



Piano Urbanistico Generale

QUADRO CONOSCITIVO
ASPETTI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI
SISMICI ED IDRAULICI



QC.GE.R1

RELAZIONE CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO SISMICA ED AMBIENTALE

Sindaco Matteo Nasciuti

**Assessore
all'Urbanistica** Claudio Pedroni

**Ufficio di
Piano** ing. Matteo Nasi
(Responsabile dell'Ufficio di Piano)
ing. Elisabetta Mattioli
dott.ssa Ilaria Medici
dott.ssa Claudia Giardinà
dott.ssa Ilde De Chiara
dott.ssa Rita Carotenuto
*(Garante della comunicazione e della
partecipazione)*

Progettisti incaricati arch. Fabio Ceci
arch. Gianfranco Pagliettini
arch. Luca Pagliettini
dott. urb. Alex Massari
avv. Roberto Ollari
dott. Lorenzo Gianoli
geol. Gian Pietro Mazzetti
arch. Denis Aldedja

Collaboratori arch. Beatrice Salati
arch. Elisa Cantone

Assunzione Proposta PUG
Del. C.C. n. del. . .

Adozione Proposta PUG
Del. C.C. n. del. . .

Approvazione PUG
Del. C.C. n. del. . .

Data elaborazione
Dicembre 2023

Comune di Scandiano

ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE MICROZONAZIONE
SISMICA ALLA D.G.R. 564/2021
MODELLAZIONE E CARATTERIZZAZIONE
GEOLOGICO TECNICA E SISMICA
RELAZIONE TECNICA

SOMMARIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | PREMESSA..... | 1 |
| 2 | INTRODUZIONE..... | 1 |
| 3 | INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO..... | 2 |
| 4 | METODOLOGIA DI ELABORAZIONE..... | 3 |
| 5 | DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE..... | 5 |
| 5.2 | Pericolosità sismica – Definizione del moto di riferimento..... | 16 |
| 6 | CARATTERI GEOLOGICO TECNICI..... | 22 |
| 7 | PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO..... | 23 |
| 7.1 | Carta delle indagini..... | 23 |
| 7.2 | CARTA GEOLOGICO TECNICA..... | 23 |
| 7.3 | CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEL TERRENO..... | 24 |
| 7.4 | MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA O DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI..... | 25 |
| 8 | SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO..... | 30 |
| 8.1.1 | Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)..... | 32 |
| 9 | CARTE DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE – MICROZONAZIONE SISMICA..... | 34 |
| 9.1 | Carta dei fattori di amplificazione dell'accelerazione massima orizzontale F.P.G.A..... | 34 |
| 9.2 | Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo FH 0.1<T<0.5 sec..... | 35 |
| 9.3 | Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo FH 0.5<T<1.0 sec..... | 35 |
| 9.4 | Carta dei fattori di amplificazione in termini accelerazione nell'intervallo FA 0.1<T<0.5 sec..... | 36 |
| 9.5 | Carta dei fattori di amplificazione in termini di accelerazione nell'intervallo FA 0.4<T<0.8 sec..... | 36 |
| 9.6 | Carta dei fattori di amplificazione di in termini di accelerazione nell'intervallo FA 0.7<T<1.1 sec..... | 37 |
| 10 | RISSENTIMENTO SISMICO - PERIODO FONDAMENTALE DI VIBRAZIONE PER MACRO TIPOLOGIE DI FABBRICATI..... | 38 |
| 11 | LIVELLO DI PERICOLOSITA' SISMICA HSM..... | 39 |
| 11.1 | Carta del livello di pericolosità nell'intervallo H _{SM} (0,1<T<0,5 sec.)..... | 40 |
| 12 | BIBLIOGRAFIA..... | 41 |

ELABORATI

| | | |
|----------|--|----------|
| QC.GE.1 | Carta delle indagini | 1:15.000 |
| QC.GE.2 | Carta geologica | 1:15.000 |
| QC.GE.3 | Carta geologico-tecnica | 1:15.000 |
| QC.GE.4 | Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) | 1:15.000 |
| QC.GE.5 | Carta di microzonazione sismica – FA PGA | 1:15.000 |
| QC.GE.6 | Carta di microzonazione sismica – FH 0,1-0,5 sec | 1:15.000 |
| QC.GE.7 | Carta di microzonazione sismica – FH 0,5-1 sec | 1:15.000 |
| QC.GE.8 | Carta di microzonazione sismica – FA 0,1-0,5 sec | 1:15.000 |
| QC.GE.9 | Carta di microzonazione sismica – FA 0,4-0,8 sec | 1:15.000 |
| QC.GE.10 | Carta di microzonazione sismica – FA 0,7-1,1 sec | 1:15.000 |
| QC.GE.11 | Carta di microzonazione sismica – HSM | 1:15.000 |
| QC.GE.12 | Carta delle frequenze naturali dei terreni | 1:15.000 |
| QC.GE.13 | Carta delle onde di taglio Vsh | 1:15.000 |
| QC.GE.14 | Carta del reticolo idrografico | 1:15.000 |

ALLEGATI

Indagini geognostiche e geofisiche

1 PREMESSA

Nell'ambito delle analisi territoriali per il PUG 2023/24 del comune di Scandiano R.E. è stata redatta la Relazione di Microzonazione Sismica ed elaborati cartografici in adeguamento alla DGR 564/2021 del precedente studio di MS del 2016 sviluppato ai sensi della previgente DGR 112/2007, effettuato da *Geodes srl*, validato R.E.R. – Dipartimento Protezione Civile il 20/07/2016.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geologica, elaborati del dissesto, sezioni geologiche, valutazione del rischio idraulico, in quanto non soggette a significative modifiche di elaborazione e restituzione cartografica previste nelle DGR successive alla DGR 112/2007, si rimanda alla sopracitata Relazione di MS 2016, Analogamente si rimanda alla stessa per la descrizione delle strumentazioni e metodologie di indagine MASW e HVSR, interpretazioni e incertezze.

2 INTRODUZIONE

L'individuazione del grado di sicurezza in rapporto al comportamento dei terreni durante un evento sismico e dei conseguenti possibili effetti locali, del territorio comunale di Scandiano (RE) è stata sviluppata mediante analisi di caratterizzazione e modellazione geologico – tecnica e della pericolosità sismica di base – azione sismica.

Tale disamina, finalizzata alla mitigazione del rischio sismico, è indirizzata alle valutazioni delle possibilità delle scelte d'uso del territorio insediato, di previsto sviluppo e delle fasce interessate dalle principali infrastrutture, del grado di vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio esistente, delle aree urbanizzate.

Le analisi di adeguamento/integrazione dello studio di Microzonazione Sismica del 2016 sono state eseguite in ottemperanza ai dettati delle leggi nazionali, in riferimento al D.M. 11/03/88, circ. LL.PP. N° 30483 del 24/09/88; L.R. R.E.R. N° 24/2017, N.A Piano stralcio Assetto Idrogeologico, PTCP Reggio Emilia Variante Specifica 2016, D.M. 17/01/2018, Delibera della Giunta Regionale dell'Emilia Romagna n° 573/2016: *“Approvazione Allegato A Recante elenco dei Comuni Destinatari dei contributi per studi di Microzonazione Sismica e Analisi della Condizione Limite di Emergenza di cui all'O.C.D.P.C. 293/2015 e successivi aggiornamenti: DGR n° 630/2019 “Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale ed urbanistica”.*

Le valutazioni per la potenziale pericolosità sismica, delle scelte d'uso urbanistiche, sono state svolte in riferimento alle condizioni geologico strutturali e di risentimento sismico, delle tipologie dei processi morfogenetici, dell'estensione degli ambiti territoriali urbanizzati e delle zone di possibile sviluppo, principali insediamenti esistenti, come individuati nelle precedenti disamine del 2016 (*GEODES*).

L'analisi della pericolosità sismica dell'area del Comune di Scandiano, in adeguamento delle precedenti elaborazioni alla DGR 576/2021, è stata sviluppata mediante la realizzazione

delle carte di approfondimento sismico di primo livello per l'individuazione degli ambiti suscettibili di effetti locali in caso di sollecitazione sismica e delle carte di approfondimento sismico di secondo livello, per la definizione dei Fattori di Amplificazione correlati allo scuotimento sismico atteso al suolo, in riferimento alle indicazioni contenute nella sopracitata DGR 576/2021 e "I.C.M.S." indirizzi del Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province Autonome (Gruppo di lavoro MS, 2008).

Detti elaborati rappresentano uno strumento base di indirizzo per le scelte urbanistiche in zone a riconosciuta minore pericolosità sismica e valutazioni delle eventuali priorità di intervento per l'adeguamento/messa in sicurezza sismica del patrimonio edilizio esistente.

Le elaborazioni cartografiche eseguite sono pertanto significativamente rappresentative per gli utilizzi ai fini della pianificazione a scala comunale e per le valutazioni del grado di sicurezza dei manufatti in essere in rapporto alle sollecitazioni sismiche che li possono interessare.

Tali analisi sono state sviluppate in funzione di indagini e raccolte dati geofisici e geognostici precedentemente effettuati da *GEODES s.r.l.* 2016, integrati da analisi geologico tecniche, geomorfologiche e idrogeologiche in precedenza eseguite per il PRG 1998, dallo scrivente: *CENTROGEO*.

Dette documentazioni hanno consentito un approfondito di quelle precedentemente sviluppate nello studio di MS 2016; analogamente dette disamine hanno integrato le analisi del P.T.C.P. di Reggio Emilia visualizzati negli elaborati cartografici di *Riduzione del Rischio Sismico: Carta delle Aree Suscettibili di Effetti Locali (P9a, Tav. 201 SO-219 NO)* e *Carta del Dissesto (P6, Tav. 219010)*, delle analisi e tavole della *Microzonazione Sismica 2016, DGR 112/2007, Geodes*, dell'aggiornamento al 2023 della *Cartografia Inventario delle Frane e Archivio Storico delle Frane Regione Emilia Romagna*.

Le analisi di microzonazione sismica, sono state eseguite su commissione **dell'Amministrazione Comunale di Scandiano, RE**.

Le elaborazioni ed analisi sono state effettuate da Dr. S. Gilli, Dr. G.P. Mazzetti, C. Mazzetti, dello studio Geologico *Centrogeo Survey*, Correggio.

Le elaborazioni GIS sono state eseguite da Dr. Stefano Gilli.

3 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Il territorio comunale di Scandiano, con superficie di 50,5 kmq, appartiene alla zona dell'alta pianura per la parte settentrionale ed alla fascia della collina per il settore meridionale. L'alta pianura è contraddistinta da quote mediamente comprese tra 50 70 m slm nei territori settentrionali e 90÷100 m nell'area Cà De Caroli – Capoluogo – C. Basini; a sud con la transizione alla zona collinare le quote si attestano a 125/150÷200 m slm nella fascia San Ruffino – Ventoso – Volta Nuova; a meridione di queste ultime la zona collinare ha quote medie comprese tra 200/225÷300 m slm e raggiungono il massimo di 247,5 m slm a Monte Evangelo. La fascia occidentale del territorio ad ovest del T. Tresinaro tra Jano – Maestà

Fantuzzi – Bosco è caratterizzate da un assetto morfologico ad altopiano delimitato al bordo orientale da scarpate di erosione fluviale non attiva con altezze di 10÷15 m.

