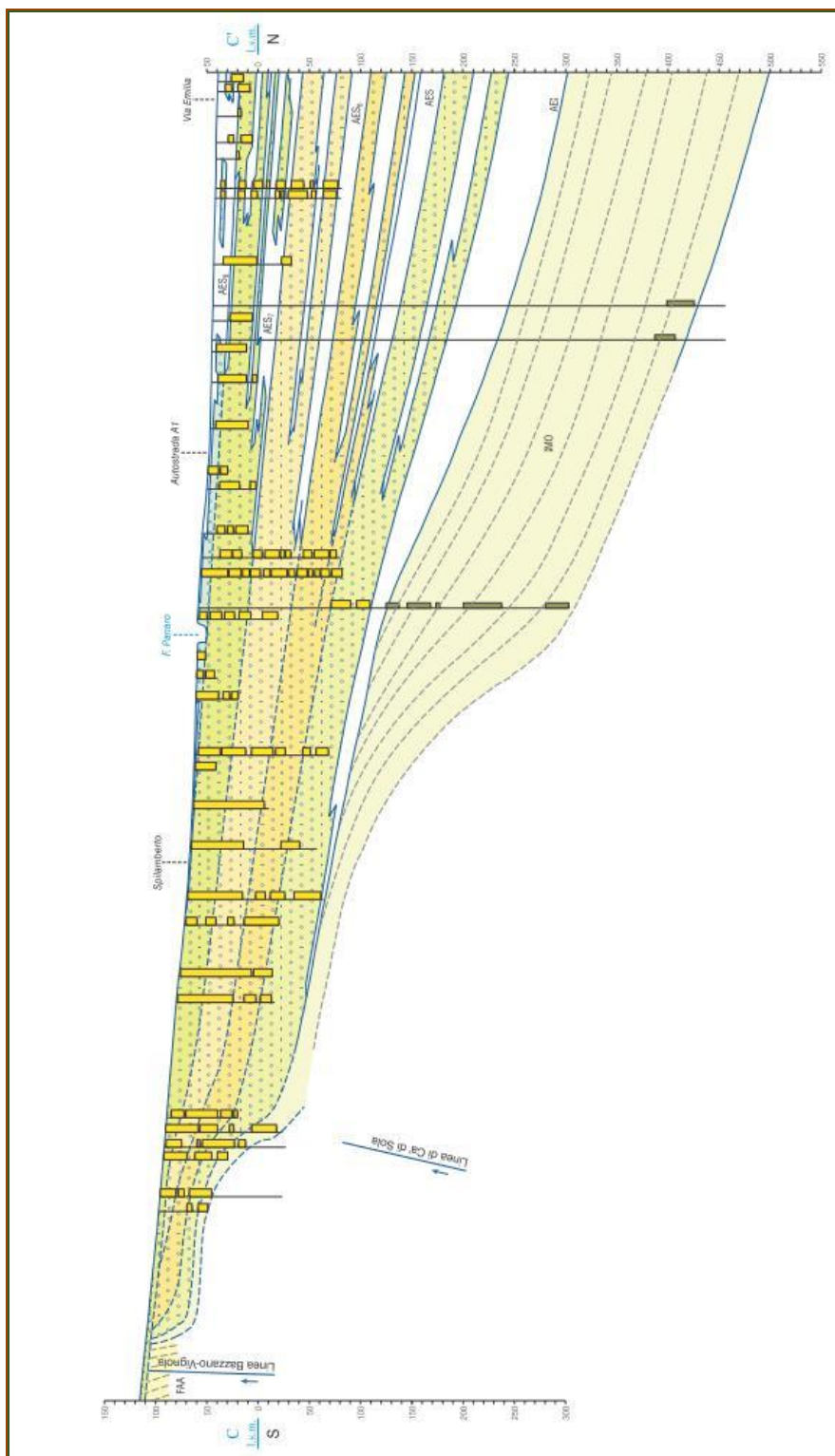


Figura 8 – Sezione geologica da Vignola a Castelfranco Emilia (da sito web cartografico della Regione Emilia-Romagna, Ufficio Geologico, Sismico e dei Suoli); non in scala. Sigle principali: AES8: subsistema di Ravenna; AES7b: subsistema di Villa Verucchio, Unità di Vignola; AES7a: subsistema di Villa Verucchio, unità di Niviano; AES6: Subsistema di Bazzano; AES: Sintema emiliano-romagnolo superiore (indifferenziato); AEI: Sintema emiliano-romagnolo inferiore; IMO: Sabbie di Imola (Quaternario marino); FAA: Argille Azzurre (Pliocene marino). Per gli altri simboli si veda la figura che segue (Figura 9).

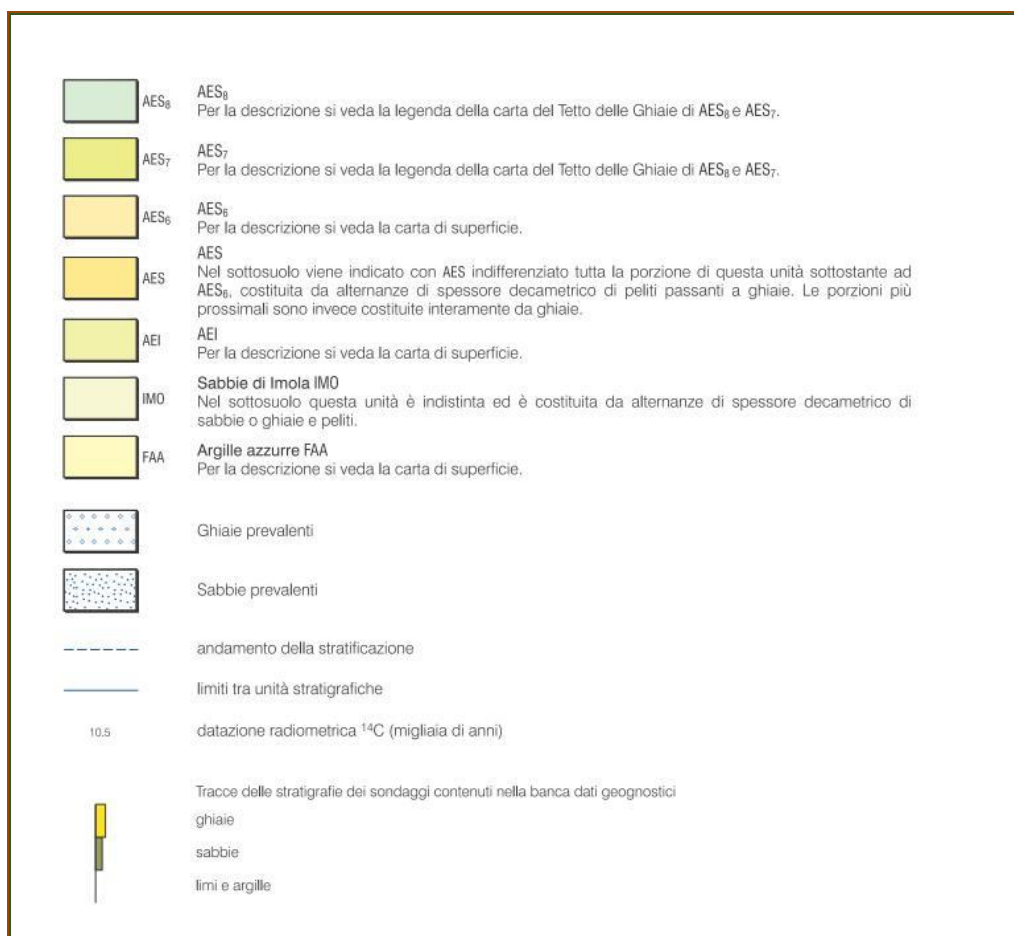


Figura 9 – Legenda della Sezione Geologica riportata nella Figura precedente. Legenda stratigrafia: AES8:subsintema di Ravenna (AES8a:Unità di Modena); AES7:subsintema di Villa Verucchio (AES7b: unità di Vignola); AES7a:Unità di Niviano); AES6:subsintema di Bazzano; AES: Sintema emiliano-romagnolo superiore indifferenziato ma distinto da AES6, AES7 e AES8; AEI: Sintema emiliano-romagnolo inferiore.

I depositi del così detto Quaternario continentale della pianura emiliano-romagnola sono stati così raggruppati (Figure 8 e 10) in un unico *Supersintema emiliano romagnolo*, il cui limite inferiore affiora solamente a ridosso del margine appenninico oppure nelle aree intravallive collinari (Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP, 1998). A sua volta il *Supersintema emiliano romagnolo* è stato suddiviso in due sintemi:

- *Sintema emiliano-romagnolo inferiore*, che comprende le unità stratigrafiche di ambiente continentale, sedimentate all'incirca tra 650 mila e 350/450 mila anni fa, indicato con la sigla cartografica AEI;
- *Sintema emiliano-romagnolo superiore*, comprendente i depositi continentali da 350/450 mila anni fa fino al presente, indicato con la sigla cartografica AES, i cui termini superiori (subsintema di Ravenna e subsintema di Villa Verucchio) affiorano o comunque si rinvencono, negli scavi e nelle perforazioni, a relativamente bassa profondità (pozzi per acqua e indagini geognostiche) anche nel Comune di San Cesario (Sezione di cui alla Figura 9).

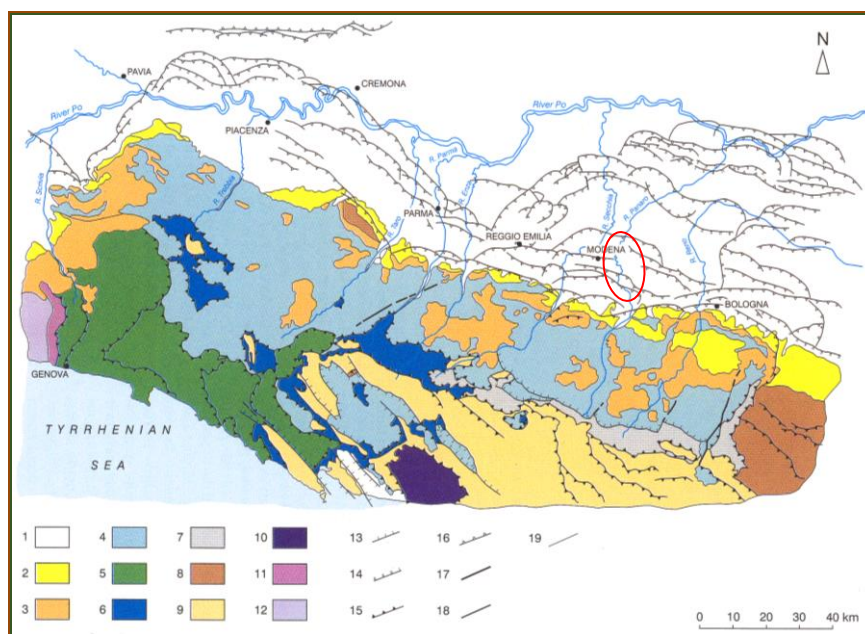


Figura 10 - Carta geologica schematica dell'Appennino Settentrionale (Estratto da Bettelli & De Nardo, 2001).
LEGENDA: 1) depositi quaternari; 2) Depositi marini del Miocene Sup.-Pleistocene; 3) Successione epiligure; 4) Unità liguri esterne; 5) Unità liguri interne; 6) Unità subliguri; 7) Unità tettonica Sestola-Vidiciatico e Melange di Firenzuola; 8) Unità umbro-romagnole; 9) Unità toscane; 10) Unità metamorfiche toscane; 11) Zona Sestri-Voltaggio; 12) Gruppo di Voltri; 13) Faglie dirette; 14) Faglie dirette (nel sottosuolo); 15) Faglie inverse e sovrascorrimenti; 16) Faglie inverse (nel sottosuolo); 17) Faglie trascorrenti, di strappo o di trasferimento; 18) Faglie ad alto angolo a cinematica ignota (nel sottosuolo); 19) Limiti litologici. (L'ovale a bordo rosso individua il territorio di S. Cesario sul Panaro).

Nell'areale in esame, si verifica che i terreni marini sottostanti i depositi continentali, del Pliocene medio-superiore, sono costituiti principalmente dalle Argille Azzurre (argille marnose e/o sabbiose grigio bluastre con orizzonti fossiliferi e livelli o orizzonti anche importanti di sabbie) che comunque non affiorano all'interno nel territorio comunale, ma si trovano a profondità generalmente superiori ai 100-150 m rispetto il p.c (in aumento procedendo da sud verso nord: Figura 8).

* * *

Dal punto di vista sismo-tettonico si può affermare che l'evoluzione strutturale della catena appenninica (considerando sia la sua parte emersa che quella sepolta nel sottosuolo padano: Figure 10 e 11), continua anche ai giorni nostri, come evidenziato dall'attività sismica in corrispondenza delle strutture tettoniche che hanno controllato la sedimentazione nel bacino padano, talora dislocando pure le unità sedimentarie più recenti plio-pleistoceniche di ambiente marino (che affiorano nei pressi del margine pedecollinare) e i depositi continentali del Pleistocene che affiorano principalmente nelle valli o che formano il sottosuolo della pianura.