Le quote relative minori delle fasce territoriali sopra descritte si riscontrano in corrispondenza dell'asta del T. Tresinaro nel quale variano tra 160÷105 m slm nel tratto collinare La Riva/Telarolo – Jano, nella parte mediana Cà De Caroli – Fellegara sono comprese tra 100÷80 m slm, nella zona settentrionale Fellegara – Gazzolo le quote oscillano tra 80÷60 m slm.

La superficie comunale di Scandiano appartiene alle tavolette 1: 25.000 R.E.R.:

RUBIERA N° 201 SO

SASSUOLO N° 219 NO

VIANO N° 218 NE

REGGIO NELL'EMILIA N° 200 SE

S. CASSIANO N° 218160

I dislivelli in diffusi settori del territorio, quali quelli a meridione dell'allineamento Seminario – Ventoso – San Ruffino conseguono dal diverso grado di resistenza all'erosione delle rocce che formano detti settori dell'area comunale, dai movimenti tettonici recenti che hanno interessato il lineamento frontale appenninico e dagli accentuati cambiamenti climatici avvenuti nell'ultimo periodo glaciale (85.000 bp. *Wurm*). Durante detta fase il livello medio marino era inferiore di 120/130 m rispetto a quello attuale, dal termine di tale ciclo climatico ed in particolare successivamente a 18.000/16.000 anni b.p. il livello medio del mare si è progressivamente innalzato, con massima crescita circa tra 7.500 e 6.000 anni b.p. e successivi abbassamenti di circa 3 m. Dette mutazioni delle condizioni oltre a scolpire i rilievi collinari hanno modellato le morfologie ad altopiano in sponda occidentale del T. Tresinaro di Jano – Bosco che rappresentano paleo superfici formatesi durante il *Wurm*.

4 METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

L'analisi delle caratteristiche territoriali si è attuata in base alle prospezioni geofisiche precedentemente eseguite da *Geodes* per la Microzonazione Sismica 2016 ed alle indagini geognostiche e geofisiche pregresse di AA. VV. dalla stessa raccolte; oltre a queste sono state utilizzate prove geognostiche della banca dati dello scrivente (*Centrogeo*) in precedenza effettuate nel territorio di Scandiano ed ai rilevamenti geologico geomorfologici e relative elaborazioni cartografiche dal medesimo eseguiti nel contesto degli studi per il PRG 1998.

Per quanto riguarda la sequenza litologico stratigrafica si è fatto riferimento alle classificazioni riportate nella Cartografia Geologica progetto CARG: Regione Emilia Romagna – Servizio Geologico d'Italia.

L'analisi d'insieme delle condizioni di stabilità degli ambiti territoriali collinari, con poco diffusa presenza di aree edificate, e dei principali assi infrastrutturali, si è redatta in riferimento alle caratteristiche delle forme e processi e del dissesto identificati nella Carta dell'Inventario delle Frane RER aggiornata al 2023, della Carta del Dissesto PTCP della Provincia di Reggio Emilia.

Le disamine relative alle suddette zone sono state integrate dai parametri geomeccanici desunti da indagini geognostiche: sondaggi meccanici, prove penetrometriche e prospezioni geofisiche a rifrazione, effettuate da AA. VV. nel territorio.

Le sopra descritte informazioni, hanno consentito la definizione dello spessore di massima dei terreni che formano le coperture quaternarie. L'analisi delle pendenze ha permesso di individuare le parti del territorio nelle quali gli effetti morfologici possono influenzare il moto sismico in superficie.

Tali dati hanno costituito la documentazione base per la microzonazione sismica degli ambiti territoriali a densità edificatoria maggiore e delle zone oggetto delle direttrici di sviluppo, degli ambiti di previsto nuovo insediamento, da riqualificare, da trasformare, principali infrastrutture.

Le prospezioni geofisiche precedentemente effettuate (*Geodes - AA. VV.*) sono state riesaminate per la definizione dei valori delle velocità equivalente di propagazione delle onde sismiche di taglio che compete agli spessori delle unità litologico sismiche sovrastanti le litozone con caratteristiche assimilabili a quelle di substrato a comportamento rigido contraddistinto dal principale contrasto di impedenza che determina i processi di amplificazione del moto sismico in superficie (nell'area esaminata essenzialmente di tipo non rigido).

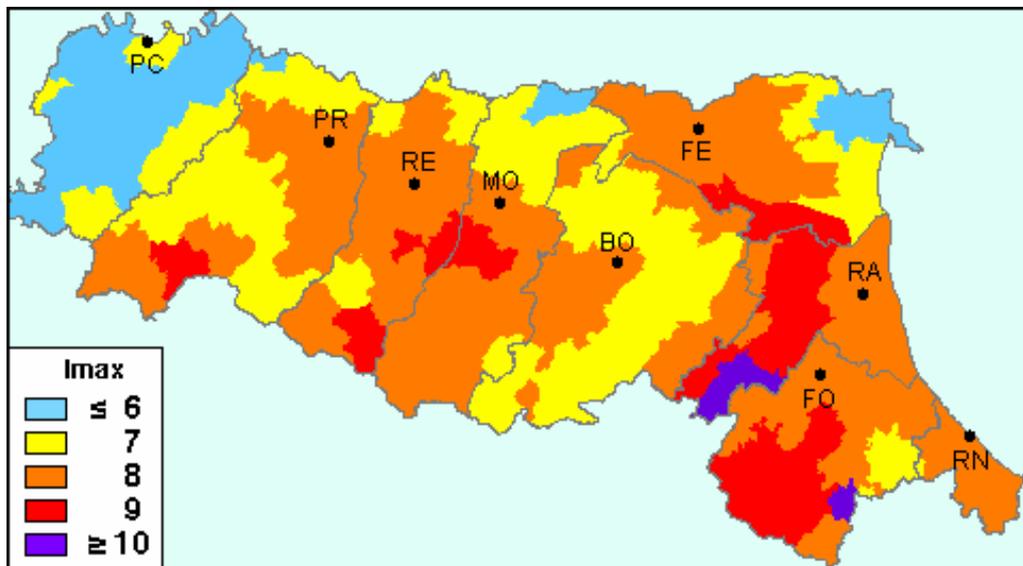
Detta unità litologico sismica è caratterizzata da velocità media di propagazione delle onde sismiche di taglio $V_{s2} \geq 2$ rispetto a quella delle sequenze litologiche sovrastanti: V_{s1} .

In funzione di detta discretizzazione e delle sezioni geologiche R.E.R. 2023, sezioni geologiche precedentemente elaborate da *Geodes MS 2016*, sezioni idrogeologiche *Studio Idrotecnico Associato PSC 2009*, sezioni geologiche *Centrogeo PRG 1998*, per la determinazione dei fattori di amplificazione è stato fatto riferimento alle Tabelle del Margine: A e B, relative al settore di transizione tra la zona collinare e le aree di pianura, dell'Allegato A2 DGR 564/2021.

5 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

La sismicità del territorio è prevalentemente correlata a meccanismi focali compressivi e compressivo trascorrenti nelle strutture superficiali (primi 15 km), secondariamente è connessa a meccanismi focali distensivi ed estensivo trascorrenti nelle zone sorgente di media profondità (15 ÷ 35 km) e subordinatamente profondi (≥ 35 km).

Nell'ambito in cui ricade il territorio comunale di Scandiano (RE) il catalogo delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani, valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA, elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile (*D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise, 1996*) documenta eventi sismici giungenti al 8° grado della Scala *Mercalli – Cancani – Sieberg*, con magnitudo massima corrispondente ad $M_e = 4,5 \div 5,5$, come evidenziato nella seguente figura:



Nell'area a cui appartiene il territorio di Scandiano, RE, il *Database Macrosismico DBMI15v4* utilizzato per la compilazione del *catalogo parametrico CPTI15v4* (a cura di *Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15*) documenta gli eventi sismici di seguito riportati:

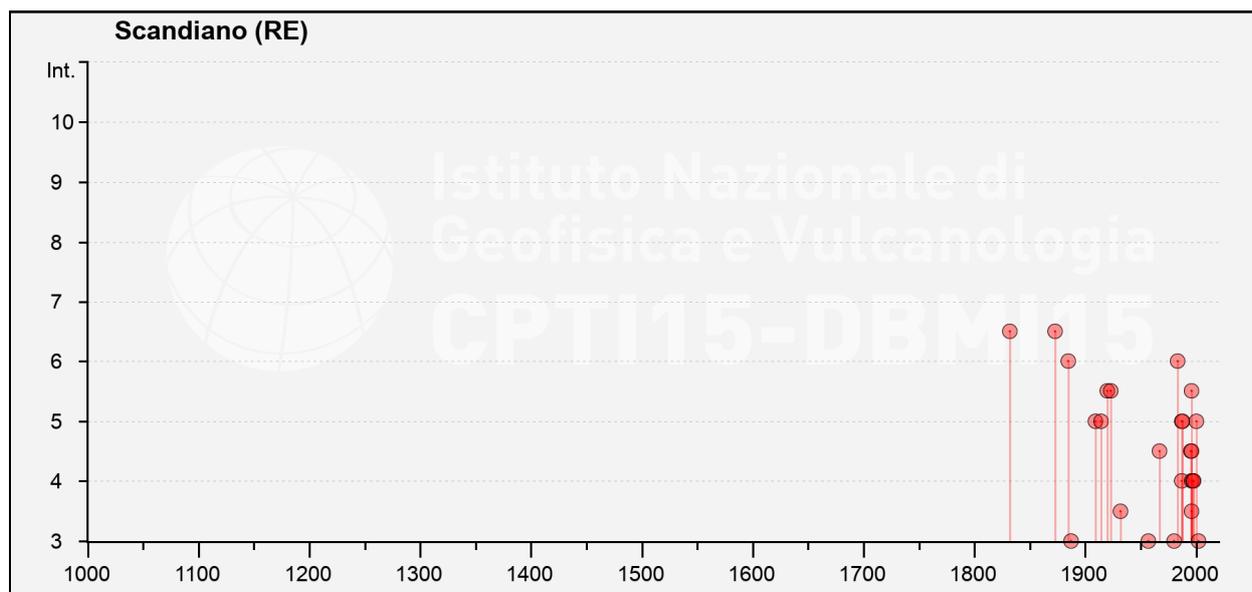
Storia sismica di Scandiano

Numero di eventi: 40

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------------|----|----|----|----|----|------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 6-7 | 1832 | 03 | 13 | 03 | 30 | | Reggiano | 97 | 7-8 | 5.51 |
| 6-7 | 1873 | 05 | 16 | 19 | 35 | | Reggiano | 15 | 6-7 | 5.01 |
| 6 | 1885 | 02 | 26 | 20 | 48 | | Pianura Padana | 78 | 6 | 5.01 |