Figura 11 – Principali strutture sepolte della Pianura Emiliano-Romagnola (Estratto con modifiche da Regione Emilia-Romagna, Eni-Agip, 1998).

Tale attività sismogenetica si localizza in settori specifici della catena montuosa (Martelli, 2011):

- 1) nell'alto Appennino, soprattutto in corrispondenza del crinale principale;
- 2) nel basso Appennino, soprattutto nell'area pedemontana;
- 3) in pianura, in corrispondenza delle strutture tettoniche sepolte (così dette Pieghe Emiliane e Pieghe Ferraresi) (Figure 10, 11, 12 e 13) fino a nord del corso del fiume Po.

Dati geologici, morfologici e strutturali mostrano che il settore romagnolo dell'Appennino Settentrionale (a est della Linea del Sillaro) risulta più sollevato rispetto al settore emiliano (Martelli, 2011).

I dati GPS confermerebbero l'attuale sollevamento differenziale della catena in diminuzione relativa da est verso ovest⁵ (Martelli, 2011).

⁵ Velocità di sollevamento crostale relativamente più alte per i settori orientali della catena (Martelli, 2011).

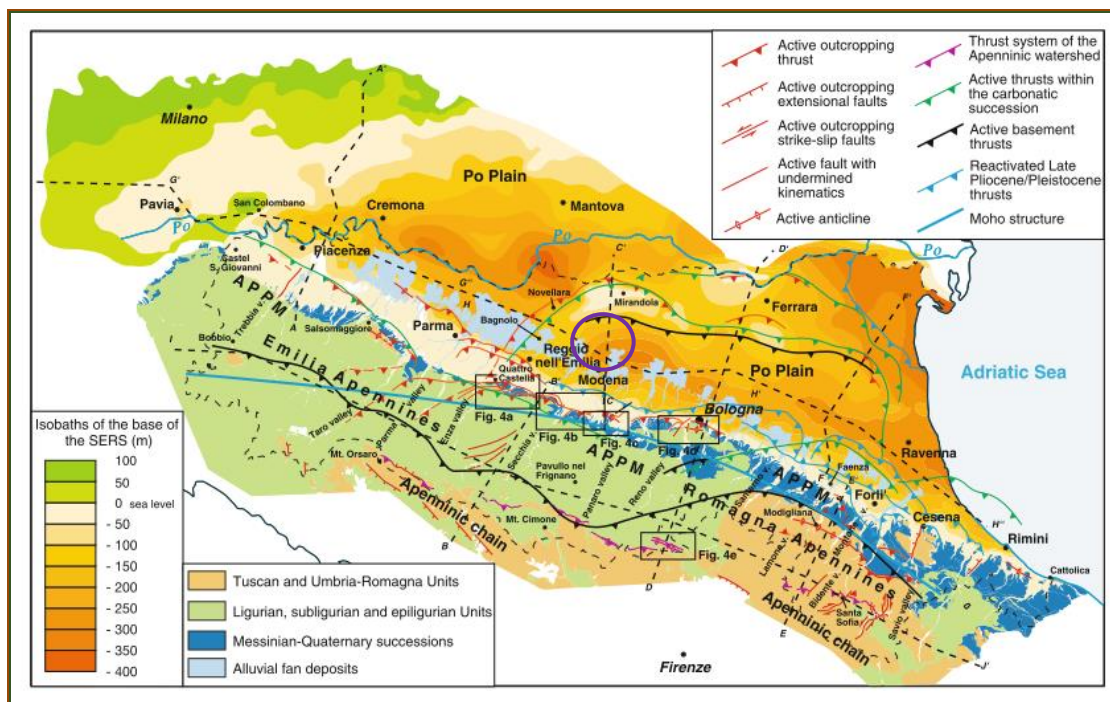


Figura 12 – Strutture tettoniche attive del settore padano dell'Appennino Settentrionale (estratto da Boccaletti et al., 2011).

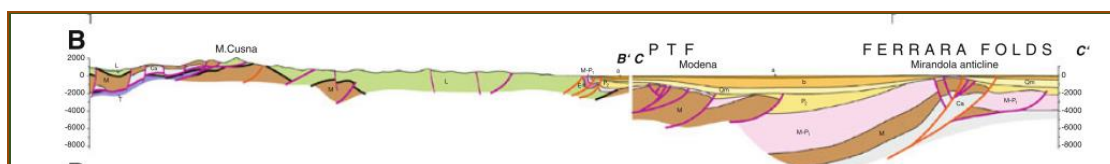


Figura 13 – Sezioni geologiche attraverso l'Appennino Settentrionale fino a comprendere i settori sepolti della catena in Pianura Padana (per l'ubicazione si veda la figura precedente) (estratto da Boccaletti et al., 2011).

Nel settore di alta montagna (presso il crinale principale) i dati sismologici mostrano meccanismi focali sia di tipo estensionale che di tipo compressivo, con i primi localizzati a profondità relativamente basse (entro 12-15 Km) rispetto i secondi (generalmente oltre i 20 km) (Boccaletti et al., 2004 e 2010; Catalogo dei meccanismi dei terremoti mediterranei RCMT, <http://www.bo.ingv.it/RCMT/>).

La zona pede-appenninica è caratterizzata da meccanismi focali prevalentemente di tipo compressivo (Boccaletti et al., 2004; 2011) che si concentrano in una fascia nella quale le evidenze geologiche di attività tettonica sono particolarmente significative (dislocazione di depositi continentali, modifiche del reticolo idrografico, scarpate strutturali; ecc.: Ghiselli e Martelli, 1997; Boccaletti et al., 2004; Boccaletti et al., 2011; Martelli, 2011). Tali movimenti sono attribuibili a un sistema di strutture di accavallamento che nel complesso formano il così detto Fronte di Accavallamento Pedemontano (*Piedmont Thrust Front*, Boccaletti et al., 1985).

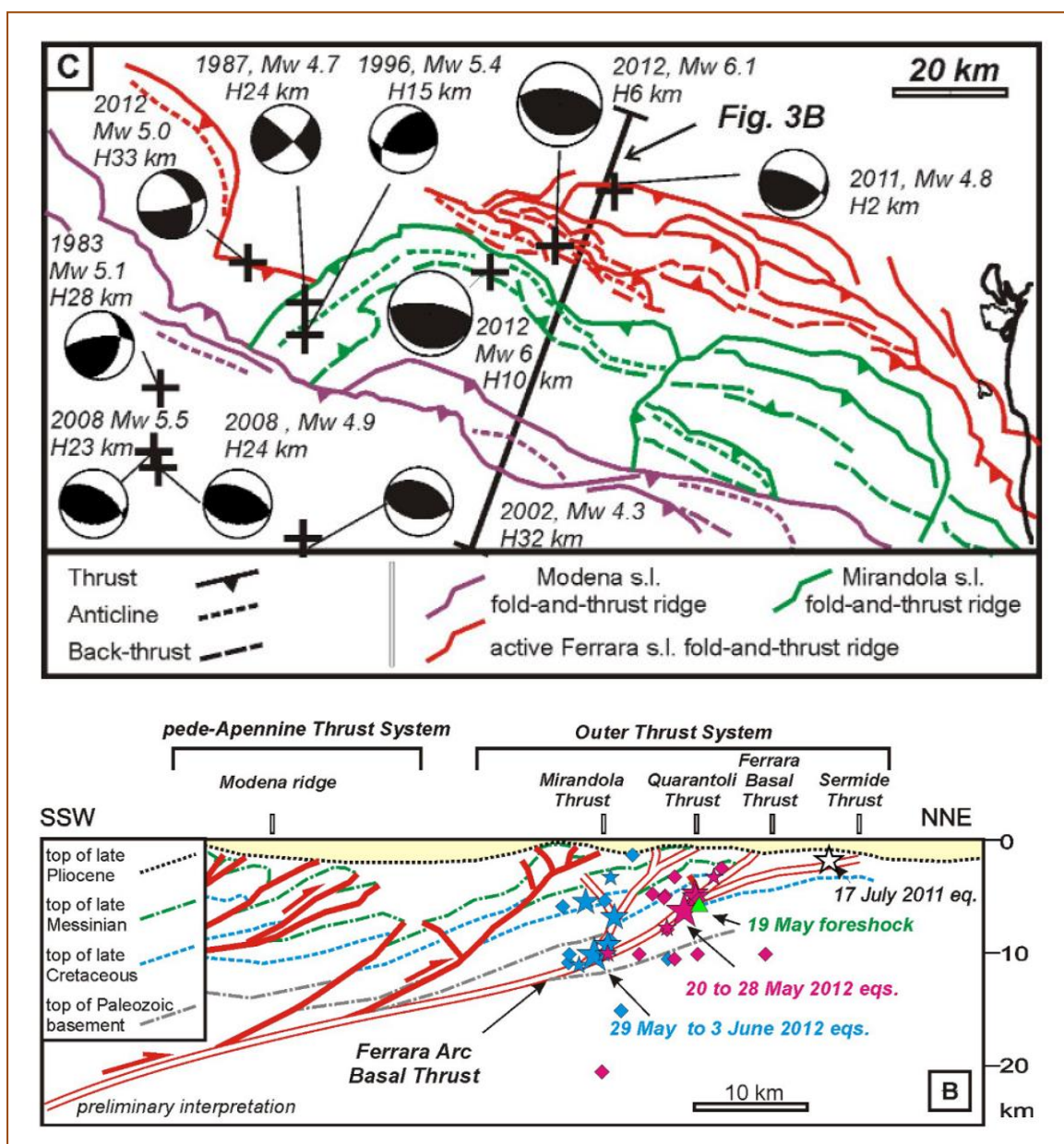


Figura 14 – Quadro sismotettonico della pianura emiliano-romagnola, con indicazione della posizione epicentrale e della risoluzione focale dei principali eventi sismici avvenuti nelle ultime decine di anni, e sezione sismotettonica interpretativa della sequenza sismica del maggio-giugno 2012 (da Lavecchia et al., 2012).

Per quanto riguarda i settori della pianura, dove le conoscenze geologiche profonde sono legate principalmente agli studi per la ricerca petrolifera (Pieri & Groppi, 1981) le strutture che mostrano maggiori dislocazioni recenti sono le Pieghe Emiliane, l'arco delle Pieghe Ferraresi e le Pieghe Adriatiche (Figure 10, 11, 12 e 13) (Martelli, 2011), come confermato sia dalle recenti sequenze sismiche del 2012 che da altri eventi, anche forti e con magnitudo che ha raggiunto e/o superato il valore 5, avvenuti negli ultimi 30-40 anni (Figura 14).

Nella figure 15 e 16 è riportato l'andamento delle principali strutture tettoniche sepolte che caratterizzano l'assetto geologico della pianura modenese, inquadrata a livello regionale come da Figure 10, 11 e 12. Sono presenti principalmente strutture (pieghe e faglie) con andamento ONO-ESE/O-E (fronti principali) le cui rampe laterali (ad andamento generalmente SO-NE) si posizionano solitamente al di fuori dei confini provinciali (ad esempio la direttrice di collegamento tra Novi di Modena, e Reggio Emilia, passando per Correggio, che rappresenta la rampa laterale del sistema delle Pieghe Ferraresi), che interessano, oltre che i livelli più profondi della copertura alluvionale quaternaria (la cui sedimentazione è stata controllata dai movimenti di tali strutture), soprattutto le formazioni marine antiche (plioceniche e pre-plioceniche).

Se si prende come riferimento la profondità del tetto dei sedimenti marini, che rappresenta lo spessore dei depositi continentali, si riconosce una morfologia sepolta a valli e dorsali orientata all'incirca secondo un andamento est-ovest. Tale morfologia è ancor più accentuata se si fa riferimento al tetto delle unità pre-plioceniche (Figura 15).

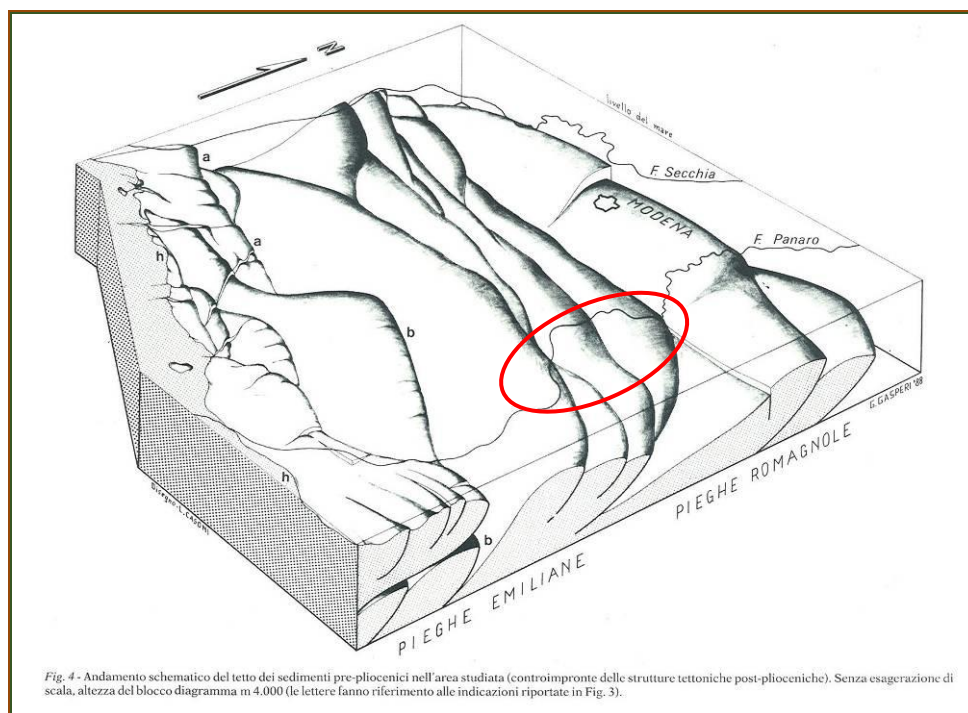


Figura 15 – Andamento schematico del tetto dei sedimenti pre-pliocenici. (Il cerchio rosso individua indicativamente la posizione del territorio di San Cesario). (Estratto da Gasperi et al., 1987).

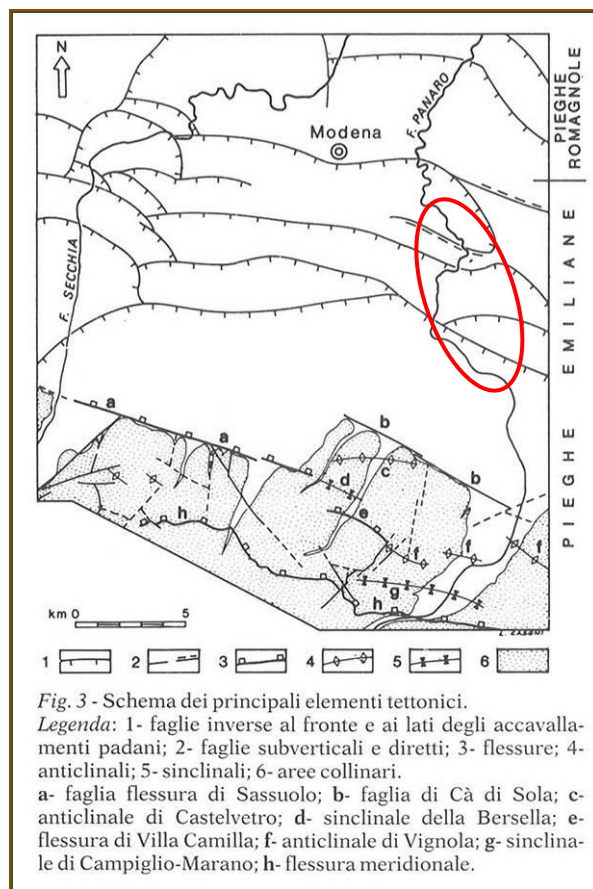


Figura 16 – Schema strutturale dell’alta pianura modenese. (Estratto da Gasperi et al., 1987).

Si tratta per lo più di strutture ad andamento arcuato (in pianta) riconducibili a superfici di accavallamento lungo le quali si concentra l'energia e la deformazione tettonica indotta, a scala regionale, dal generale movimento di avvicinamento relativo dell'Europa all'Africa, con la prima che tende a sottoscorrere alla seconda. Tale processo, che dura da decine di milioni di anni e che ha dato origine alle catene Alpina e Appenninica, è tutt'ora in corso, come evidenziato anche dalla sismicità collegata a tali strutture (ad es. 1996 presso Correggio-Novellara, o, più recentemente, 2012 nella bassa pianura modenese e ferrarese).

3.1.1.3.2. Inquadramento stratigrafico-litologico

3.1.1.3.2.1 Stratigrafia

Come già accennato nel capitolo precedente, il primo sottosuolo del territorio comunale (Figura 8) è formato da depositi alluvionali ascrivibili al subsintema di Ravenna e al sottostante subsintema di Villa Verucchio.

Ne consegue che in affioramento, laddove possibile, si possono osservare solamente sedimenti di ambiente continentale relativamente recenti, riferibili al

subsintema di Ravenna (Figura 17) o, in via subordinata, depositi fluviali in evoluzione confinati esclusivamente nell'alveo del Fiume Panaro.

Solo in alcuni scavi di cava, sono localmente osservabili ghiaie forse attribuibili al subsintema di Villa Verucchio che affiora più estesamente nell'area pedecollinare, poco più a sud del territorio comunale di San Cesario, tra Vignola, e Savignano sul Panaro.

3.1.1.3.2.1.1 Subsintema di Villa Verucchio (Unità di Vignola)

I terreni più antichi, osservati in scavi di cava sono (dubitativamente) attribuibili alla così detta unità di Vignola, i cui limiti inferiore e superiore sono rispettivamente datati grossomodo tra i 30000/35000 e gli 8000/15000 anni fa (note illustrative Fogli Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000: nn. 201, 202, 219, 220 e relative bibliografie).

L'unità è composta, nei settori di alta e media pianura, principalmente da ghiaie grossolane e ciottoli fluviali sub-arrotondati in matrice clasto-sostenuta limosa e limo-sabbiosa.

Per quanto riguarda San Cesario sul Panaro, l'unità è visibile in affioramenti limitati all'interno delle cave, ma spesso le ghiaie non sono distinguibili dai sovrastanti depositi del subsintema di Ravenna, soprattutto in assenza (o se non viene riconosciuto) del paleosuolo che solitamente è posto alla sommità dell'unità di Vignola e che indicherebbe un periodo di stasi nella sedimentazione.

Dal punto di vista stratigrafico, l'unità di Vignola costituisce la porzione sommitale del subsintema di Villa Verucchio.

3.1.1.3.2.1.2 Subsintema di Ravenna

Pressoché tutti i depositi affioranti o sub affioranti nel territorio in esame sono da attribuire a tale unità (Figura 7) la cui sedimentazione è riconducibile ad ambienti di piana inondabile.

Essa comprende sedimenti, prevalentemente fini, nella bassa e media pianura, grossolani, nell'alta pianura e nei fondivalle collinari, deposti durante il periodo ultimo postglaciale, al di sopra dell'esteso corpo ghiaioso riferibile all'unità di Vignola.

In essa si distingue un'unità pellicolare superficiale (Unità di Modena) formata dai sedimenti di deposizione post-romana distinguibile, soprattutto nella media-bassa pianura, per la presenza in posizione immediatamente sottostante di un paleosuolo (di età romana) che nelle prove penetrometriche è evidenziato da un incremento repentino dei valori di resistenza alla punta.

Il subsintema è formato principalmente da depositi fini che, nel territorio di San Cesario sul Panaro, sono presenti soprattutto nei settori a nord dell'autostrada, laddove i depositi ghiaiosi si rinvenivano solitamente oltre i 5 m di profondità, ma anche a profondità superiori ai 15-20 m (ad es. nell'area della Graziosa).

A sud dell'autostrada e, localmente a nord in corrispondenza di paleoalvei del Panaro, i depositi superficiali fini presentano uno spessore limitato da quasi assenti fino a localmente 5 m circa dal p.c. e ricoprono terreni ghiaioso-ciottolosi e

subordinatamente sabbiosi, indicativi di ambienti di canale, argine o rotta fluviale ad alta energia anch'essi ascrivibili al subsistema di Ravenna.

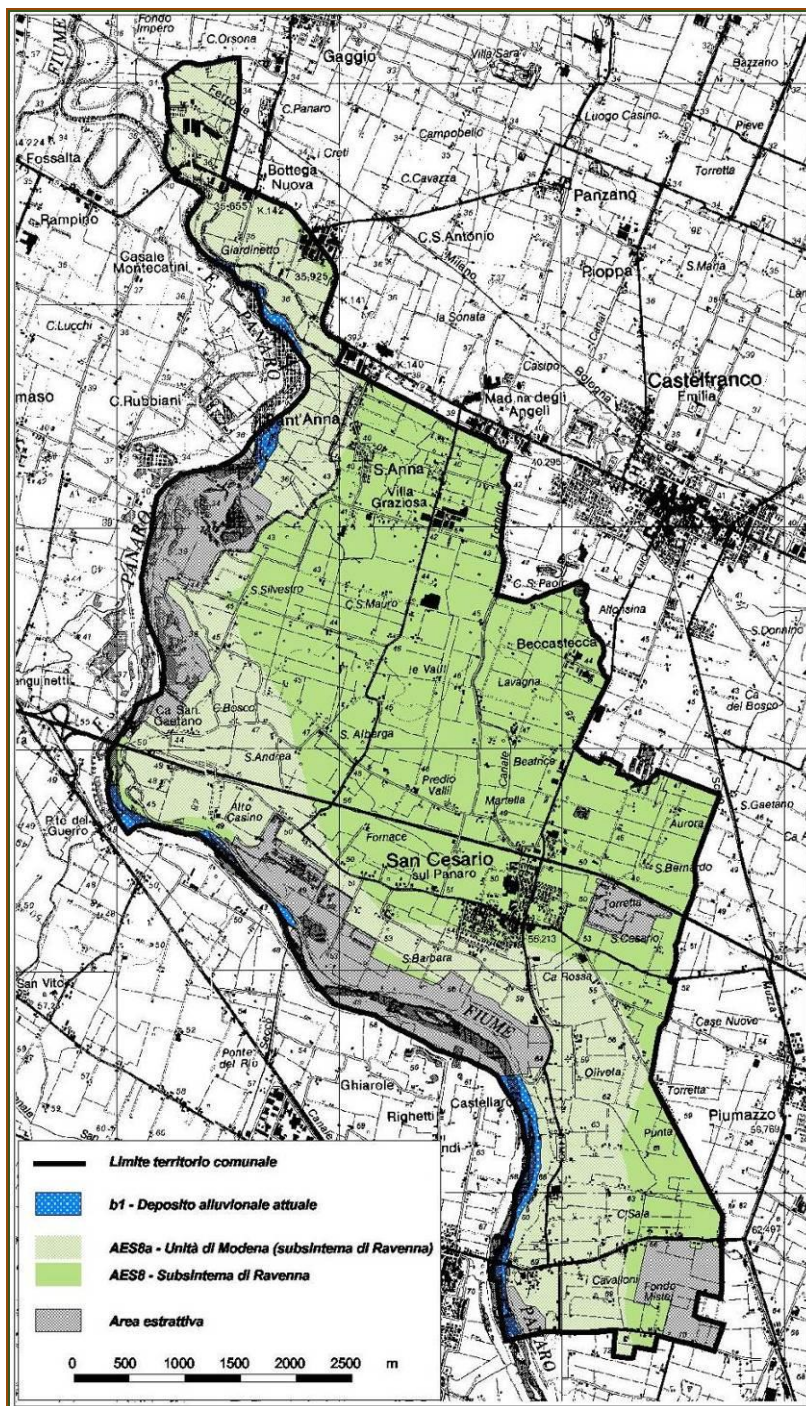


Figura 17 – Carta geologica del comune di San Cesario sul Panaro (unità affioranti o sub affioranti della copertura olocenica). (Basato sui dati della carta geologica regionale desumibili dal sito web cartografico e dal catalogo dei dati cartografici della Regione Emilia-Romagna - Ufficio Geologico Sismico e dei Suoli; Base topografica: estratto da carta topografica alla scala 1:50.000).

Lo spessore complessivo dell'unità è variabile e può presentare una potenza che da pochi metri può anche raggiungere i 20 (zona della Graziosa dove si sovrappone alle ghiaie della sottostante unità di Vignola).

Per quanto riguarda l'unità di Modena, non vi sono grosse differenze, a livello litologico, con la generalità del subsintema di Ravenna. La si individua principalmente su base morfologica (attraverso l'andamento del microrilievo) e per la posizione (lungo una fascia sub parallela e prospiciente al corso attuale del fiume (Figura 18) a testimoniare l'attuale posizione acquisita sostanzialmente dopo l'epoca romana) oppure, come già accennato, è riconoscibile nel sottosuolo per la presenza alla base di un orizzonte sovraconsolidato (paleo suolo romano).

L'unità di Modena comprende quei sedimenti di deposizione recente (post sesto secolo d.C.) e pertanto costituisce la parte stratigraficamente più alta e più recente, generalmente subaffiorante, del subsintema di Ravenna, la cui porzione basale viene invece indicativamente riferita all'Olocene (post-glaciale: 10.0000-12000 anni b.p.).

3.1.1.3.2.1.3 Depositi attuali in evoluzione

Nell'alveo del fiume Panaro sono presenti sedimenti fluviali in evoluzione ghiaiosi a sud, più fini (limoso sabbioso argillosi) nella porzione settentrionale del tratto fluviale che delimita a ovest il territorio comunale.

La deposizione di materiali fini si verifica attualmente anche all'interno dell'area delle casse di espansione fluviale di Sant'Anna, in occasione delle piene principali che comportano un apporto torbido di materiali limo-argillosi e sabbiosi che, per gran parte, decanta all'interno dei laghi prima che l'acqua in eccesso defluisca verso il fiume.