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|--------------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 6 | 1983 11 09 16 29 5 | Parmense | 850 | 6-7 | 5.04 |
| 5-6 | 1920 09 07 05 55 4 | Garfagnana | 750 | 10 | 6.53 |
| 5-6 | 1923 06 28 15 12 | Modenese | 22 | 6 | 5.04 |
| 5-6 | 1996 10 15 09 55 5 | Pianura emiliana | 135 | 7 | 5.38 |
| 5 | 1909 01 13 00 45 | Emilia Romagna orientale | 867 | 6-7 | 5.36 |
| 5 | 1914 10 27 09 22 | Lucchesia | 660 | 7 | 5.63 |
| 5 | 1987 05 02 20 43 5 | Reggiano | 802 | 6 | 4.71 |
| 5 | 1988 03 15 12 03 1 | Reggiano | 160 | 6 | 4.57 |
| 5 | 2000 06 18 07 42 0 | Pianura emiliana | 304 | 5-6 | 4.40 |
| 4-5 | 1967 04 03 16 36 1 | Reggiano | 45 | 5 | 4.44 |
| 4-5 | 1995 12 31 21 29 4 | Appennino reggiano | 96 | 4-5 | 4.51 |
| 4-5 | 1996 10 26 06 50 2 | Pianura emiliana | 35 | 5-6 | 3.63 |
| 4 | 1987 04 24 02 30 2 | Reggiano | 54 | 6 | 4.64 |
| 4 | 1996 10 26 04 56 5 | Pianura emiliana | 63 | 5-6 | 3.94 |
| 4 | 1997 05 12 22 13 5 | Pianura emiliana | 56 | 4-5 | 3.68 |
| 4 | 1998 02 21 02 21 1 | Pianura emiliana | 104 | 5 | 3.93 |
| 3-4 | 1932 04 19 00 17 | Modenese | 9 | 4 | 3.63 |
| 3-4 | 1996 12 16 09 09 5 | Pianura emiliana | 115 | 5-6 | 4.06 |
| 3 | 1887 02 23 05 21 5 | Liguria occidentale | 1511 | 9 | 6.27 |
| 3 | 1957 08 27 11 54 | Appennino modenese | 58 | 5 | 4.73 |
| 3 | 1980 11 23 18 34 5 | Irpinia-Basilicata | 1394 | 10 | 6.81 |
| 3 | 2002 06 18 22 23 3 | Frignano | 186 | 4 | 4.30 |
| 2-3 | 1939 10 15 14 05 | Garfagnana | 62 | 6-7 | 4.96 |
| 2 | 1961 08 13 22 34 1 | Parmense | 22 | 5-6 | 4.37 |
| 2 | 2002 06 08 20 13 0 | Frignano | 115 | 4 | 4.23 |
| NF | 1895 05 12 20 29 | Reggiano | 13 | 4-5 | 3.98 |
| NF | 1899 06 26 23 17 2 | Valle del Bisenzio | 138 | 7 | 5.02 |
| NF | 1904 11 17 05 02 | Pistoiese | 204 | 7 | 5.10 |
| NF | 1909 08 25 00 22 | Crete Senesi | 259 | 7-8 | 5.34 |
| NF | 1912 09 12 21 15 | Carpi | 13 | 4 | 3.76 |
| NF | 1919 06 29 15 06 1 | Mugello | 565 | 10 | 6.38 |
| NF | 1984 04 29 05 02 5 | Umbria settentrionale | 709 | 7 | 5.62 |
| NF | 1986 12 06 17 07 1 | Ferrarese | 604 | 6 | 4.43 |
| NF | 1989 10 03 09 41 3 | Appennino parmense | 91 | 4 | 4.04 |
| NF | 1995 10 10 06 54 2 | Lunigiana | 341 | 7 | 4.82 |
| NF | 2000 10 03 01 12 3 | Frignano | 62 | 5 | 4.22 |
| NF | 2002 06 19 22 11 1 | Frignano | 52 | 3 | 4.03 |

Dove: Io ed Mw=Intensità e Magnitudo sismica epicentrale; Int=Intensità sismica percepita; NF=Nessun effetto



(tabella e grafico reperiti dall'archivio DBMI15, consultabile al sito internet

<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>)

e nei territori dei comuni confinanti i sismi di seguito esposti:

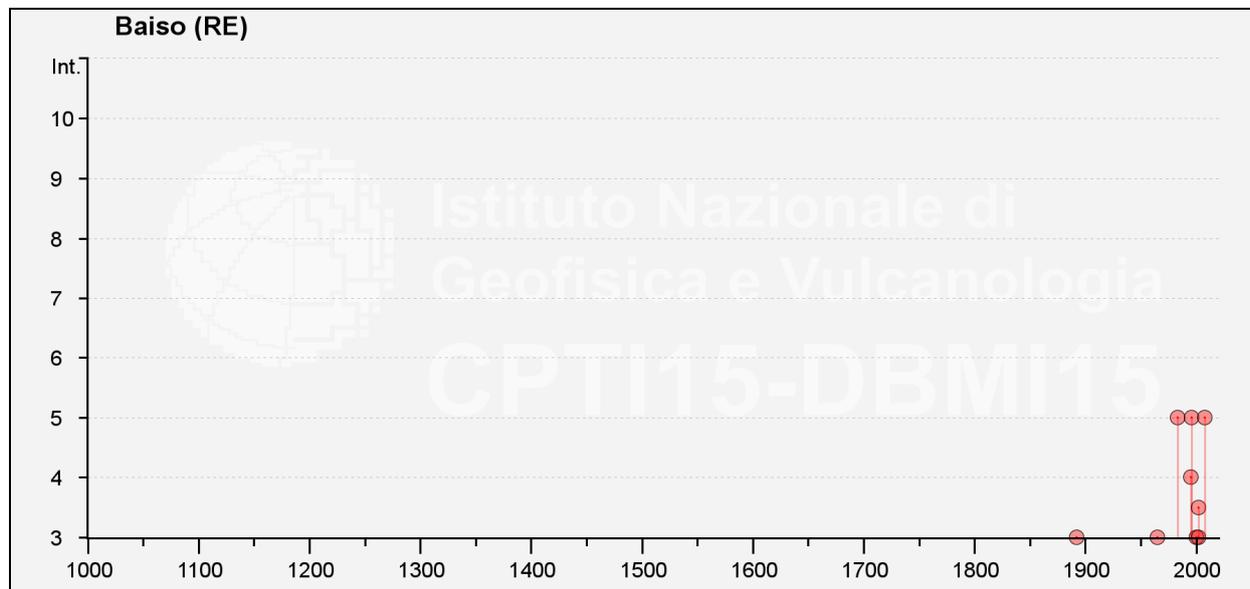
Storia sismica di Baiso

Numero di eventi: 20

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|--------------------|-------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMD P | Io | Mw |
| 5 | 1983 11 09 16 29 5 | Parmense | 850 | 6-7 | 5.04 |
| 5 | 1996 10 15 09 55 5 | Pianura emiliana | 135 | 7 | 5.38 |
| 5 | 2008 12 23 15 24 2 | Parmense | 291 | 6-7 | 5.36 |
| 4 | 1995 10 10 06 54 2 | Lunigiana | 341 | 7 | 4.82 |
| 3-4 | 2002 06 08 20 13 0 | Frignano | 115 | 4 | 4.23 |
| 3 | 1892 05 17 03 08 1 | Carpinetti | 28 | 5 | 4.28 |
| 3 | 1965 11 09 15 35 | Appennino reggiano | 32 | 5 | 4.17 |
| 3 | 2000 06 18 07 42 0 | Pianura emiliana | 304 | 5-6 | 4.40 |
| 3 | 2002 06 18 22 23 3 | Frignano | 186 | 4 | 4.30 |
| 2 | 2000 10 03 01 12 3 | Frignano | 62 | 5 | 4.22 |
| NF | 1899 06 26 23 17 2 | Valle del Bisenzio | 138 | 7 | 5.02 |
| NF | 1986 10 01 19 53 3 | Lunigiana | 68 | 5 | 4.46 |
| NF | 1986 12 06 17 07 1 | Ferrarese | 604 | 6 | 4.43 |
| NF | 1989 10 03 09 41 3 | Appennino parmense | 91 | 4 | 4.04 |
| NF | 1996 12 16 09 09 5 | Pianura emiliana | 115 | 5-6 | 4.06 |
| NF | 1997 05 12 22 13 5 | Pianura emiliana | 56 | 4-5 | 3.68 |
| NF | 1997 12 24 17 53 1 | Garfagnana | 98 | 5 | 4.33 |
| NF | 1998 02 21 02 21 1 | Pianura emiliana | 104 | 5 | 3.93 |
| NF | 1998 03 26 16 26 1 | Appennino umbro- | 409 | | 5.26 |

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|------------------|------|----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| | | marchigiano | | | |
| NF | 2002 11 13 10 48 0 | Franciacorta | 768 | 5 | 4.21 |

Dove: Io ed Mw=Intensità e Magnitudo sismica epicentrale; Int=Intensità sismica percepita; NF=Nessun effetto



(tabella e grafico reperiti dall'archivio DBMI15, consultabile al sito internet

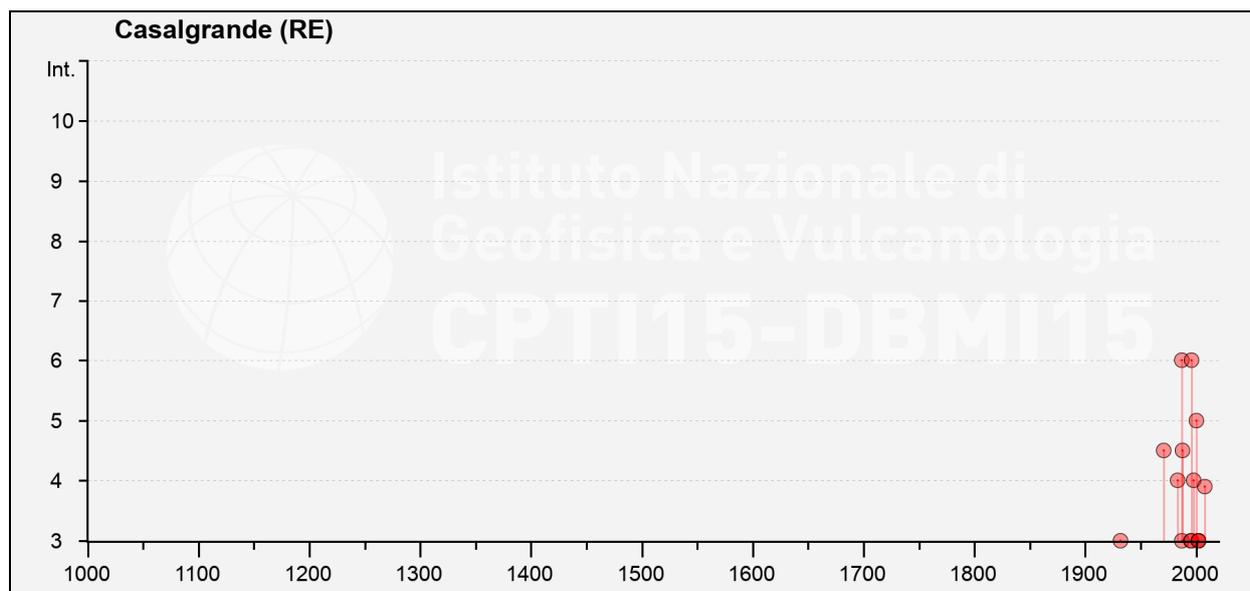
<http://emidius.mi.inq.v.it/CPTI15-DBMI15/>)