Attraverso l'analisi interpretativa di dati stratigrafici derivanti da prove penetrometriche e stratigrafie di pozzi e sondaggi, e per mezzo della realizzazione di alcune sezioni geologiche (cfr. tavole fuori testo), è stato possibile tracciare a grandi linee l'andamento delle principali unità stratigrafiche del primo sottosuolo (indicativamente fino a profondità di 50-100 m) del territorio comunale di San Cesario. Si possono pertanto distinguere tre settori:

- un settore meridionale, a sud dell'autostrada;
- un settore centrale, tra l'autostrada e la Via Emilia;
- un settore settentrionale, a nord della Via Emilia.

Il settore sud è caratterizzato da un primo sottosuolo a composizione prevalentemente ghiaiosa e ciottolosa. I depositi grossolani sono ricoperti da un sottile strato di suolo e/o di terreni limosi che solo localmente raggiungono i 3-5 m di spessore, mentre più diffusamente risultano meno di 1-1.5 m.

Tale bancata ghiaiosa superficiale supera i 10-15 m di spessore e, verso fiume, può anche raggiungere i 20-25 m, essendo formata dall'amalgamazione dei depositi ghiaiosi recenti (unità di Modena del subsintema di Ravenna) con altri più antichi (persino con quelli dell'unità di Vignola del subsintema di Villa Verucchio). Le ghiaie e i ciottoli formano pertanto un grosso corpo, lateralmente esteso e continuo, delimitato

alla base da un banco argilloso, argilloso-limoso, plurimetrico non ovunque continuo, soprattutto verso fiume. Alcune stratigrafie di pozzi (che per imprecisioni descrittive e di nomenclatura sono ritenute non pienamente affidabili) segnalano spessori di ghiaie per 40-50 m di ghiaie, in contraddizione tuttavia con altri dati vicini che ridurrebbero a circa la metà lo spessore complessivo dei depositi molto grossolani superficiali. Al di sotto dello strato argilloso (che, ove presente, è posto alla base delle ghiaie superficiali), nel settore meridionale del territorio comunale si individua un secondo orizzonte ghiaioso (attribuibile alla così detta unità di Vignola del subsistema di Villa Verucchio). Il cui spessore è valutato (da sezioni geologiche interpretative) in circa 10-20 m, con base posta a circa 50 m dal p.c. Scendendo in profondità la successione prosegue con un orizzonte pelitico prevalente (Unità di Niviano del subsistema di Villa Verucchio) sovrastante depositi grossolani attribuibili al subsistema di Bazzano (suddivisi in almeno due orizzonti plurimetrici separati da un banco pelitico) la cui base si attesterebbe alla profondità di circa 70-80 m dal p.c.

Nel settore centrale, pur distinguendo la medesima successione di unità stratigrafiche descritta per il settore meridionale, si hanno alcune variazioni significative. Si verifica l'approfondimento del primo orizzonte ghiaioso il cui tetto si posiziona a una profondità compresa tra i 5 e i 15 m o più metri dal p.c., per la presenza di una copertura superficiale plurimetrica di peliti argilloso-limose. Le ghiaie hanno uno spessore di alcuni metri, variabile lateralmente, e sovrastano un secondo banco plurimetrico di argille, posto al di sopra delle ghiaie dell'Unità di Vignola le quali hanno la base posta a circa 30-35 m dal p.c. Il resto della successione è simile a quella descritta per il settore meridionale se non che aumentano le profondità (base dell'unità di Niviano a circa 50 m dal p.c.) e base delle ghiaie del subsistema di Bazzano a circa 80-90 m dal p.c.

Le conoscenze stratigrafiche relative al settore settentrionale sono relativamente minori. I terreni pelitici superficiali presentano qui spessori pluridecametrici, con i depositi grossolani dell'unità di Vignola che presentano uno spessore di pochi metri (tra 27/30 e 31-33 m dal p.c.) sono in parte ghiaiosi, ma tendono a passare verso nord a sabbie, all'incirca poco prima del confine comunale. Segue un banco plurimetrico di peliti (dubitativamente attribuito nelle sezioni all'unità di Niviano) che sovrasta i depositi grossolani del subsistema di Bazzano che qui presentano uno spessore ridotto a pochi metri e che anch'essi passano da ghiaiosi a sabbiosi all'incirca nei pressi dell'estrema propaggine nord del territorio comunale. Circa a 40 m di profondità i dati stratigrafici indicherebbero la presenza di una potente successione pelitica (parte inferiore del subsistema di Bazzano) con base posta oltre i 90 m dal p.c. a sovrastare un altro banco ghiaioso plurimetrico.

3.1.1.3.3. Inquadramento morfologico

Il territorio comunale è complessivamente pianeggiante: i valori di acclività sono mediamente molto contenuti: 0,05-0,1 gradi nei settori nord e 0,1-0,3 gradi a sud del capoluogo. I bassi valori del gradiente topografico comportano l'assenza di elementi topografici di rilievo a parte alcune situazioni locali situazioni particolari di origine

artificiale o lungo il fiume quali: il Fiume Panaro, le Casse di Espansione del fiume Panaro, le dove si sono avuti 8° sono in attività) scavi di cava; il rilevato dell'autostrada A1 (Milano-Bologna-Roma).

Come detto, con l'eccezione del fiume, le forme del paesaggio e la loro evoluzione sono fortemente collegate alle trasformazioni umane piuttosto che agli agenti morfogenetici naturali e, in ogni caso, i dislivelli topografici non sono mai molto pronunciati, come normalmente atteso in un areale di pianura.

Il Fiume Panaro, ad esempio, scorre ribassato rispetto la campagna circostante, in un alveo che per gran parte è bordato da muri in calcestruzzo, così detti muraglioni, che furono realizzati diversi decenni orsono per finalità di difesa idraulica, in un'epoca durante la quale il livello medio del fiume era più elevato di quanto non lo sia attualmente.

Il fiume, in tempi più recenti, è andato soggetto ad inalveamento pronunciato dopo la realizzazione della traversa tra Altolà e Spilamberto, realizzata a difesa del ponte stradale, ma che ha determinato la formazione di un salto idraulico e conseguente erosione a valle, con la quota d'alveo che s'abbassa di diversi metri.

Le casse di espansione e le altre aree estrattive rappresentano invece settori, di estensione ragguardevole per il territorio di San Cesario, dove l'escavazione di materiali inerti, nonostante gli interventi di ripristino finale, ha comportato la sostanziale modifica delle forme del paesaggio, con la formazione di ampie depressioni (profonde fino a dieci metri) in un areale che altrimenti sarebbe stato pianeggiante.

Anche l'autostrada A1 può essere considerata come un elemento del paesaggio di origine artificiale che ne ha modificato i caratteri naturali, sia a livello morfologico, che idraulico e visuale.

Con tali premesse ne deriva che solamente in corrispondenza della regione fluviale, delle casse di espansione, del rilevato autostradale e del canal torbido si può riscontrare la presenza di elementi morfologici che determinano passaggi di quota localmente bruschi (scarpate) o declivi, sempre comunque su dislivelli dell'ordine di pochi metri, mentre tutto il restante territorio comunale è da considerare pianeggiante, tanto che anche le tracce di alcuni paleoalvei del Panaro sono forme mal percettibili, sul terreno, individuabili solo a livello interpretativo (micro rilievo o analisi granulometrica di superficie dei suoli e dei sedimenti che formano il primo sottosuolo).

3.1.1.4. Dati geotecnici e geofisici

Per le analisi a supporto dello studio di microzonazione sismica del territorio comunale di San Cesario sul Panaro ci si è avvalsi dei dati geologici e sismici ottenuti da fonti diverse e in modo particolare:

- presso il Servizio Urbanistica del Settore 4° - Urbanistica-Edilizia Privata - Ambiente del Comune di San Cesario sul Panaro (dati geognostici contenuti in relazione e studi a supporto di progetti vari;

- dalla banca dati geognostici dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna consultabile sul sito web specifico della cartografia geologica;
- con il rilievo *ex novo* (indagini sismiche passive a stazione singola e indagini sismiche attive con metodologia MASW).

I dati raccolti con la collaborazione del Servizio Urbanistica Comunale sono quelli che sono stati utilizzati anche per la redazione dell'indagine geologico-ambientale di supporto al Quadro Conoscitivo del redigendo PSC (Piano Strutturale Comunale).

Presso gli archivi comunali e nella banca dati geognostici regionale sono state complessivamente visionate e catalogate oltre 400 indagini puntuali e 21 indagini geofisiche lineari così suddivise:

- 178 prove penetrometriche statiche di cui 176 CPT (penetrometriche statiche con punta meccanica), una sola CPTU (penetrometrica statica con piezocono) e una sola CPE (penetrometrica statica con punta elettrica);
- 80 stratigrafie di pozzi per acqua;
- 30 sondaggi a rotazione;
- 18 sondaggi elettrici verticali (SEV);
- 17 prove penetrometriche dinamiche leggere (DL);
- 60 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DP);
- 30 misure di rumore ambientale a stazione singola (HVSr) delle quali 22 eseguite nell'ambito degli studi per l'indagine geologico ambientale a supporto del Quadro Conoscitivo del redigendo Piano Strutturale Comunale;
- 9 acquisizioni sismiche attive in onde di superficie (MASW);
- 6 acquisizioni sismiche passive lineari (Remi);
- 6 acquisizioni sismiche attive a rifrazione.

Dal data base di prove geognostiche della Regione sono state considerate anche alcune indagini ricadenti al di fuori del territorio comunale, ma comunque utili per la comprensione della stratigrafia del sottosuolo interno al territorio comunale.

A tale insieme di dati bibliografici e da archivio vanno poi aggiunte le indagini geofisiche appositamente eseguite:

- 33 misure di rumore ambientale a stazione singola (HVSr);
- 7 acquisizioni di sismica attiva in onde di superficie (MASW).

Per una visione d'insieme della localizzazione e distribuzione delle singole prove geognostiche e indagini si rimanda alla consultazione della carta specifica (Carta delle Indagini), nella quale è indicata la localizzazione di ciascun singolo dato puntuale e/o lineare.

3.1.1.5. Modello del sottosuolo

È stata condotta un'analisi comparata delle informazioni stratigrafiche, litologiche e sedimentarie deducibili dalle carte geologiche e sezioni geologiche pubblicate (ad esempio, le informazioni reperibili sui vari siti web tematici curati dal Servizio Geologico e Sismico della Regione Emilia-Romagna: sito della carta

geologica, sito delle sezioni geologiche, sito dedicato all'idrogeologia, ecc.), da osservazioni puntuali occasionali (scavi, trincee, ecc...) e dalle indagini geognostiche (prove penetrometriche, stratigrafie di pozzi e indagini geofisiche) raccolte con la collaborazione del Servizio Urbanistica Comunale e/o mutate dalla Banca Dati Geognostici di Pianura della Regione. Lo scopo del lavoro era di comprendere e di definire l'architettura stratigrafico-strutturale del sottosuolo del territorio comunale di San Cesario sul Panaro, riconoscendo quegli areali con caratteristiche simili e descrivibili attraverso il medesimo modello geologico. A tal fine sono state utilizzate anche le cinque sezioni geologiche interpretative delle quali si è già accennato.

Una parte del lavoro è consistita inoltre nel verificare l'eventuale presenza di depositi sabbiosi di spessore significativo e sotto falda nei primi 20 m di sottosuolo. L'analisi era stata già condotta in occasione della redazione dell'indagine geologica per il Quadro Conoscitivo del redigendo PSC. In quell'occasione era stato applicato il metodo semplificato di Sheriff & Ishibashi (1978), descritto ad esempio in *"Analisi di dettaglio finalizzata alla valutazione della pericolosità di liquefazione: il caso della costa emiliano-romagnola"* di J. Facciorusso, C. Madiati, G. Vannucchi e L. Martelli, contenuto nel volume *"Microzonazione sismica uno strumento consolidato per la riduzione del rischio – L'esperienza della Regione Emilia Romagna"*, a cura di J. Facciorusso (2012).

Alcuni degli autori citati hanno tuttavia appurato, nelle aree colpite dal sisma del 2012 e che sono state interessate da fenomeni di liquefazione, che tale metodologia non è pienamente efficace nell'individuare aree potenzialmente soggette a liquefazione e, a seguito degli studi condotti sul campo, hanno proposto una nuova metodologia di valutazione del fenomeno per la microzonazione sismica (*Microzonazione sismica e analisi della condizione limite per l'emergenza delle aree epicentrali dei terremoti della pianura emiliana di maggio-giugno 2012 (Ordinanza del Commissario Delegato-Presidente della Regione Emilia-Romagna n. 70/2012) – Relazione Illustrativa* – a cura di Luca Martelli e Maria Romani).

Si è pertanto rivisto lo studio condotto per l'indagine geologica del Quadro Conoscitivo del PSC, applicando la metodologia messa a punto nelle aree colpite dal fenomeno nel 2012.