Storia sismica di Casalgrande

Numero di eventi: 22

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|--------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 6 | 1987 05 02 20 43 5 | Reggiano | 802 | 6 | 4.71 |
| 6 | 1996 10 15 09 55 5 | Pianura emiliana | 135 | 7 | 5.38 |
| 5 | 2000 06 18 07 42 0 | Pianura emiliana | 304 | 5-6 | 4.40 |
| 4-5 | 1971 07 15 01 33 2 | Parmense | 228 | 8 | 5.51 |
| 4-5 | 1988 03 15 12 03 1 | Reggiano | 160 | 6 | 4.57 |
| 4 | 1983 11 09 16 29 5 | Parmense | 850 | 6-7 | 5.04 |
| 4 | 1998 02 21 02 21 1 | Pianura emiliana | 104 | 5 | 3.93 |
| F | 2008 12 23 15 24 2 | Parmense | 291 | 6-7 | 5.36 |
| 3 | 1932 04 19 00 17 | Modenese | 9 | 4 | 3.63 |
| 3 | 1987 04 24 02 30 2 | Reggiano | 54 | 6 | 4.64 |
| 3 | 1995 12 31 21 29 4 | Appennino reggiano | 96 | 4-5 | 4.51 |
| 3 | 1996 10 26 04 56 5 | Pianura emiliana | 63 | 5-6 | 3.94 |
| 3 | 2002 06 08 20 13 0 | Frignano | 115 | 4 | 4.23 |
| 3 | 2002 06 18 22 23 3 | Frignano | 186 | 4 | 4.30 |
| 3 | 2002 06 19 22 11 1 | Frignano | 52 | 3 | 4.03 |

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 2 | 1967 04 03 16 36 1 | Reggiano | 45 | 5 | 4.44 |
| 2 | 1996 12 16 09 09 5 | Pianura emiliana | 115 | 5-6 | 4.06 |
| 2 | 1997 05 12 22 13 5 | Pianura emiliana | 56 | 4-5 | 3.68 |
| NF | 1904 11 17 05 02 | Pistoiese | 204 | 7 | 5.10 |
| NF | 1986 12 06 17 07 1 | Ferrarese | 604 | 6 | 4.43 |
| NF | 1995 10 10 06 54 2 | Lunigiana | 341 | 7 | 4.82 |
| NF | 2000 10 03 01 12 3 | Frignano | 62 | 5 | 4.22 |



(tabella e grafico reperiti dall'archivio DBMI15, consultabile al sito internet

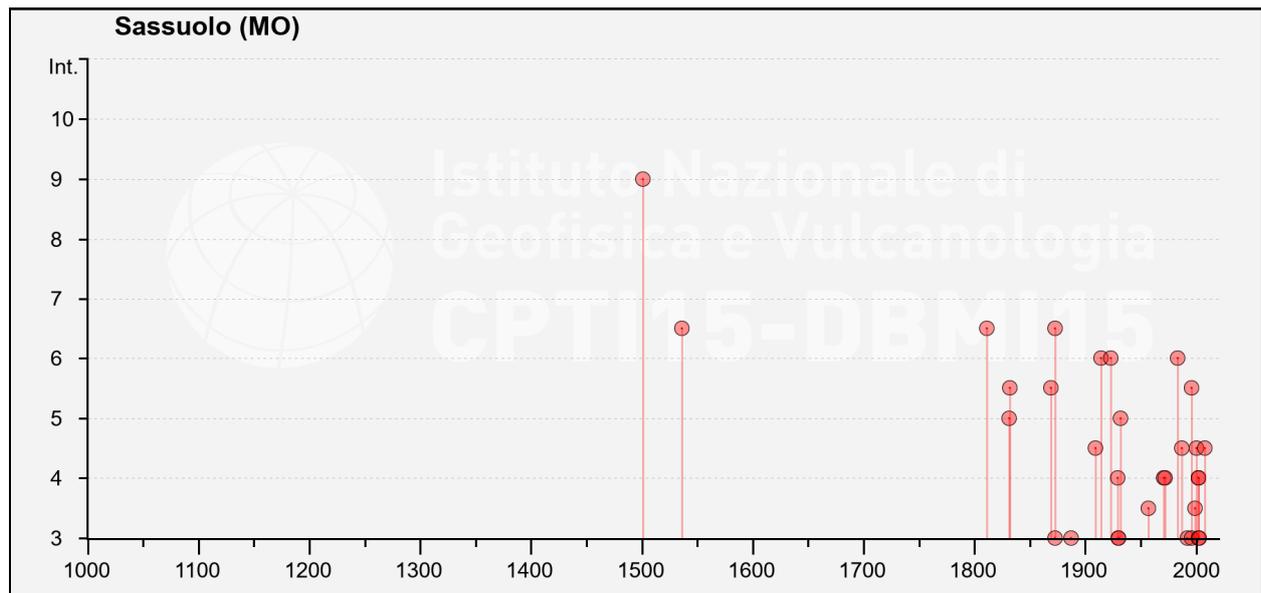
<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>)

Storia sismica di Sassuolo

Numero di eventi: 44

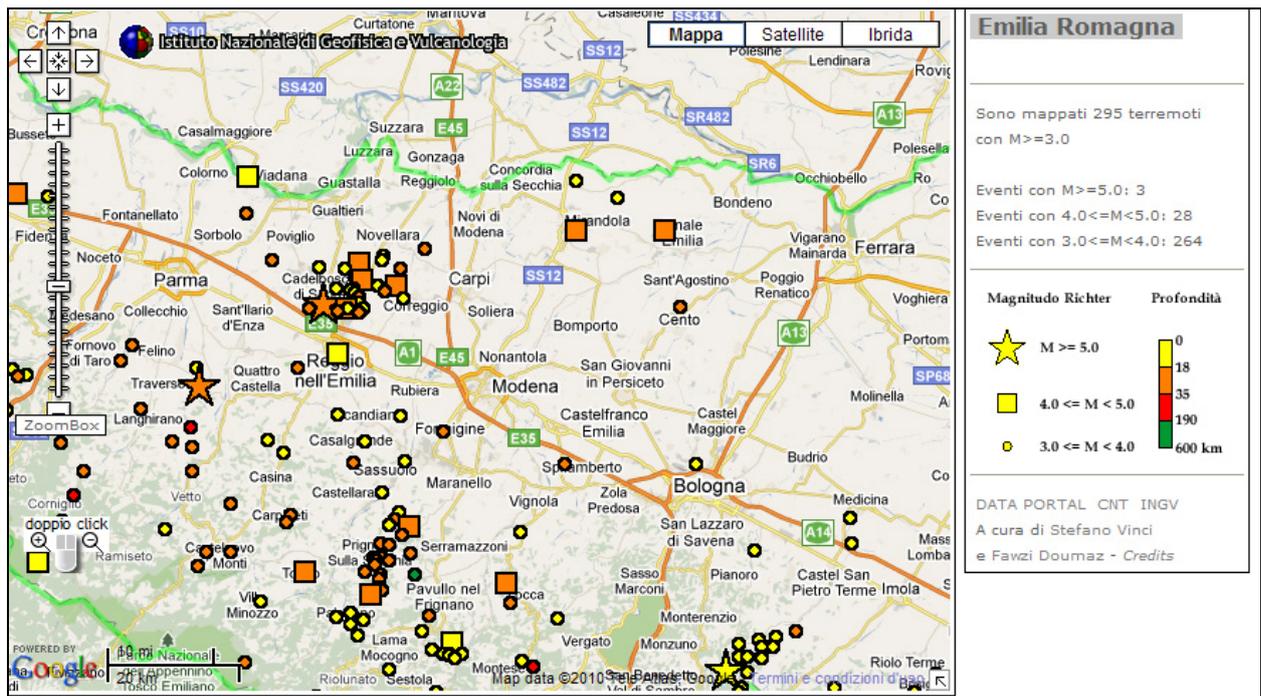
| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|--------------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 9 | 1501 06 05 10 | Modenese | 17 | 9 | 6.05 |
| 6-7 | 1536 08 17 00 05 | Appennino settentrionale | 10 | 6-7 | 5.12 |
| 6-7 | 1811 07 15 22 44 | Modenese-Reggiano | 19 | 6-7 | 5.13 |
| 6-7 | 1873 05 16 19 35 | Reggiano | 15 | 6-7 | 5.01 |
| 6 | 1914 10 27 09 22 | Lucchesia | 660 | 7 | 5.63 |
| 6 | 1923 06 28 15 12 | Modenese | 22 | 6 | 5.04 |
| 6 | 1983 11 09 16 29 5 | Parmense | 850 | 6-7 | 5.04 |
| 5-6 | 1832 03 13 03 30 | Reggiano | 97 | 7-8 | 5.51 |
| 5-6 | 1869 12 13 02 53 | Sassuolo | 13 | 5 | 4.57 |
| 5-6 | 1996 10 15 09 55 5 | Pianura emiliana | 135 | 7 | 5.38 |
| 5 | 1831 09 11 18 15 | Pianura emiliana | 25 | 7-8 | 5.48 |
| 5 | 1932 04 19 00 17 | Modenese | 9 | 4 | 3.63 |

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | |
|---------|--------------------------------|--------------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno Me Gi Ho Mi Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 4-5 | 1909 01 13 00 45 | Emilia Romagna orientale | 867 | 6-7 | 5.36 |
| 4-5 | 1987 05 02 20 43 5 | Reggiano | 802 | 6 | 4.71 |
| 4-5 | 2000 06 18 07 42 0 | Pianura emiliana | 304 | 5-6 | 4.40 |
| 4-5 | 2008 12 23 15 24 2 | Parmense | 291 | 6-7 | 5.36 |
| 4 | 1929 04 19 04 16 | Bolognese | 82 | 6-7 | 5.13 |
| 4 | 1971 07 15 01 33 2 | Parmense | 228 | 8 | 5.51 |
| 4 | 1972 10 25 21 56 1 | Appennino settentrionale | 198 | 5 | 4.87 |
| 4 | 2002 06 08 20 13 0 | Frignano | 115 | 4 | 4.23 |
| 4 | 2002 06 18 22 23 3 | Frignano | 186 | 4 | 4.30 |
| 3-4 | 1957 08 27 11 54 | Appennino modenese | 58 | 5 | 4.73 |
| 3-4 | 1999 07 07 17 16 1 | Frignano | 32 | 5 | 4.67 |
| 3 | 1873 03 12 20 04 | Appennino marchigiano | 196 | 8 | 5.85 |
| 3 | 1887 02 23 05 21 5 | Liguria occidentale | 1511 | 9 | 6.27 |
| 3 | 1930 05 24 22 02 | Appennino tosco-emiliano | 43 | 5 | 4.91 |
| 3 | 1930 10 26 07 31 | Modenese | 11 | 4 | 4.12 |
| 3 | 1992 04 17 11 59 0 | Appennino bolognese | 56 | 4-5 | 4.11 |
| 3 | 1996 12 16 09 09 5 | Pianura emiliana | 115 | 5-6 | 4.06 |
| 3 | 2002 06 19 22 11 1 | Frignano | 52 | 3 | 4.03 |
| 3 | 2003 09 14 21 42 5 | Appennino bolognese | 133 | 6 | 5.24 |
| 2-3 | 1997 05 12 22 13 5 | Pianura emiliana | 56 | 4-5 | 3.68 |
| 2 | 1919 06 29 15 06 1 | Mugello | 565 | 10 | 6.38 |
| 2 | 1922 08 02 21 13 | Frignano | 21 | 5 | 4.32 |
| 2 | 1965 11 09 15 35 | Appennino reggiano | 32 | 5 | 4.17 |
| 2 | 1995 12 31 21 29 4 | Appennino reggiano | 96 | 4-5 | 4.51 |
| 1-2 | 1995 10 10 06 54 2 | Lunigiana | 341 | 7 | 4.82 |
| NF | 1909 08 25 00 22 | Crete Senesi | 259 | 7-8 | 5.34 |
| NF | 1911 02 19 07 18 3 | Forlivese | 181 | 7 | 5.26 |
| NF | 1986 12 06 17 07 1 | Ferrarese | 604 | 6 | 4.43 |
| NF | 1988 03 15 12 03 1 | Reggiano | 160 | 6 | 4.57 |
| NF | 1996 10 26 04 56 5 | Pianura emiliana | 63 | 5-6 | 3.94 |
| NF | 1998 02 21 02 21 1 | Pianura emiliana | 104 | 5 | 3.93 |
| NF | 2000 10 03 01 12 3 | Frignano | 62 | 5 | 4.22 |