Le verticali esplorate dalle prove penetrometriche e descritte nelle stratigrafie di pozzi, sono state re-interpretate per individuare la presenza di potenziali orizzonti liquefacibili entro i primi 20 m di profondità e sono state classificate secondo lo schema seguente (Figura 18):

- L1: presenza di orizzonti liquefacibili di almeno 30-40 cm di spessore, sotto falda, nei primi 5 m a partire dal piano campagna;
- L2: presenza di orizzonti liquefacibili di almeno 1 m di spessore tra 5 e 10 m di profondità a partire dal p.c.;
- L3: presenza di orizzonti liquefacibili di almeno 2 m di spessore posti tra 10 e 15 m dal p.c.;
- L4: presenza di orizzonti liquefacibili di almeno 2 m di spessore posti tra 15 e 20 m;

- N: assenza di orizzonti liquefacibili importanti nei primi 15-20 m;
- X: dato non interpretabile.

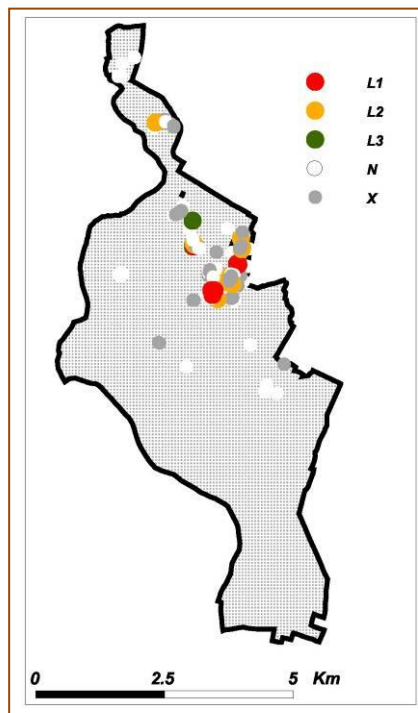


Figura 18 – Ubicazione delle verticali (indagini geognostiche e stratigrafie di pozzi) che sono state interpretate in relazione alla verifica della presenza di terreni potenzialmente liquefacibili in condizioni sismiche.

Si è così verificato che la gran parte dei dati non evidenziano la presenza di terreni potenzialmente liquefacibili. Tuttavia, nel settore nord orientale a sud della via Emilia (in corrispondenza dell'area che comprende la zona produttiva in Località *La Graziosa*) circa una ventina di prove evidenzieranno la presenza di terreni potenzialmente liquefacibili, rientrando esse (principalmente) nelle classi L1 ed L2 di cui allo schema sopra descritto (Figura 18).

Si è pertanto provveduto a delimitare un'areale di "attenzione" la cui valutazione verrà demandata a un'analisi di terzo livello per le problematiche relative al fenomeno della liquefazione dei terreni in condizioni sismiche. I limiti di tale areale sono stati definiti facendo non solo riferimento alle verticali geognostiche testé descritte, ma anche alla Carta delle Unità del Paesaggio, che fa parte dei documenti cartografici prodotti per il Quadro Conoscitivo del redigendo PSC. Nell'area in esame, l'analisi del microrilievo aveva portato all'individuazione di forme allungate in senso SO-NE (valli e dossi) che erano state interpretate come tracce di paleo-corsi del Fiume Panaro (dossi) e fasce di interalveo (valli), coerentemente con l'evoluzione del corso fluviale che a partire dal periodo eneolitico si sarebbe spostato progressivamente di diversi chilometri verso ovest a partire da una collocazione che lo vedeva transitare a est dell'attuale paese di Castelfranco Emilia.

In coerenza con gli *Standard di rappresentazione e archiviazione informatica* per la microzonazione sismica (versione 3.0), l'areale così delimitato è stato classificato come ZA_{LQ1} – *Zona di attenzione per liquefazione di tipo 1*⁶ nella Carta di primo livello (Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica) come pure nelle carte di secondo livello (che riportano i fattori di amplificazione stratigrafica, per le aree stabili suscettibili di amplificazione, ed individuano inoltre le aree suscettibili di instabilità da terremoto da approfondire con studi di terzo livello).

* * *

Nello studiare l'architettura stratigrafica del sottosuolo, per definire i modelli geologici che meglio la descrivessero, si è proceduto anche all'analisi dei dati puntuali con lo scopo di verificare la presenza di terreni pelitici caratterizzati da valori di resistenza alla punta R_p inferiori a 1,4 MPa (terreni soffici) entro una profondità di 15 m dal p.c. Ciò soprattutto ai fini della definizione degli areali per i quali, come stabilito dalla DAL 122/2007 e anche dalle norme del PTCP provinciale, si rendono necessari approfondimenti di terzo livello in relazione alla valutazione dei cedimenti post-sismici in terreni così detti "soffici" (caratterizzati da valori della coesione non drenata pari o inferiori a 70 KPa)⁷.

Si è verificato che il sottosuolo di quasi tutta l'area nord del territorio comunale è interessata dalla presenza di spessori significativi cumulati (>4-5 m) di terreni caratterizzati da valori della coesione non drenata (valutata sulla base dei valori della resistenza alla punta) inferiore a 70 KPa (Figura 19).

* * *

Dalla valutazione sinottica dei dati disponibili si è pervenuti alla definizione di 5 stratigrafie tipo, corrispondenti ad altrettanti modelli geologici per mezzo dei quali è stato descritto il primo sottosuolo del Comune di San Cesario. Sulla base di tali modelli geologici il territorio comunale viene suddiviso in zone utilizzate anche per la *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica*, che sono comunque tutte da considerare suscettibili di effetti di amplificazione stratigrafica. In due di queste si evidenzia inoltre la presenza di condizioni del sottosuolo (livelli sabbiosi, altezza della falda, ecc) da farle ritenere potenzialmente suscettibili di instabilità da liquefazione. Tali areali, adiacenti l'uno all'altro, sono ascritti alle così dette zone di attenzione per instabilità e più precisamente come *Zone di attenzione per liquefazione tipo 1* (figura 1.1.3-3 degli Standard di archiviazione – Versione 3) di cui si è già accennato in precedenza. A queste zone si aggiungono alcune così dette zone di attenzione per instabilità che coincidono con le aree estrattive o oggetto di attività estrattiva in passato (che nelle carte di microzonazione sono classificate come *sovrapposizione di zone di attenzione per instabilità diverse*) e la già descritta *zona di attenzione per liquefazione di tipo 1*.

⁶ Sono così definite per le quali negli studi di primo livello sono state verificate le seguenti condizioni: 1) terreni sabbiosi; 2) falda a profondità inferiore a 15 m, 3) M_w attesa al sito >5; 4) Accelerazione massima in superficie (pga) >0.1g.

⁷ Per il presente studio si è adottata la seguente correlazione empirica che lega la resistenza alla punta alla coesione non drenata $C_u = R_p/20$. Pertanto sono stati considerati strati con coesione non drenata <70 KPa, quelli caratterizzati da valori di R_p pari o inferiori a 1,4 MPa.

Come già detto, gli otto modelli geologici sono stati definiti tenendo conto sia di dati puntuali (sondaggi e prove penetrometriche) che di analisi di tipo “estensivo” (morfologia, unità litologiche e geologiche di superficie, assetto topografico, ecc.). Si tratta quindi di strumenti che descrivono “estesamente” le caratteristiche medie del sottosuolo. Tuttavia, come evidenziato nelle colonne stratigrafiche descrittive che seguono, si può verificare una certa variabilità negli spessori dei diversi orizzonti. Ne consegue che settori il cui sottosuolo è descritto dal medesimo modello geologico possono, a una verifica puntuale, mostrare differenze nello spessore di un certo strato o banco litologico.

3.1.1.5.1. Modelli geologici

Vengono qui di seguito riportate le colonne stratigrafiche descrittive dei modelli geologici utilizzati come riferimento per la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS). I log stratigrafici descrittivi delle Zone 7 e 8 sono riferiti alle aree classificate come *Zone di attenzione per liquefazione tipo 1*, di cui il log relativo alla Zona 7 è il più ampiamente diffuso (parte settentrionale) con la Zona 8 subordinata e limitata alla porzione sud dell'area suscettibile di liquefazione dei terreni sabbiosi.

Zona 1			
	Spessore	Descrizione litologico-tessiturale	Note
Strato 1	0-2 m	Terreno agrario e/o suolo a tessitura prevalentemente limosa	Subsintema di Ravenna
Strato 2	20-40 m	Ghiaie e ciottoli in matrice limo-sabbiosa di spessore metrico con lenti e/o strati poco continui lateralmente limosi e/o pelitici	Subsintema di Ravenna e Subsintema di Villa Verucchio

Zona 2			
	Spessore	Descrizione litologico-tessiturale	Note
Strato 1	2-5 m	Terreno agrario, suolo e depositi superficiali a tessitura prevalentemente limosa	Subsintema di Ravenna
Strato 2	20-30 m	Ghiaie e ciottoli in matrice limo-sabbiosa con sporadiche presenze di lenti e/o strati poco continui lateralmente limosi e/o pelitici di spessore decimetrico	Subsintema di Ravenna e Subsintema di Villa Verucchio

Zona 3			
	Spessore	Descrizione litologico-tessiturale	Note
Strato 1	5-8 m	Terreno agrario, suolo e depositi superficiali a tessitura prevalentemente limosa	Subsintema di Ravenna
Strato 2	20-30 m	Ghiaie e ciottoli in matrice limo-sabbiosa con di lenti e/o strati poco continui lateralmente limosi e/o pelitici di spessore da decimetrico a metrico	Subsintema di Ravenna e Subsintema di Villa Verucchio

Zona 4			
	Spessore	Descrizione litologico-tessiturale	Note
Strato 1	8-15 m	Terreno agrario, suolo e depositi superficiali a tessitura prevalentemente limo-argillosa soffici	Subsintema di Ravenna
Strato 2	10-20 m	Ghiaie e ciottoli in matrice limo-sabbiosa con di lenti e/o strati poco continui lateralmente limosi e/o pelitici di spessore da decimetrico a metrico	Subsintema di Villa Verucchio

Zona 5			
	Spessore	Descrizione litologico-tessiturale	Note
Strato 1	>15 m	Terreno agrario, suolo e depositi superficiali a tessitura prevalentemente limo-argillosa soffici	Subsistema di Ravenna e Subsistema di Villa Verucchio (?)
Strato 2	5-10 m	Ghiaie e ciottoli in matrice limo-sabbiosa con lenti e/o strati limosi e/o pelitici di spessore da decimetrico a plurimetrico	Subsistema di Villa Verucchio

3.1.1.6. Metodologie di elaborazione e risultati

Sostanzialmente il lavoro si è articolato su quattro fasi, non pienamente slegate l'una dall'altra, ma in parziale sovrapposizione.

3.1.1.6.1. Prima fase

Nella PRIMA FASE si è proceduto:

- alla raccolta sistematica dei dati disponibili principalmente presso l'unità tecnica comunale (che aveva fornito gran parte delle informazioni già in occasione della redazione dello studio geologico per il Quadro Conoscitivo del Piano Strutturale Comunale), ma anche da altre fonti (cartografie e pubblicazioni varie; sito web cartografico del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna; Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Modena, ecc.). Ogni singolo dato è stato localizzato cartograficamente e scansato come *file* (in formato .pdf) contenente i diagrammi, le tabelle e tutto ciò che fosse utile per una lettura e interpretazione delle informazioni derivanti dall'indagine specifica;
- alla sistematizzazione dei dati raccolti all'interno di una struttura SIT e di una banca dati (organizzata secondo le linee guida della Protezione Civile);
- a una prima valutazione della distribuzione e delle informazioni apportate dai dati raccolti (sia stratigrafici, ma anche di natura più specificatamente geofisica) con lo scopo (come descritto anche nei capitoli precedenti) di verificare l'esistenza di aree più o meno "scoperte" in relazione alle conoscenze disponibili riguardo le caratteristiche del sottosuolo, nonché una valutazione preliminare delle informazioni;
- approntamento di una carta delle indagini sulla quale sono ubicate tutte le indagini da archivio, puntuali e lineari. La carta, nelle fasi successive dello studio, è stata poi integrata con le ubicazioni delle nuove indagini geofisiche appositamente eseguite. Da essa sono state poi ricavate le informazioni per realizzare alcune carte specifiche quali la carta delle frequenze e la carta delle velocità, nonché per valutare (analisi di primo livello) l'eventuale presenza di terreni sabbiosi (condizione predisponente il fenomeno della liquefazione dei terreni in condizioni sismiche) e/o di terreni soffici (in relazione all'eventualità del manifestarsi di cedimenti post-sismici).

3.1.1.6.2. Seconda fase

Nella SECONDA FASE dello studio si è proceduto all'analisi e interpretazione dei dati (si veda il capitolo 4 per una descrizione delle indagini disponibili e di quelle di nuova esecuzione e il capitolo 6 per una descrizione delle problematiche interpretative e delle incertezze insite nella base informativa) con lo scopo di definire oltre che i modelli geologici del sottosuolo anche l'andamento spaziale di certe grandezze e parametri (profili verticali della velocità delle onde S, valori del VS30, valori della frequenza di sito, stima della profondità del così detto bedrock sismico o meglio dei principali contrasti d'impedenza), nonché verificare l'eventuale presenza di aree nelle quali vi fossero le cause predisponenti per instabilità da terremoto (liquefazione, cedimenti post-sismici, ecc.).