Dalle tabelle e dai grafici sopra esposti possono essere tratte le seguenti osservazioni:

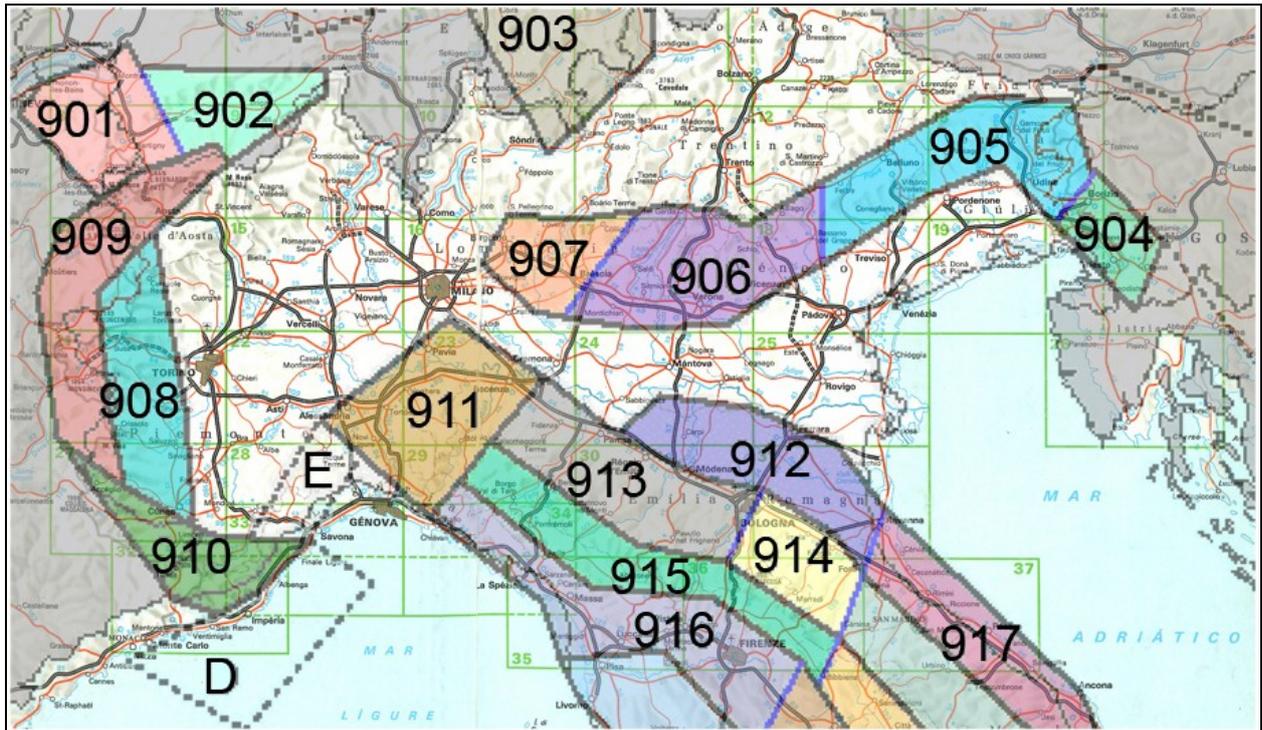
- la storia sismica di Scandiano e del suo intorno ha una discreta testimonianza ed estensione temporale; il primo evento documentato risale al 1501 (Maranello – Sassuolo) e la maggior parte dei sismi risulta catalogata da fine '800 e tutto il '900
- la sismicità è di tipo medio – medio elevato con intensità massime percepite in territorio di Scandiano equivalenti $I_S=6-7$, corrispondenti a magnitudo equivalente origine stimata $M_e= 5,51 \div 4,9$
- le massime intensità sismiche sono correlate a sismi di elevata intensità sismica avvenuti a distanze di 9/15 km (Maranello – Rubiera); sono inoltre documentati shock sismici superficiali di medio bassa magnitudo $M_w=4,1 \div 4,9$ che hanno contribuito in modo meno rilevante.



Epicentri dei principali terremoti ($M > 3$) rilevati da INGV tra il 1981 ed il 2006 nell'intorno dell'area di interesse

5.1.1.1 Zone Sorgente

La zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2003), attribuisce l'area comunale di Scandiano alla zona sismogenetica 913, ambito di dominio dell'Appennino Emiliano Romagnolo, sita al bordo settentrionale della zona sismogenetica 915, costituita del dominio della Garfagnana – Mugello, e del limite meridionale della zona sismogenetica 912 formata dal dominio delle Pieghe Emiliano Romagnole e Ferraresi.



Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

La seconda di dette fasce rappresenta la porzione più esterna della zona in compressione dell'arco appenninico ed è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori di magnitudo molto elevati.

Dalla documentazione della storia sismica sopra esposta si evince che il territorio di Scandiano e le zone circostanti: Casalgrande, Sassuolo, Baiso, Carpineti, Viano, Castellarano, sono principalmente interessati dai meccanismi focali che si originano nella fascia delle strutture del medio appenninico, risentono della sismicità della fascia del lineamento frontale pedeappenninico e di quella della Garfagnana.

| ZS | 4.76 | 4.99 | 5.22 | 5.45 | 5.68 | 5.91 | 6.14 | 6.37 | 6.6 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 912 | 12 | 9 | 6 | 7 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 913 | 26 | 13 | 11 | 6 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 915 | 31 | 17 | 19 | 1 | 4 | 2 | 1 | 0 | 1 |

Distribuzione degli eventi sismici per classi di magnitudo per le zone 913 e 915 (INGV, 2004)

Gli epicentri sismici verificatisi nel territorio che circonda Scandiano per un raggio di 20/25 km si sono originati per la percentuale maggiore nei primi 10/15 ÷ 25 km del sottosuolo

ed evidenziano un'attività sismogenetica sia di tipo superficiale che medio profonda; la distribuzione degli ipocentri focali che si generano tra - 15 km e - 25 km dal piano campagna, è contraddistinta da percentuale relativa maggiore.

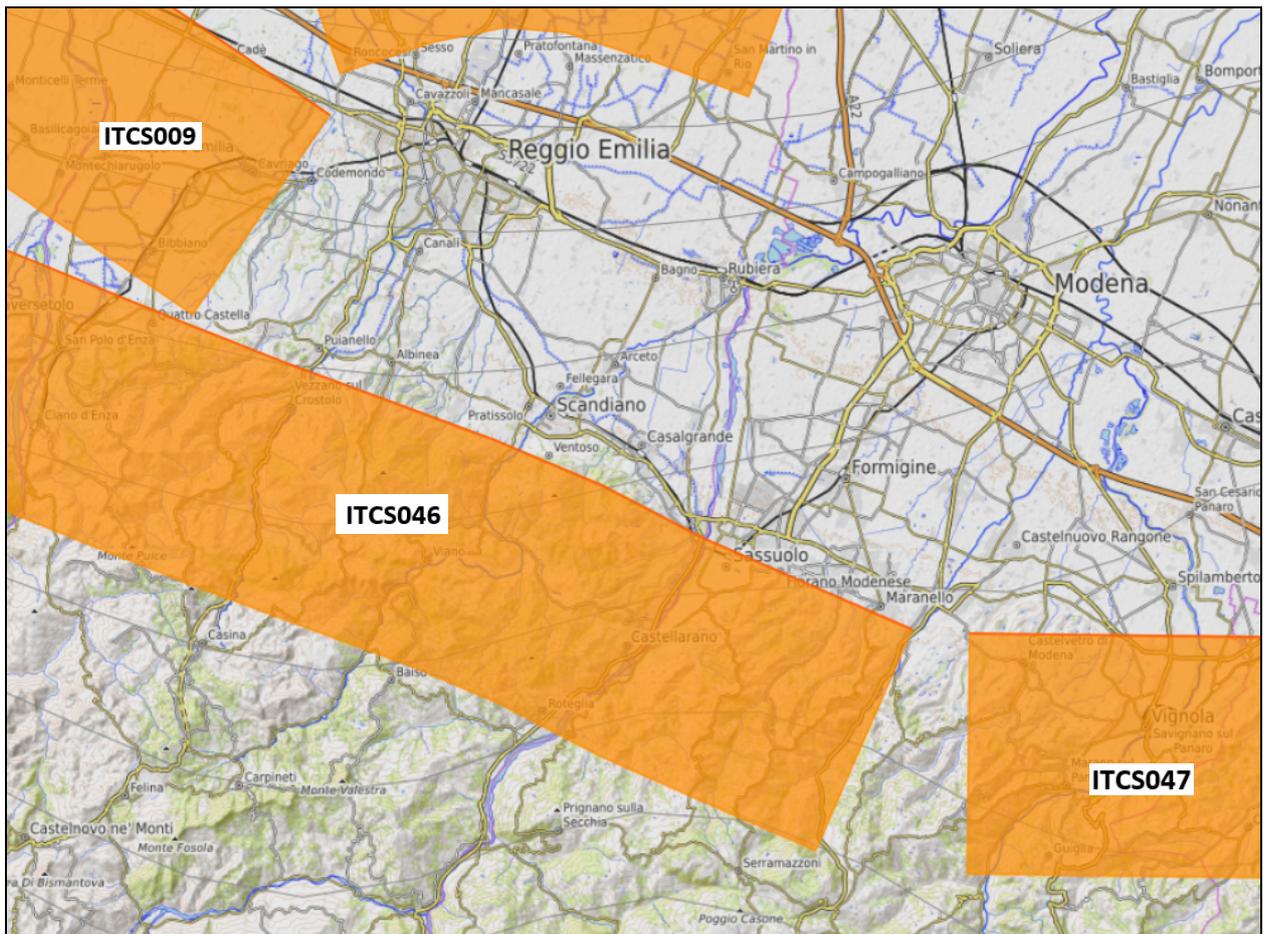
D'altra parte la sismicità crostale più profonda, ipocentri sottostanti 30 km dal piano campagna, nella fascia dell'appennino settentrionale reggiano - parmense che si estende in direzione sud ovest - nord est circa secondo l'allineamento Montelungo - Berceto - Calestano - Pilastro, è inferiore e risulta caratterizzata da sismi di medio elevata magnitudo.

Zone sismogenetiche - DISS 3.2.0

La parte meridionale del territorio di Scandiano appartiene alla zona sorgente sismogenetica composta ITCS046 - Langhirano - Sassuolo che si estende in direzione ovest nordovest - est sudest circa da Felino/ Marzolaro a Maranello/ Serramazzone. Dette fascia è caratterizzata da meccanismi focali compressivi che si originano tra -2 e -8 km del sottosuolo.