Sono state anche eseguite nuove indagini geofisiche (misure di microtremore a stazione singola -Allegato n. 1- e indagini attive in onde di superficie MASW -Allegato n. 2) ad integrazione di quelle disponibili da archivio che non erano state ritenute sufficienti a caratterizzare dal punto di vista sismico il territorio in studio (sia per il numero limitato, sia per la distribuzione non ottimale, sia perché alcune risultavano di difficile interpretazione per la mancanza di tutte le informazioni di corredo quali sismogrammi, spettri di velocità, ecc.).

Questa fase del lavoro ha previsto l'analisi e studi che rientrano sia nel primo che nel secondo livello di approfondimento previsti dalla DAL 112/2007 e dai Criteri nazionali della Protezione Civile.

3.1.1.6.2.1 Primo livello

Nell'ambito degli studi del primo livello di approfondimento sono state affrontate le tematiche relative a:

- analisi dell'assetto geologico di inquadramento regionale e comprensione del modello geologico a grande scala fino oltre i 100 m di profondità, descritto attraverso le sezioni geologiche;
- litologia di superficie (Carta Geologico-Tecnica) per descrivere le caratteristiche litologiche, sedimentarie e granulometriche del primo sottosuolo (entro 2-3 m da p.c);
- valutazione della eventuale presenza di terreni sabbiosi sotto falda (fattore predisponente al fenomeno della liquefazione dei terreni in condizioni sismiche). Come descritto in precedenza sono state individuate due zone di attenzione per liquefazione tipo 1 adiacenti l'una all'altra (che presentano tuttavia un'architettura del sottosuolo descrivibile facendo riferimento a due modelli geologici distinti);
- valutazione della presenza di aree caratterizzate da sedimenti soffici (come indicato nella DAL 112) e cioè caratterizzati da valori di coesione non drenata pari o inferiori a 70 KPa. In maniera similare a quanto descritto al punto precedente, sono state analizzate le verticali penetrometriche disponibili per i settori di territorio posti a nord dell'autostrada, in quanto a sud la presenza di estesi corpi ghiaiosi, già a modesta profondità e pressoché superficiali

esclude la possibilità del fenomeno. Considerando la relazione empirica che correla la coesione non drenata alla resistenza alla punta ($C_u = R_p/20$), per ciascuna verticale si è fatta una valutazione dello spessore cumulato di terreni caratterizzati da valori della resistenza alla punta pari o inferiori a 1,4 MPa (ovvero 14 Kg/cm² per le prove più datate espresse con le unità del così detto Sistema Pratico). Occorre evidenziare che il valore di coesione non drenata indicato dalla DAL 112 è alto se comparato coi valori medi riscontrabili in molte aree della media bassa pianura modenese, dove sono molto frequenti valori della resistenza statica alla punta dell'ordine di 0,8-1 MPa;

- analisi delle frequenze di sito (Carta delle frequenze): a partire dalle misure di rumore ambientale a stazione singola (rapporto HVSR) è stata approntata una cartografia che riporta l'ubicazione di tutte le misure HVSR con indicata la frequenza del rapporto H/V con ampiezza massima e, quando rilevato, il valore della frequenza del secondo picco (con ampiezza inferiore) del grafico HVSR, qualora l'ampiezza superasse il valore di "2";
- redazione di cinque sezioni geologiche interpretative finalizzate a una migliore comprensione dell'assetto stratigrafico e strutturale del sottosuolo fino oltre 100 m di profondità. Di tale documenti e dei loro contenuti si è già parlato nei capitoli precedenti ai quali si rimanda;
- definizione dei modelli geologici. Dalla valutazione comparata di tutti i dati ed elaborati disponibili, compresi quelli realizzati per l'occasione (carta geologico-tecnica, sezioni geologiche, banca dati e carta delle indagini, ecc.) si è pervenuti alla definizione di 8 modelli geologici finalizzati alla descrizione delle microzone omogenee in prospettiva sismica. Si rimanda al capitolo 5 per una descrizione più dettagliata dei modelli geologici e delle modalità che hanno portato alla loro definizione;
- predisposizione della così detta Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica che descrive il territorio sulla base dei modelli geologici e della presenza di elementi litologici predisponenti il fenomeno dei cedimenti post-sismici.

3.1.1.6.2.2 Secondo livello

Gran parte del lavoro che è stata eseguita nell'ambito della seconda fase dello studio ha comportato la redazione di elaborati e documenti ascrivibili al così detto secondo livello di approfondimento. Tra le altre cose, in questa fase si è affrontata:

- l'analisi delle indagini sismiche disponibili e di nuova esecuzione, con lo scopo principale di valutare i modelli di profilo verticale di velocità delle onde S e i valori del parametro Vs30, per il quale è stata approntata una specifica cartografia nella quale sono riportate le ubicazioni delle indagini puntuali e lineari con indicato per ciascuna il valore del parametro Vs30);
- sono stati determinati i valori dei fattori di amplificazione in termini di PGA, di Intensità spettrale nell'intervallo 0.1-0.5 secondi e di Intensità spettrale nell'intervallo 0.5-1 secondi, per ciascun punto di indagine, applicando gli abachi specifici riportati in allegato alla DAL 112/2007. Come è già stato descritto nei

capitoli precedenti sono stati utilizzati gli abachi così detti PIANURA 1 (Allegato A2.1.2 alla DAL 112/2007).

3.1.1.6.3. Terza fase

Nella terza fase dello studio sono state allestite materialmente le diverse cartografie specifiche per l'analisi di primo e secondo livello che hanno preso in considerazione tutto il territorio comunale; è stato inoltre prodotto il presente report, nonché la banca dati informatizzata.

3.1.1.7. Elaborati cartografici

Nell'approntare lo studio di Microzonazione Sismica (come anche richiesto dalle linee guida) sono state allestite diverse cartografie sia di natura analitica sia di sintesi (carte di Microzonazione Sismica p.d.), realizzate alla scala 1:10.000.

Carte relative all'analisi di primo livello

- *CARTA DELLE INDAGINI*, che riporta le ubicazioni di tutte le indagini geognostiche sia di tipo meccanico che di tipo geofisico (cfr. capitolo 4), suddividendole per tipologia. Come per tutti gli altri elaborati cartografici, la simbologia utilizzata per la rappresentazione delle prove riprende quella indicata negli *Standard di rappresentazione e archiviazione informatica*, versione 3.0, reperibili sul sito web della Protezione Civile. È stata redatta un'unica carta delle indagini (valida per il primo e per il secondo livello di analisi), nella quale sono state riportate le ubicazioni sia delle prove e indagini da archivio sia di quelle di nuova esecuzione. Più in particolare sono riportate le ubicazioni di poco meno di 500 prove e sondaggi (puntuali e lineari) reperiti presso l'archivio comunale, nella banca dati geognostici di pianura regionale o eseguite appositamente per il presente studio.
- *CARTA GEOLOGICO-TECNICA*, che descrive, per tutto il territorio comunale, le caratteristiche litologiche dei primi 2-3 m superficiali. Essa è stata compilata facendo riferimento principalmente alle cartografie redatte per il Quadro Conoscitivo del redigendo Piano Strutturale Comunale che a sua volta riprendono per gran parte la Carta Geologica Regionale, integrata con le informazioni puntuali da indagini geognostiche nonché da archivio (PAE comunale e indagini geologiche varie).
- *CARTA DELLE FREQUENZE*, che riporta il valore della frequenza naturale ricavata per mezzo di misure di microtremore a stazione singola con indicazione anche dell'ampiezza del rapporto H/V in corrispondenza della frequenza naturale. Le indagini mostrano che le suddivisioni, nelle quali può essere ripartito il territorio comunale, sulla base della geologia superficiale e sotterranea (modello 3d), sono coerentemente confermate anche a livello della frequenza di sito. Si riscontrano infatti valori del rapporto H/V a frequenze di circa 2-3 Hz nel settore posto all'incirca a ridosso della Via Emilia o a nord della medesima e valori sui 3-4 Hz all'incirca tra l'autostrada e la via Emilia. Tali settori indicherebbero la probabile

presenza di un'interfaccia (contrasto di impedenza) che darebbe luogo a risonanza a tali frequenze (indicativamente si tratterebbe di un passaggio fisico posto tra 50 e 100 m di profondità. Più a sud le misure di rumore ambientale a stazione singola diventano meno significative dal punto di vista dell'individuazione della frequenza di sito. Si verificano infatti (in corrispondenza del capoluogo, misure che danno picchi del grafico H/V attorno ai 4-5 Hz o superiori o a frequenze più alte, mentre a sud del capoluogo molte delle misure non hanno fornito grafici del rapporto H/V con picchi significativi. Tali risultati sono probabilmente riconducibili alla presenza di grandi e potenti (pluridecamentrici) orizzonti ghiaiosi e ciottolosi a bassa profondità, caratterizzati da velocità Vs relativamente alte (>250-300 m/s) a bassa profondità per cui non si distinguerebbero da terreni pelitici, fini ma compatti, per cui il metodo non risolverebbe la presenza di un passaggio di impedenza significativo (seppure non se ne possa escludere l'esistenza).

* * *

I dati di frequenza naturale di sito (riportati nella Carta delle Frequenze, rivestono importanza, non solo perché possono fornire informazioni grossolane di tipo stratigrafico (contrast di impedenza) ma anche per finalità pratiche.

È buona norma evitare che la frequenza naturale di sito coincida con una delle frequenze di risonanza degli edifici e/o dei manufatti realizzativi. In prima approssimazione la frequenza di risonanza di un edificio è legata al numero di piani secondo la formulazione seguente:

$$f = 10/N$$

essendo N il numero di piani. Ne consegue che un edificio di un piano avrà una frequenza di risonanza circa a 10 Hz, uno di due piani a circa 5 Hz, uno a tre piani a circa 3.33 Hz, ecc..

- *CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA*. La carta è stata realizzata facendo riferimento alla legenda contenuta negli *Standard di rappresentazione e archiviazione informatica*, versione 3.0 della Protezione Civile.

Carte inerenti l'analisi di secondo livello:

- *CARTA DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO*, che riporta i valori puntuali del VS30 (velocità media equivalente delle onde di taglio nei primi 30 m a partire dal piano campagna) ricavata dalle indagini sismiche (Remi, MASW, rifrazione in onde S e misure di microtremore a stazione singola). L'interpretazione delle indagini di nuova esecuzione (determinazione del modello di profilo verticale di velocità, stima del valore del VS30) è stata condotta tenendo conto, laddove presenti, delle informazioni deducibili dalle indagini geognostiche (prove penetrometriche, stratigrafie di pozzi e sondaggi) e da osservazioni dirette della geologia. Come già scritto, le indagini MASW di nuova esecuzione sono state ubicate in corrispondenza di centri urbani nelle vicinanze di misure di

microtremore a stazione singola, onde garantire un confronto tra i risultati e un'eventuale taratura delle misure. Da un'osservazione anche sommaria della Carta i valori del VS30 confermano, come per la carta delle frequenze, la suddivisione del territorio basata sulle caratteristiche geologiche e più in particolare secondo i modelli geologici che caratterizzano le così dette MOPS (microzone omogenee in prospettiva sismica) definite al primo livello; i valori di VS30 più alti (300-460 m/s) sono ricorrenti nella zona sud del territorio comunale (compreso il capoluogo) per la già richiamata presenza di ghiaie di notevole spessore; Vs30 più bassi (solitamente tra 250 e 300 m/s) sono tipici del settore compreso tra l'autostrada e la Via Emilia, mentre i valori più bassi (anche inferiori a 200 m/s) sono stati determinati a nord della via Emilia.

- *CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA.* Rappresentano il risultato dell'analisi di Microzonazione Sismica di secondo livello e suddividono il territorio comunale in "zone" caratterizzate da ugual fattore di amplificazione. Le linee guida regionali (DAL 112/2007) prevedono che vengano realizzate tre cartografie di microzonazione sismica di secondo livello, facendo riferimento a fattori di amplificazione determinati, sulla base dei valori della velocità delle onde di taglio e di appositi abachi, in termini di PGA (*Peak Ground Acceleration* = accelerazione di picco al suolo) e di Intensità spettrale (o di Housner) tenendo conto di due intervalli di periodo (da 0.1 a 0.5 secondi e da 0.5 a 1 secondo). Per la valutazione dei fattori di amplificazione stratigrafica sono stati utilizzati gli abachi contenuti nella citata DAL 112/2007. Come già descritto in altra parte della presente relazione, sono stati utilizzati gli abachi denominati PIANURA1. In termini di PGA il fattore di amplificazione è risultato pari a 1.7 per il settore nord e 1.6 per i settori sud.; in termini di Intensità spettrale nell'intervallo 0.1-0.5 secondi si distinguono due settori (i cui limiti coincidono con limiti di MOPS): sud e nord, rispettivamente con valori del fattore di amplificazione di 1.7-1.8 e 1.9-2.0; mentre nell'intervallo 0.5-1 si distinguono tre settori rispettivamente da sud verso nord con fattori di amplificazione 2.1-2.2, 2.3-2.4 e ≥ 2.5 .

3.1.2. RELAZIONE ILLUSTRATIVA CLE

3.1.2.1. Introduzione

Oggetto dell'incarico:

Prestazioni di servizi per la redazione degli studi di microzonazione sismica II Livello di approfondimento ed analisi limite d'emergenza CLE di cui alla D.G.R. 1919/2013 per il comune di San Cesario sul Panaro (MO).

Soggetto incaricato:

Studio Geologico Ambientale ARKIGEO Via San Martino 4 - 41030 Bastiglia (MO)

Tel/fax: 059-815262

e-mail: arkigeo@arkigeo.191.it

Il team di rilevamento:

- Dott. Geol. Giorgio Gasparini (Legale rappresentante dello studio ARKIGEO)
- Ing. Gabriele Brighenti (Libero professionista - Collaboratore esterno)
- Dott. Geol. Giuseppe Ciccarese (Libero professionista - Collaboratore esterno).

Periodo dell'incarico affidato:

dal 28/02/2014 al 28/10/2014

3.1.2.2. Dati di base

L'analisi della CLE è stata condotta utilizzando i seguenti dati di base:

- Piano di protezione Civile vigente per il Comune di San Cesario sul Panaro (MO);
- Schede di censimento delle Aree di emergenza e dei Fabbricati con funzione strategica, allegate al suddetto Piano di Protezione Civile, ove vengono esplicitate: posizione geografica, funzione, caratteristiche dimensionali, capacità ricettiva, esito delle eventuali verifiche di vulnerabilità sismica eseguite e figure rappresentative dell'area o del fabbricato per la gestione dell'emergenza;
- Carta Tecnica Regionale (CTR) in opportuna scala, in formato digitale ed ove sono riportati gli identificativi degli aggregati strutturali.

I dati di base, utilizzati e sopra elencati, si sono rilevati esaustivi per l'analisi della CLE.

3.1.2.3. Criteri di selezione degli elementi del sistema di gestione dell'emergenza

L'analisi della CLE è stata eseguita in collaborazione con il Settore Urbanistica, edilizia privata ed ambiente del comune di San Cesario sul Panaro, con il Servizio Pianificazione Urbanistica, territoriale e cartografia, Ufficio Urbanistica e Sistemi Informativi, della Provincia di Modena in virtù dell'accordo di cui alla Delibera di Giunta Comunale n. 18 del 20.03.2014 del Servizio Pianificazione Urbanistica, Paesaggio e Uso Sostenibile del Territorio della Regione Emilia Romagna.

Si è deciso di utilizzare un approccio che ha visto il coinvolgimento di tutte le figure professionali interessate (pianificazione, protezione civile e lavori pubblici), questo ha permesso in sede di analisi della CLE di valutare il piano di emergenza vigente e conseguentemente procedere alla compilazione della CLE secondo gli standard nazionali. La valutazione in itinere degli elementi del piano di emergenza ha permesso altresì di verificare gli assi stradali di connessione e accessibilità andando a scegliere, penalizzando la ridondanza dei percorsi, unicamente quelli che consentono un accesso ai mezzi della protezione civile e che avessero un numero di edifici interferenti limitati o in alcuni casi nulli.

Nello specifico:

- Gli Edifici Strategici ES e le Aree di Emergenza AE (Ammassamento/Ricovero/Attesa) sono individuati dal Piano di Protezione Civile Comunale vigente ed in conformità ad esso, sono stati riportati nell'analisi CLE.

Per l'agglomerato urbano di San Cesario sul Panaro le funzioni strategiche si collocano in prossimità e lungo gli assi stradali di Via Vittorio Veneto, Corso della Libertà e Via delle Ghiarelle ove si individuano il Municipio, il deposito comunale, le Scuole con relative Palestre, aree verdi e parchi attrezzati mentre per le frazioni di S. Anna e Altolà, si collocano rispettivamente in corrispondenza della Sala Polivalente e della Sala Civica.

In prossimità di quest'ultimi edifici strategici sono individuate la aree di attesa per la popolazione.

A maggior chiarezza e completezza si espone di seguito l'elenco degli edifici strategici e delle aree di emergenza selezionate, nonché la loro denominazione e localizzazione all'interno del territorio comunale.

Aree di emergenza

Id_area	Tipo AE	Denominazione area	Localizzazione
001A	Ammassamento	Centro Sportivo "Ex Cava Ghiarelle"	Via Ghiarelle, 135 – San Cesario sul Panaro
002R	Ricovero	Area verde Case Gioia	Via Puccini – San Cesario sul Panaro
003R	Ricovero	Area verde Parco Palestra	Piazza Aldo Moro – San Cesario sul Panaro
004R	Ricovero	Parco Nenni	Piazza Nenni – San Cesario sul Panaro

Edifici Strategici

Id_ES	Id_Aggregato	Denominazione edificio	Tipo funzione strategica	Localizzazione
001	0043200	Municipio	Coordinamento Interventi - Sede COC	Piazza Roma, 2 – San Cesario sul Panaro
004	0019600	Scuole Elementari e Medie	Ricovero in emergenza	Piazza Aldo Moro , 35 – San Cesario sul Panaro
004	0021200	Palestra Comunale	Ricovero in emergenza	Piazza Aldo Moro , 29 – San Cesario sul Panaro
004	0019800	Scuola Materna	Ricovero in emergenza	Corso della Libertà, 35 – San Cesario sul Panaro
004	0022400	Asilo Nido	Ricovero in emergenza	Via Agnini, 21 – San Cesario sul Panaro
004	0075100	Sala Civica	Coordinamento Interventi - Sede alternativa COC in caso di eventi sismici	Via Pertini – Loc. Altolà
004	0136600	Sala Polivalente S. Anna	Ricovero in emergenza	Via del Volontariato, 117 – Loc. S. Anna
004	0043500	Magazzino Comunale “Ex Macello”	Deposito	Via Marconi, 74 – San Cesario sul Panaro
001	0006000	Magazzino Comunale	Coordinamento Interventi - Sede alternativa COC in caso di eventi sismici	Corso della Libertà, 35/A – San Cesario sul Panaro

- Le Viabilità di Accessibilità e Connessione (AC) sono state selezionate in accordo con gli uffici Comunali e Provinciali responsabili e precedentemente citati. Con Viabilità di Connessione si sono individuate le infrastrutture atte a garantire il collegamento fra gli Edifici Strategici (ES) e le Aree di Emergenza (AE), mentre con Viabilità di Accessibilità si sono individuate le infrastrutture stradali atte a garantire l'accessibilità agli elementi sopra esposti (ES ed AE) con il territorio circostante.

A tal fine sono state privilegiate le infrastrutture di scorrimento con caratteristiche plano-altimetriche e di sezione stradale tali da garantire il più semplice e rapido transito ai mezzi di soccorso e gestione dell'emergenza (categoria stradale B, C in ambito extraurbano ed E in ambito urbano) nonché aventi il minimo numero di unità strutturali isolate o aggregati interferenti.

L'infrastruttura di connessione principale è individuata dalla SP14 che attraversa l'intero territorio comunale da Nord a Sud scavalcando l'asse autostradale e permettendo la connessione dell'agglomerato urbano di San Cesario sul Panaro con le rispettive frazioni di S. Anna a Nord, ed Altolà a Sud.

Dalla SP14 si diramano le viabilità di connessione che collegano le diverse funzioni strategiche.

Le infrastrutture di accessibilità principali al territorio comunale sono individuate:

- A Nord dalla SS9 (già Tangenziale di Castelfranco Emilia) e dalla SP14, da e verso il Comune di Castelfranco Emilia;
- A Sud dalla SP14 da e verso il Comune di Savignano sul Panaro, il Comune di Bazzano e la Provincia di Bologna;
- A Sud-Ovest da Via Martiri Artigli, in Località Altolà, da e verso il Comune di Spilamberto transitando sul Ponte sul Fiume Panaro;
- A Est da Via Boschetti da e verso il Comune di Castelfranco Emilia collegandosi direttamente in località Piumazzo.

A completamento non si segnalano soppressioni o inserimenti di ES e/o AE aggiuntivi e non indicati negli strumenti di pianificazione di emergenza comunali vigenti.

3.1.2.4. Indicazioni sintetiche per il Comune

Durante l'analisi della CLE non sono emerse criticità di rilievo. Le funzioni strategiche (ES, AE) sono accessibili dalle viabilità (AC) individuate ed esenti da problemi di interferenze con AS/US. Unica criticità si rileva nel collegamento alle funzioni strategiche collocate nel centro storico dell'agglomerato urbano di San Cesario sul Panaro, nello specifico: Municipio e Magazzino Comunale "Ex Macello".

In questo caso le viabilità di connessione (Corso Libertà, Via Vittorio Veneto, Via Marconi) sono interessate per la quasi totalità del loro sviluppo da 9 Unità strutturali interferenti US di cui:

- 1 Unità strutturale interferente isolata
- 1 Unità strutturale interferente isolata specialistica del tipo "Torre"
- 7 Unità strutturali interferenti facenti parte di rispettivi 3 Aggregati strutturali AS.

Inoltre l'Area di Emergenza "Parco Nenni" è anch'essa caratterizzata da un'unità strutturale interferente isolata. E' bene comunque sottolineare come questa unità strutturale, interferente solo con l'area di emergenza, risulti di modeste dimensioni planimetriche e caratterizzata da un singolo piano fuori terra. A buona ragione, si può considerare comunque limitato il suo effetto interferente sull'area di emergenza.

La CTR, fornita come dato di base e comprensiva degli aggregati strutturali, è risultata completa e conforme allo stato in essere rilevabile sul campo durante l'analisi, di conseguenza non sono stati aggiunti/eliminati/accorpati/suddivisi degli aggregati.

3.1.2.5. Elaborati cartografici:

Elenco degli elaborati prodotti:

- 1) CLE (scala 1:10000)
- 2) CLE 1_3 - Sant'Anna (scala 1:2000)
- 3) CLE 2_3 - San Cesario Centro (scala 1:2000)
- 4) CLE 3_3 - Altolà (scala 1:2000)

3.1.3. CONFRONTO CARTOGRAFICO TRA LA MS E LA CLE

La carta è stata ottenuta sovrapponendo i tematismi che formano la carta della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) a quelli che formano la Carta di Microzonazione Sismica (MS) di secondo livello (relativa al fattore di amplificazione stratigrafica determinato in termini di pga).

La carta, pertanto, non è un documento cartografico di base, ma si tratta di una carta derivata, dalla semplice sovrapposizione di altre due carte, delle quali mantiene sia le simbologie che le informazioni.

Trattandosi di una carta ottenuta per semplice sovrapposizione, ne deriva che la sua legenda rappresenta la semplice unione delle legende delle carte componenti.

La carta pertanto descrive i rapporti intercorrenti tra gli elementi descrittivi della CLE in relazione agli aspetti relativi alla MS.

3.1.4. NORME PER LA REDAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

La sotto riportata disciplina relativa alla riduzione del rischio sismico, in applicazione degli elaborati di cui alla precedente lettera B – Cartografia di Piano, è stata definita dal Gruppo di lavoro regionale/provinciale/comunale ed il Comune di San Cesario s/Panaro la assume integralmente inserendola nelle NTA del PRG, in un apposito nuovo Capo VIII delle NTA *“Norme per la riduzione del rischio sismico”* e dei relativi artt. 97, 98, 99 e 100.

....omississ....

Capo VIII. - NORME PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Elaborato di concerto con il Servizio Geologico Sismico e dei Suoli e del Servizio Pianificazione Urbanistica, Paesaggio e uso Sostenibile del territorio della Regione Emilia-Romagna e con il Servizio Pianificazione Urbanistica e Cartografica della Provincia di Modena

Art. 97) Definizioni e finalità

1. La riduzione del rischio sismico è un obiettivo strutturale della pianificazione urbanistica. Sono elementi di riferimento per la riduzione del rischio sismico sia gli studi di Microzonazione sismica (MS) che quelli per la valutazione della Condizione limite per l'emergenza (CLE).
2. La Microzonazione Sismica è la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e dei conseguenti possibili effetti locali del sisma. Essa costituisce un supporto fondamentale per gli strumenti di pianificazione urbanistica comunale e per la loro attuazione, al fine di:
 - indirizzare le scelte insediative verso le aree a minore pericolosità sismica e/o all'utilizzo di tipologie edilizie a minor vulnerabilità rispetto ai possibili effetti locali;
 - assicurare che la progettazione esecutiva delle opere ne realizzi la resistenza e le condizioni di sicurezza.
3. Gli studi di Microzonazione Sismica sono stati realizzati per l'intero territorio comunale con particolare riguardo al complesso del territorio insediato/consolidato, comprese le porzioni suscettibili di nuova edificazione e delle reti infrastrutturali principali, in relazione a quanto indicato sullo strumento urbanistico generale ed in conformità e coerenza con quanto stabilito dagli indirizzi regionali in materia.
4. Gli studi di Microzonazione Sismica concorrono alla definizione delle scelte di Piano rappresentando un riferimento necessario per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale preventiva; forniscono indicazioni sui limiti e condizioni della pianificazione comunale ai fini della riduzione del rischio sismico nell'attuazione delle previsioni urbanistico-edilizie.
5. La Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) rappresenta l'individuazione delle funzioni necessarie al sistema di gestione dell'emergenza a seguito di un sisma, affinché l'insediamento urbano conservi l'operatività della maggior parte delle funzioni strategiche, la loro accessibilità e la loro connessione con il contesto territoriale.
Gli elaborati della CLE individuano perciò quegli elementi del sistema insediativo urbano e territoriale la cui efficienza costituisce la condizione minima per superare l'emergenza, con riguardo alla:
 - operatività delle funzioni strategiche necessarie per l'emergenza;
 - interconnessione fra dette funzioni e la loro accessibilità nel contesto urbano e territoriale.