Agli eventi sismici della zona Langhirano - Sassuolo è attribuita una magnitudo massima $M_w=6,8$.

La Massima magnitudo equivalente documentata corrisponde a $M_e= 6.05$ relativa al sisma del 06/1501 avvenuto a Maranello e Fiorano Modenese.



Estratto da DISS Working Group (2021). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than $M 5.5$ in Italy and surrounding areas. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/diss3.3.0>

Classificazione sismica

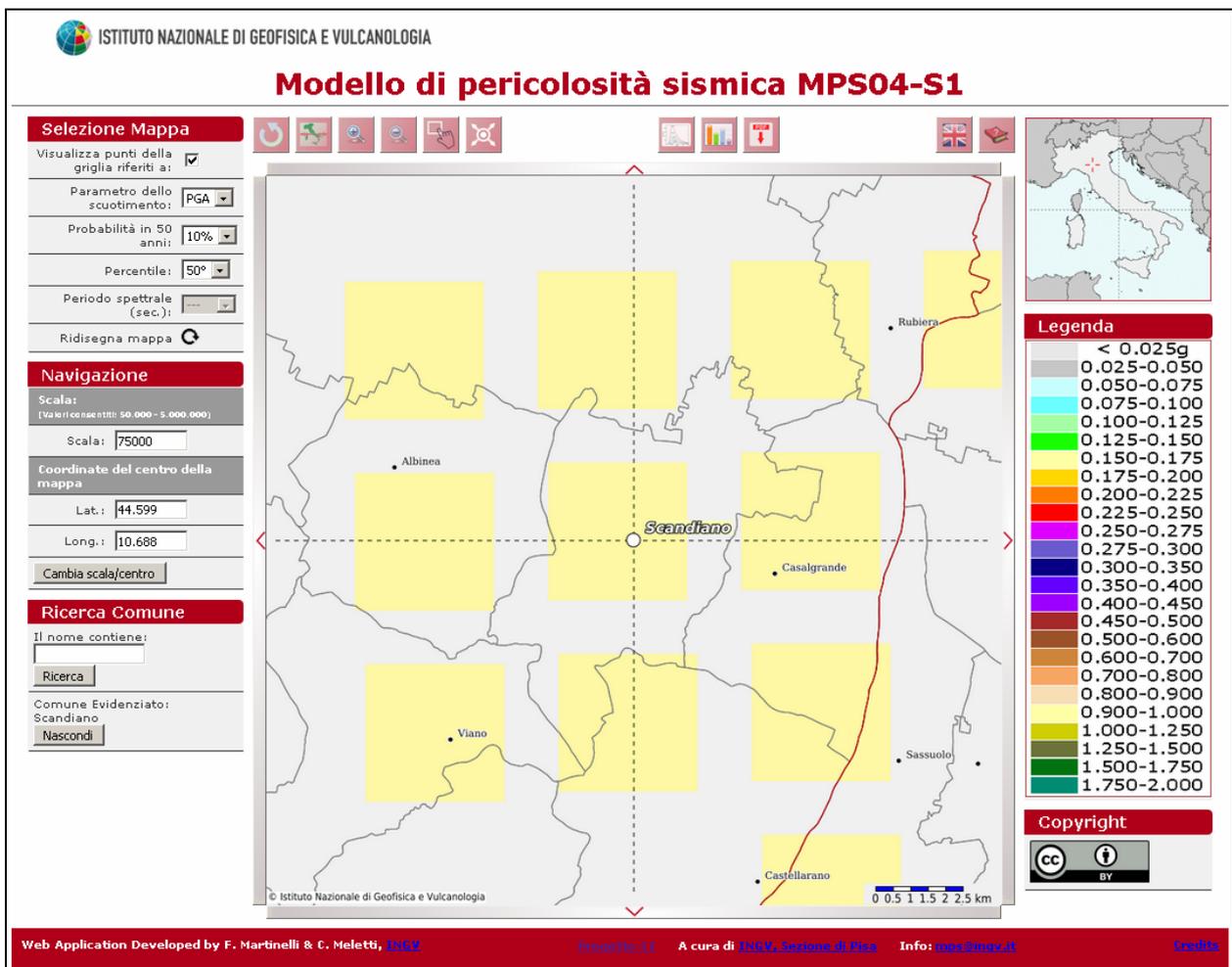
La classificazione sismica del territorio nazionale: OPCM 3274/2003, NTC 17/01/2018, DGR. ER. 146/2023, attribuiscono il Comune di Scandiano, alla zona 3 con grado di sismicità equivalente ai precedenti ambiti S6.

In riferimento alle DGR 476 e 564/2021 – 630/2019: griglia mappe di pericolosità sismica INGV, alla zona sismogenetica del territorio comunale di Scandiano compete un valore dell’accelerazione orizzontale media dello spettro di risposta elastico, corrispondente a:

$$\text{Scandiano } a_{\text{gref}} = 0,162 \text{ g}$$

La Carta della Pericolosità Sismica del territorio nazionale (INGV–DPC 2004–2006, Progetto esse1) riportante il valore dell’accelerazione orizzontale massima “ag” su suolo di riferimento che ha la probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, corrispondente ad un periodo di ritorno di 475 anni, assunto come riferimento dalla normativa sismica vigente, per il territorio del comune di Scandiano, risulta compresa tra:

$$\text{Scandiano } a_g = 0,150 \div 0,175 \text{ g}$$



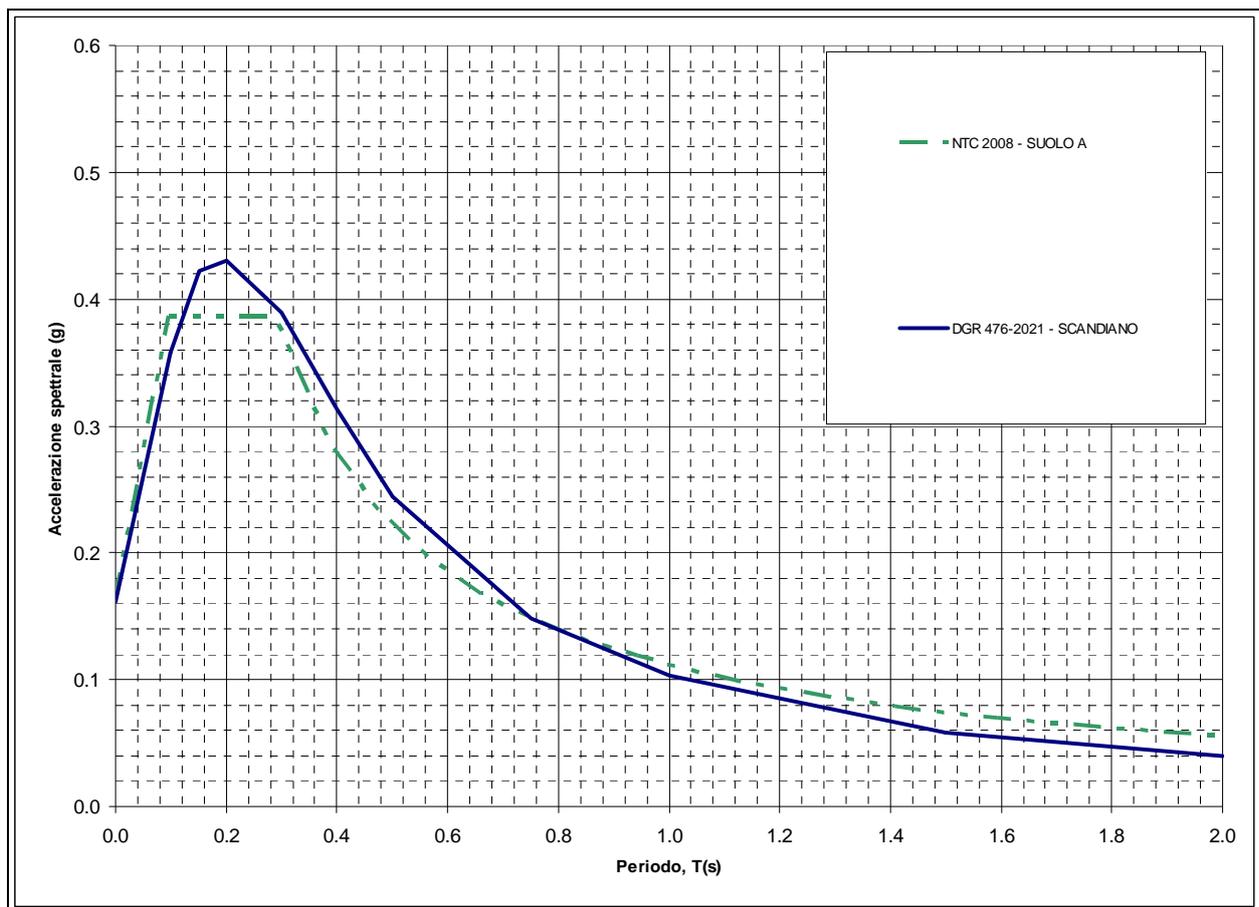
Accelerazione di riferimento a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV-DPC 2004-2006)

Tali valori, a livello territoriale aumentano in direzione sud ovest e sud est.

5.2 Pericolosità sismica – Definizione del moto di riferimento

La PGA per un periodo di ritorno di 475 anni riportata nelle mappe di pericolosità sismica di INGV (Meletti C., Montaldo V., 2007. Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>) varia nell'intervallo $0,150 \div 0,175$ g. Tali dati sono stati utilizzati dalla Regione Emilia Romagna per la redazione dei tabulati contenuti nella Delibera della Giunta Regionale n° 564/2021, "Integrazione della propria deliberazione n. 476 del 12 aprile 2021 mediante approvazione dell'allegato A, "Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R. n. 24/2017)".

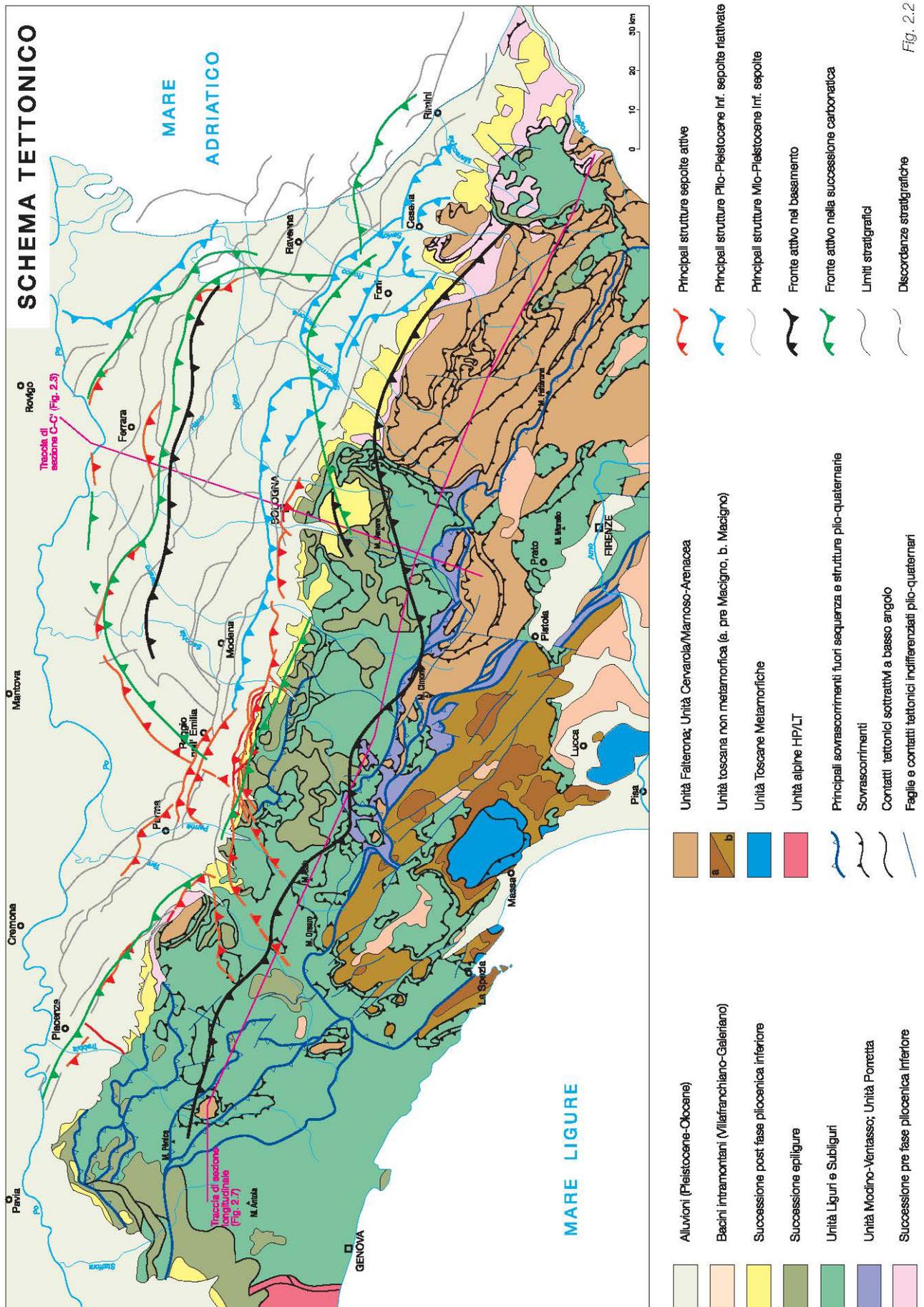
Mediante i dettami di detta delibera è stato costruito lo spettro di riferimento a probabilità uniforme per il comune di Scandiano, evidenziato nella seguente figura, dove è confrontato con lo spettro elastico in superficie per sottosuolo di categoria A (DM 17-01-2018) riferito al medesimo comune.



Spettri di risposta a probabilità uniforme, pari al 10% di almeno una eccedenza in 50 anni per Scandiano. Smorzamento pari al 5%. Con linea blu viene riportato lo spettro costruito con i parametri riportati nella delibera della Giunta Regionale ER n°564-2021, mentre con linea verde tratteggiata è riportato lo spettro elastico di risposta per suolo A determinato secondo i dettami delle NTC 2018.

Ai fini delle successive determinazioni è stato considerato lo spettro di risposta a probabilità uniforme proposto dalla Regione Emilia Romagna (DGR ER 564/2021).

CARTA SISMOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA



| UNITÀ STRATIGRAFICHE | | SEQUENZE DEPOSIZIONALI | ETÀ (milioni di anni) | SCALA CRONOSTRATIGRAFICA | |
|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------------|
| SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO | SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE | Qc | Qc ₂ | ~0.12 | PLEISTOCENE SUPERIORE-OLOCENE |
| | SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE | | Qc ₁ | ~0.35-0.45 | PLEISTOCENE MEDIO |
| SINTEMA DI COSTAMEZZANA | SINTEMA DEL T. STIRONE | Qm | Qm _{3''} | ~0.65 | PLEISTOCENE INFERIORE |
| | | | Qm _{3'} | ~0.8 | |
| Qm ₂ | ~1.0 | | | | |
| Qm ₁ | ~2.2 | | | | |
| ARGILLE AZZURRE | P ₁ | | | ~2.2 | PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE |
| | P ₂ | | | ~3.6 | PLIOCENE INFERIORE |

— Superficie di discontinuità principale
 — Superficie di discontinuità minore

| DATAZIONE IN Mb | UNITA' DELLA SCALA STANDARD | | | | | ALTRE UNITA' | UNITE LOCALI E NOME ABBANDONATI | | | | |
|---|--|--------------------------------------|--------------|---------------|--------------|-----------------|--|-------------|------------|-------------|-------------|
| | ERA | PERIODI | EPOCHES | ETA | SISTEMI | | | | | | |
| | | | | | | | | SERIE | PIANI | | |
| 1,8 5 24 37 53,5 65 96 143 212 247 289 367 416 446 509 575 | C E N T R O Z I A R I O | QUATERNARIO | NEOGENE | PALEOGENE | OLOCENE | VERSILIANO | FLANDRIANO | IRECENTEI | | | |
| | | | | | PLEISTOCENE | TIRRENIANO | | | | | |
| | | | | | | MILAZZIANO | | CRITONIANO | | | |
| | | | | | | SICILIANO | | | | | |
| | | | | | MIOCENE | PLIOCENE | CALABRIANO | SANTERAMO | VILLA- | | |
| | | | | | | | PIACENZIANO | | FRANCIANO | ZASTIANO | |
| | | | | | | ZANCLEANO | | | | (TABIANANO) | |
| | | | | | | MIOCENE | MESSIMIANO | | PONTICO | | ANDALUSIANO |
| | | | | | | | TORTONIANO | | PANNONICO | | |
| | | | | | | | SERRAVALLIANO | | SARMAZIANO | | ELVEZIANO |
| | | | | | | | LANGHIANO | | | | |
| | | | | | | | BURDIGALIANO | | | | |
| | | | | | | | AQUATIANO | | | | |
| | | | | | | | CATTIANO | | | | |
| | | | | | OLIGOCENE | | RUPELIANO | LATORFIANO | FONGRIANO | LUDIANO | |
| EOCENE | PRABONIANO | | BARTONIANO | LAUVERSANO | | | | | | | |
| | LUTELIANO | | BIARRIZIANO | LEGNANO | | | | | | | |
| | YPRESIANO | | CUSIANO | ISPARNACIANO | | | | | | | |
| | | | SPILECCIANO | FLERDIANO | | | | | | | |
| PALEOCENE | IMANETIANO | | | ELANDIANO | | | | | | | |
| | MONTIANO | | | | | | | | | | |
| DANIANO | | | | | | | | | | | |
| M E S O Z O O I C O | CRETACICO | superiore | SENO- | | | | | | | | |
| | | | CAMPANIANO | | | | | | | | |
| | | | SANTONIANO | | | | | | | | |
| | | | CONIACIANO | | | | | | | | |
| | | | TURONIANO | | | | | | | | |
| | | inferiore | CECOMANIANO | | | | | | | | |
| | | | ALBIANO | | | | | | | | |
| | | | APTIANO | | | | | | | | |
| | | | BARREMIANO | | | | ARGONIANO | | | | |
| | | | HAUTERIVIANO | | | | WEALDIANO | | | | |
| | | | NEOCOMIANO | VALANGINIANO | | | | | | | |
| | | | | BERRIASIANO | | | | PURPETRIANO | | | |
| | | | PORTLANDIANO | | | | (TITONICO) | | | | |
| | | | MALM | KIMMERIDGIANO | | | | | | | |
| | | | | OXFORDIANO | | | | | | | |
| CORALLIANO | | | | | (SEOLIANANO) | | | | | | |
| GIURASSICO | DOGGER | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | LIAS | PLIENS-BACHIANO | | | | | | | | | |
| | | SINE-MURIANO | | | | | | | | | |
| | | HETTANGIANO | | | | | | | | | |
| TRIASSICO | superiore | RETICO | | | | | | | | | |
| | | MORICO | | | | | | | | | |
| | medio | CARNICO | | | | | | | | | |
| | | LADINICO | | | | | | | | | |
| | | ANISICO | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | inferiore | SCITICO | | | | | | | | |
| | | | TATARIANO | | | | | | | | |
| | | P E R M I A N O | superiore | KAZANIANO | | | | | | | |
| | | | | KUNGURIANO | | | | | | | |
| ARTINSKIANO | | | | | | | | | | | |
| inferiore | SAKMARIANO | | | | | | | | | | |
| | ORENBURGIANO | | | | | | | | | | |
| SILESIANO | GZELIANO | | | | | | | | | | |
| | MOSCOWIANO | | | | | | | | | | |
| | BASHKIRIANO | | | | | | | | | | |
| | SERPUKHOVIANO | | | | | | | | | | |
| | WESIFALIANO | | | | | | | | | | |
| DINANTIANO | WISEANO | | | | | | | | | | |
| | TOURNAISIANO | | | | | | | | | | |
| | STURBIANO | | | | | | | | | | |
| DEVONIANO | superiore | | FAMEHNANO | | | | | | | | |
| | | | FRASNIANO | | | | | | | | |
| | medio | GIVETIANO | | | | | | | | | |
| | | EIFELIANO | | | | | | | | | |
| inferiore | EMSIANO | | | | | | | | | | |
| | SEGENANO | | | | TRENANO | | | | | | |
| | GEDINNANO | | | | COBLENZANO | | | | | | |
| SILURIANO | superiore | PRIDOLIANO | | | | | | | | | |
| | | LUDLOVIANO | | | | | | | | | |
| | inferiore | WENLOCKIANO | | | | (GOTLANDIANO) | | | | | |
| | | LLANDOVERIANO | | | | | | | | | |
| ORDOVICIANO | superiore | VALENTIANO | | | | | | | | | |
| | | ASHGILIANO | | | | | | | | | |
| | | CARADOCIANO | | | | | | | | | |
| | inferiore | LLANDEILIANO | | | | | | | | | |
| | | LLANVIRNANO | | | | | | | | | |
| | | ARENIGIANO | | | | | | | | | |
| CAMBRIANO | superiore | SKIDDAVIANO | | | | | | | | | |
| | | TREHADOCCIANO | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| medio | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| inferiore | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

6 CARATTERI GEOLOGICO TECNICI

L'analisi delle caratteristiche litologico tecniche generali del territorio relative ai primi 5/10 ÷ 20 m del sottosuolo dell'area e di Scandiano è stata sviluppata in base agli aspetti geomorfologici, all'esame delle colonne litostratigrafiche di sondaggi geognostici, prove penetrometriche, prospezioni geofisiche, alle documentazioni e pubblicazioni in materia.

Le aree di versante sono principalmente soggette alle tensioni che si sviluppano in senso orizzontale che inducono azioni taglianti nei materiali che formano il sottosuolo. Ne consegue che anche se ad una prima analisi i litotipi indicano valori di resistenza meccanica per rottura alla compressione medi – medio elevati ($N_{20} > 5/8$; $N_{spt} 7/10$) assume importanza fondamentale la presenza o l'assenza di pronunciate differenze di resistenza meccanica sulla verticale poiché tale diversità di resistenza relativa e del grado di fratturazione può far insorgere deformazioni che si sviluppano sull'orizzontale determinando azioni di taglio che possono generare il collasso di parte del versante originando dissesti per frana.