Art. 98) Elaborati di riferimento

1. Sono elaborati di riferimento per la riduzione del rischio sismico gli studi sulla risposta sismica locale e microzonazione sismica, come di seguito identificati:

Relazione Illustrativa e relativi Allegati

e le seguenti Cartografie:

1° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO (SCALA 1:10.000)

“Carta delle indagini”; “Carta geologico-tecnica” corredata da sezioni geologiche significative; “Carta delle Frequenze naturali del terreno” e “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica” (MOPS).

In particolare la suddetta *“Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica” (MOPS)* delimita le zone in base al comportamento in occasione di sollecitazione sismica

come: zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e zone di attenzione per le instabilità: per possibilità di fenomeni di liquefazione e cedimenti post-sismici relativi; per sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità differenti dovute ad incerte e incoerenti caratteristiche litologiche e morfologiche.

2° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO (SCALA 1:10.000)

“Carta della Velocità delle onde di taglio” (Vs) e la “Carta di Microzonazione sismica – Livello 2”.

In particolare la suddetta *“Carta di Microzonazione sismica – Livello 2”* individua le aree (microzone) a comportamento sismico omogeneo definendo, in base alle condizioni stratigrafiche locali, l'amplificazione sismica attesa.

Sono individuate anche le microzone suscettibili di instabilità che necessitano di approfondimenti successivi (terzo livello di approfondimento). I valori dei fattori di amplificazione individuati per le microzone (F_x - F.A. PGA, F_y - F.A. IS compreso nell'intervallo 0.1-0.5 s e F_z - F.A. IS compreso nell'intervallo 0.5-1.0 s) evidenziano comportamenti di risposta sismica differenziati in rapporto allo spessore di copertura individuato.

2. La cartografia di Piano è costituita:

➤ dalle carte *“Microzonazione sismica di 1° (MOPS) e 2° livello”* e *“Carta delle frequenze naturali del terreno”*, in scala 1:10.000, significative per l'intero territorio comunale, che evidenziano rispettivamente le parti in cui sono prescritti approfondimenti di 3° livello, i fattori di amplificazione e le principali frequenze naturali dei terreni.

3. Costituiscono inoltre riferimento per l'applicazione delle presenti norme le seguenti carte dell'Analisi per la Condizione Limite per l'Emergenza e del Confronto tra la Microzonazione Sismica e l'Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza:

- *Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE)* in scala 1:10.000;
- *Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) - 1/3 – “Sant’Anna”* in scala 1:2.000;
- *Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) - 2/3 – “San Cesario Centro”* in scala 1:2.000;
- *Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) - 3/3 – “Altolà”* in scala 1:2.000;

in tali elaborati sono identificati gli edifici strategici, le aree di emergenza (ricovero, ammassamento/attesa e ammassamento/ricovero), le infrastrutture viarie di connessione e di accessibilità al sistema insediativo urbano, nonché gli edifici e gli aggregati strutturali su di esse interferenti.

- *Confronto tra la Microzonazione Sismica e l'Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza* in scala 1:10.000.

Art. 99) Disposizioni per la riduzione del rischio sismico: Microzonazione Sismica

1. Disposizioni generali:

- a) Le cartografie di riferimento per l'applicazione delle presenti norme nella pianificazione urbanistica e regolamentare, sono quelle descritte al precedente art. 98 commi 2 e 3. Le cartografie distinguono sull'intero territorio comunale differenti aree sulla base degli effetti locali attesi in caso di evento sismico, individuando le parti in cui sono prescritti approfondimenti di 3° livello.
- b) Il 3° livello di approfondimento è sempre e comunque prescritto per la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico⁸, indipendentemente dalla zona/area in cui l'intervento edilizio ricade.

⁸ Cfr. le definizioni nazionali e regionali tra cui la DGR n. 1661/2009.

- c) Costituisce riferimento per la progettazione attuativa ed esecutiva anche la tavola *“Carta delle frequenze naturali del terreno”*.
 - d) In relazione all'applicazione delle presenti norme, restano ferme tutte le disposizioni condizionanti la trasformazione d'uso dei suoli di cui al presente Piano, o definite da Piani sovraordinati.
2. Riduzione del rischio sismico:
- a) Nella zona stabile suscettibile di amplificazione non sono richiesti ulteriori approfondimenti in sede di formazione dei piani urbanistici. In queste aree per il calcolo dell'azione sismica nella progettazione di opere di classe d'uso 3 e 4 sono fortemente raccomandate specifiche analisi di risposta sismica locale.
 - b) Le porzioni di territorio in cui sono possibili fenomeni di amplificazione e di potenziale liquefazione (ZA_{LQ1}) sono soggette ad approfondimenti di terzo livello per la valutazione della suscettività alla liquefazione e la stima dei cedimenti. In tali aree, preventivamente ad ogni trasformazione urbanistico - edilizia da realizzarsi negli ambiti urbani consolidati, insediamenti di nuova previsione e nel territorio rurale, deve essere effettuata l'analisi di suscettività alla liquefazione il cui esito si riterrà negativo se l'indice di liquefazione IL risulterà inferiore a 2. Se l'indice di liquefazione IL risulterà pari o superiore a 2, per il calcolo dell'azione di sismica ai fini della progettazione non è ammesso l'approccio semplificato previsto dalle vigenti norme tecniche per le costruzioni e dovranno essere valutati i potenziali cedimenti. Per opere di particolare interesse pubblico o strategico, classi d'uso 3 e 4, si raccomandano interventi di mitigazione del rischio di liquefazione (consolidamento del terreno di fondazione, interventi per la riduzione delle pressioni interstiziali, ecc.). Se dopo la realizzazione di interventi di mitigazione del rischio di liquefazione l'indice di liquefazione IL risulterà inferiore a 2 per la progettazione di opere di classe d'uso 1 e 2 è ammesso il calcolo dell'azione sismica tramite l'approccio semplificato.
3. Le porzioni di territorio suscettibili di instabilità differenti per incoerenti/incerte caratteristiche litologiche e morfologiche (*Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica: sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità differenti*) sono soggette ad approfondimenti di 3° livello per la valutazione della Risposta Sismica Locale (RSL) mediante specifiche analisi e la stima dei cedimenti post-sismici.
4. Nella *“Carta di microzonazione sismica – Livello 2”* sono rappresentati i fattori di amplificazione del moto sismico attesi, in termini di Intensità di *Housner* per i periodi compresi tra 0,1s - 0,5s e tra 0,5s - 1,0s. Ne consegue che per la pianificazione di interventi che prevedano opere con periodo di vibrazione superiore a 1,0s sono da sviluppare approfondimenti mediante specifiche analisi della risposta sismica locale.

Art. 100) Disposizioni per la riduzione del rischio sismico: Condizione Limite per l'Emergenza

- 1. Garantire e migliorare l'accessibilità alle funzioni strategiche, e quindi l'efficienza del sistema di gestione dell'emergenza, è obiettivo strutturale della pianificazione urbanistica; pertanto gli strumenti operativi (POC), attuativi (PUA) e RUE, devono attenersi all'applicazione delle seguenti disposizioni sulla riduzione del rischio.
- 2. Al fine di salvaguardare l'accessibilità alle funzioni strategiche nel contesto urbano e territoriale in caso di emergenza sismica, con riferimento alla viabilità individuata quale infrastruttura di connessione o di accesso alle funzioni strategiche sugli elaborati costitutivi la CLE, si dispone che:

- gli interventi edilizi sui fabbricati esistenti e gli interventi di nuova costruzione non siano tali da rendere/realizzare fabbricati interferenti⁹ su Edifici Strategici sulle Aree di Emergenza e sulla viabilità di connessione o di accesso;
 - sui fabbricati già individuati come interferenti dagli elaborati della CLE, non è ammessa la sopraelevazione e gli interventi edilizi devono tendere di minima alla riduzione della condizione di interferenza e, in funzione della tipologia di intervento edilizio, alla sua eliminazione.
3. Si intendono interferenti sulla viabilità o rispetto alle aree di emergenza quei fabbricati o aggregati, o singoli manufatti isolati, che ricadono nella condizione $H > L$ o, per le aree, $H > d$. Ossia l'altezza (H) sia maggiore della distanza tra l'aggregato e il limite opposto della strada (L) o rispetto al limite più vicino dell'area (d).

....omississ....

4. LA VALUTAZIONE DI SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE E TERRITORIALE (VAS – VALSAT)

Ai sensi dell'art. 11 del Decreto Legislativo 16.01.2008, n. 4 (*Disposizioni integrative del D.Lgs 03.04.2006, n. 152 "Norme in materia ambientale"*), la fase di valutazione (VAS) è preordinata a garantire che gli impatti significativi sull'ambiente derivanti dall'attuazione del piano siano presi in considerazione durante la fase preparatoria del piano e anteriormente alla sua approvazione.

Ai sensi dell'art. 13 dello stesso Decreto n. 4/2008 deve essere predisposto un "*Rapporto Ambientale*" sui possibili impatti ambientali significativi dell'attuazione del piano.

I contenuti del Rapporto Ambientale sono definiti all'Allegato VI del Decreto n. 4/2008.

La valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale (VALSAT) è richiesta all'art. 5 delle LR 20/2000 per i piani urbanistici al fine di assicurare che le scelte circa gli usi e i processi di trasformazione del suolo presentino un bilancio complessivo positivo, cioè comportino un miglioramento o, quanto meno, non comportino un peggioramento della qualità del territorio, sotto il profilo ambientale, insediativo e funzionale.

⁹ Si intendono interferenti sulla viabilità o rispetto alle aree di emergenza quei fabbricati o aggregati, o singoli manufatti isolati, che ricadono nella condizione $H > L$ o, per le aree, $H > d$. Ossia l'altezza (H) sia maggiore della distanza tra l'aggregato e il limite opposto della strada (L) o rispetto al limite più vicino dell'area (d). ([Linee Guida per l'Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza \(CLE\)](#)) – Roma, Giugno 2012. Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica (articolo 5, comma 7 dell'OPCM 13 Novembre n. 3907).

La presente variante specifica attiene alla definizione di una **normativa specifica per la riduzione del rischio sismico**, con specifico riferimento per le elaborazioni della Microzonazione Sismica (MS) che per l'Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE).

La presente variante assume nella cartografia di PRG, i contenuti delle seguenti Tavole relative agli studi di MS e CLE Comunale elaborati dal Comune stesso con il contributo di cui all'OPCM 52/2013.

MICROZONAZIONE SISMICA (MS):

➤ Carte di “Microzonazione sismica di 1° (MOPS) e 2° livello” e “Carta delle frequenze naturali del terreno”, in scala 1:10.000, significative per l'intero territorio comunale, che evidenziano rispettivamente le parti in cui sono prescritti approfondimenti di 3° livello, i fattori di amplificazione e le principali frequenze naturali dei terreni.

CONDIZIONE LIMITE PER L'EMERGENZA (CLE):

- *Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE)* in scala 1:10.000;
- *Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) - 1/3 – “Sant’Anna”* in scala 1:2.000;
- *Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) - 2/3 – “San Cesario Centro”* in scala 1:2.000;
- *Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) - 3/3 – “Altola”* in scala 1:2.000,

in tali elaborati sono identificati gli edifici strategici, le aree di emergenza (ricovero, ammassamento/attesa e ammassamento/ricovero), le infrastrutture viarie di connessione e di accessibilità al sistema insediativo urbano, nonché gli edifici e gli aggregati strutturali su di esse interferenti.

CONFRONTO TRA MS E CLE

- *Confronto tra la Microzonazione Sismica e l'Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza* in scala 1:10.000.

Con la presente Variante si assumono le elaborazioni di cui sopra, nell'ambito del PRG del Comune di S. Cesario s/P., riportandole in appositi elaborati del PRG stesso. Si ritiene che l'assunzione dei contenuti cartografici e normativi della MS e della CLE negli elaborati del PRG del Comune di S. Cesario s/P. possa avere ricadute positive sul territorio, considerato il contributo che tali elaborazioni possono dare per la prevenzione e la riduzione del rischio sismico nella progettazione e nella pianificazione consentendo una migliore e consapevole individuazione degli elementi strategici di Protezione Civile.

Bastiglia, Marzo 2016

Dott. Geol. GIORGIO GASPARINI