Nelle zone dell'alta pianura le verticali di indagine geognostica precedentemente effettuate da AA. VV. denotano la generale presenza di sequenze litologico geotecniche a medio – medio elevato grado di consistenza e una pronunciata variabilità in senso laterale dei parametri di resistenza al taglio dei terreni. Ne consegue che nelle valutazioni ai fini edificatori, oltre a quanto previsto dal DM 17/01/1918, assume particolare importanza per la definizione dei valori di resistenza dei terreni la definizione e stima di compatibilità dei cedimenti totali e differenziali nel contesto dell'interazione terreno – struttura.

7 PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

7.1 Carta delle indagini

In riferimento agli standard di restituzione cartografica per la microzonazione sismica indicati nella DGR 564/2021 è stata elaborata la carta delle indagini eseguite nel territorio di Scandiano, Tav. QC.GE.1.

In rapporto al contesto della caratterizzazione geo-litologica dell'area di Scandiano sono state esaminate le prospezioni geofisiche e indagini geognostiche precedentemente effettuate e selezionate per lo studio di MS 2016 da *Geodes*.

Dette documentazioni in base alla valutazione dell'attendibilità del dato sono di seguito esposte.

Indagini pregresse

- 40 stratigrafie pozzi per approvvigionamento idrico
- 74 prove penetrometriche statiche (CPT)
- 1 Prova penetrometrica dinamica leggera (DL)
- 6 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (SM)
- 8 prospezioni di sismica a rifrazione con metodo passivo ad antenna monodimensionale Re.Mi.
- 4 prospezioni di sismica a rifrazione con metodo attivo ad antenna monodimensionale MASW

Indagini microzonazione 2016

- 16 prospezioni di sismica a rifrazione con metodo attivo ad antenna monodimensionale MASW
- 26 prospezioni a stazione singola di sismica passiva con tecnica H.V.S.R

Le indagini sono state georeferenziate in apposito elaborato cartografico (Tav. QC.GE.1) in scala 1:15.000 comprensivo dell'intero territorio comunale.

7.2 CARTA GEOLOGICO TECNICA

Tale elaborato, Tav. QG.GE.2, realizzato alla scala 15.0000, derivato dalla cartografia geologica RER, rilevata alla scala 1:10.000, che costituisce la base per i fogli CARG 1:50.000, dalla cartografia delle aree suscettibili di effetti attesi P9a: Tav. 201 SO – 219 NO – 218 NE del PTCP della Provincia di Reggio Emilia, dalle cartografie delle situazioni e condizioni degli assetti del substrato, delle coperture e del dissesto, è stato redatto integrando detti elaborati con i dati dei processi di dissesto acquisiti dal Servizio Geologico e Sismico R.E.R. aggiornati al 2023, implementati con i dati ottenuti dalle indagini e prospezioni precedentemente effettuate nella zona.

Le litozone individuate e loro descrizione sono visualizzate nella Tav. QG.GE.2.

7.3 CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEL TERRENO

La determinazione delle caratteristiche dinamiche e stima indicativa delle proprietà meccaniche dei tipi litologici che formano il sottosuolo delle zone sede delle aree urbanizzate e di prevedibile sviluppo/completamento, principali infrastrutture, comprese negli sviluppi è stata effettuata in base alle prospezioni geofisiche a stazione singola con acquisizione di microtrempi: HVSR.

I dati ottenuti dalle elaborazioni di queste ultime consentono di definire le modalità di vibrazione del terreno ed individuare sia la frequenza di risonanza (F_0) che l'ampiezza (A) dei rapporti spettrali in corrispondenza delle frequenze.

Considerando che sussiste una correlazione (anche se non lineare) tra i fenomeni di risonanza e l'amplificazione del moto del suolo in concomitanza di sollecitazione sismica (effetti di sito), detta tipologia d'indagine ha un elevato grado d'efficienza per individuare, come previsto dal primo livello di approfondimento degli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica, le aree con comportamento sismico omogeneo – equivalente.

Per meglio evidenziare possibili congruenze tra i risultati, i valori Frequenza/Ampiezza rilevati sono stati associati, in termini di frequenza di ampiezza del picco HVSR, nelle seguenti classi:

| Frequenze Hz | Ampiezze A |
|-----------------------|---------------------|
| $F_0 < 1,0$ Hz | $A < 2,0$ |
| $3 < F_0 \leq 5$ Hz | $2,50 < A \leq 3,0$ |
| $5 < F_0 \leq 8$ Hz | $3,0 < A \leq 4,0$ |
| $8 < F_0 \leq 10$ Hz | $A \geq 4$ |
| $10 < F_0 \leq 15$ Hz | |
| $15 < F_0 \leq 20$ Hz | |

Dette associazioni sono state riportate nella “Carta delle Frequenze Naturali del Terreno” (Tav. QC.GE.12); le misure sono state identificate mediante una serie di simboli con colori e dimensioni differenti. Il colore è correlato alle diverse classi di frequenza mentre la dimensione alla classe di ampiezza.

In funzione di questa indicizzazione dei risultati è stato possibile effettuare alcune considerazioni qualitative sull'area oggetto di analisi.

In accordo con le caratteristiche geomorfologico stratigrafiche e assetto del substrato sepolto, i valori delle frequenze – ampiezze denotano la tendenziale prevalenza dei valori maggiori: 10 ÷ 15 Hz nelle aree dove i primi 10 m del sottosuolo sono costituiti da alternanze sabbioso ghiaiose – limoso argillose con predominanza delle componenti più grossolane, quali l'area capoluogo, le zone di Fellegara, Pratissolo. I valori relativi minori corrispondenti a 5 ÷ 8 Hz caratterizzano prevalentemente le zone di Molino– Cà Prati, di Ventoso, ovest SP 37 di

Pratissolo, di Maestà Fantuzzi, di Bosco, di Arceto. Nella parte nord di quest'ultimo i valori diminuiscono a 3 Hz e più a settentrione in corrispondenza della frazione di Cacciola si riscontrano i minimi territoriali di 0,56 Hz.

7.4 MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA O DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI

In riferimento agli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica del Dipartimento Protezione Civile e Conferenza Delle Regioni e Province Autonome, DGR. ER. 1302/2012, e DGR 564/2021, sono state individuate e delimitate le zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica, nelle quali sono da effettuarsi gli approfondimenti di indagine ed analisi per la microzonazione sismica ed i livelli di approfondimento che competono alle condizioni di potenziale pericolosità di detti ambiti.

Nell'individuazione e delimitazione delle aree in narrativa sono state utilizzate sia le verticali di indagine geofisica ad antenna mono dimensionale con metodo MASW e metodo Re.Mi. che puntuali a stazione singola HVSR precedentemente eseguite; dette prospezioni hanno consentito un attendibile individuazione delle unità litologiche e degli orizzonti sismici caratterizzati da significativi di contrasti di impedenza nei primi 20/40 m del sottosuolo.

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica: MOPS – Tav. QC.GE.4, elaborata in base alle informazioni sopra descritte, costituisce pertanto una zonazione di primo livello di approfondimento di tipo avanzato.

L'individuazione delle zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica è stata sviluppata in base agli elaborati cartografici, alle sopraccitate prospezioni, integrati con valutazioni redatte con criterio topografico e geomorfologico – geotecnico.

Nel contesto delle analisi territoriali inoltre sono state utilizzate le documentazioni della Regione Emilia Romagna, in particolare le carte topografiche di dettaglio, il modello digitale del terreno, la banca dati geologica del territorio comunale, aggiornamento dei processi di frana al 2023, rese disponibili in formato digitale dal *Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*.

Oltre a ciò si è fatto riferimento alle elaborazioni individuanti i differenti scenari di pericolosità sismica locale e degli effetti locali attesi, di primo livello di zonazione sismica, redatti nell'ambito della variante in materia di riduzione del rischio sismico, Carta degli Effetti Attesi P9a: Tav. 201 SO – Tav. 219 NO – Tav. 218 NE, PTCP della Provincia di Reggio Emilia.

Dette documentazioni sono state integrate dalle analisi di Microzonazione Sismica di II° e III° livello redatte da *Geodes* nel contesto dello studio di Microzonazione Sismica 2016, sviluppato in conformità alla DGR 112/2007.

La delimitazione delle aree a diverse caratteristiche litotecniche è stata elaborata in base alla Carta Geologica Regione Emilia Romagna in scala 1:10.000, aggiornata al 2023 per le zone di frana in atto e non in evoluzione, depositi di versante, alle prospezioni geofisiche con metodo sismico a rifrazione e microtremiti ed indagini geognostiche; tali dati nella fascia collinare hanno consentito di individuare presenze di coperture con spessori mediamente variabili tra 10/15, di orizzonti detensionati/fratturati con spessori prevalentemente di 10/15

m; nel settore di alta pianura (Capoluogo – Pratissolo – Bosco – Arceto – Cacciola) lo spessore delle litozone che sovrastano l'unità che determina il principale contrasto di impedenza corrisponde mediamente a $10 \div 17$ m e in subordine a zone equivalente a $20 \div 25$ m.

Le disamine delle peculiarità litotecniche nella zona collinare sono state integrate dall'analisi d'insieme delle caratteristiche di fragilità delle formazioni litologiche, grado di fratturazione, dalle condizioni di acclività dei versanti.

L'attribuzione delle proprietà del substrato alle classi con diversa velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio in funzione del principale contrasto di impedenza con $V_{s2}/V_{s1} \geq 2$ e/o dei primi 30 m del sottosuolo, si è attuata in riferimento alle verticali sismiche precedentemente eseguite; oltre a ciò è stata utilizzata la cartografia delle aree suscettibili di effetti attesi redatta nel contesto delle analisi di riduzione del rischio sismico del PTCP RE.

Le sopradescritte disamine e documentazioni hanno consentito di individuare ambiti litotecnici contraddistinti da diverse caratteristiche meccaniche e di rigidità, definendo i tipi di risposta sismica locale dei siti con metodo semplificato (Allegato A2 – DGR 564/2021).

In funzione di quanto esposto sono stati individuati tipi litologici di substrato generalmente contraddistinti da velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio: $V_s = 500/550 \div 650/650$ m/sec, nelle unità del *Quaternario Marino* e dei depositi continentali, a zone sono stati riscontrati valori $V_s = 450/500$ m sec che comunque risultano caratterizzati da $V_{s2}/V_{s1} \geq 2$; nelle unità delle zone collinari il substrato ha evidenziato $V_s = 730 \div 780$ m sec.

I valori di V_s rilevati evidenziano la netta prevalenza della presenza di substrato a comportamento non rigido.

Per la redazione “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) o Carta delle aree suscettibili di effetti locali equivalenti, prevista come elaborato fondamentale al primo livello di approfondimento, sono state ulteriormente approfondite le analisi delle condizioni locali delle porzioni di territorio urbanizzato o suscettibili di trasformazione urbanistiche, le fasce delle principali infrastrutture, al fine di classificare tali aree nelle categorie previste al art. 3.1.1.4 della D.G.R. 564/2021, suddividendole in:

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALI

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITÀ

- **Zone stabili suscettibili di amplificazione locali:** appartengono a tale categoria tutte le aree con caratteristiche stratigrafiche, morfologiche locali, variazioni stratigrafiche laterali di scarsa rilevanza, in presenza di substrato a comportamento non rigido: $V_s < 800$ m/sec. sub-affiorante, di coperture con spessori tali da indurre effetti locali, aree con presenza di substrato fratturato, di conoide alluvionale: zone da 2001 a 2011, 2016 e zona 2099 di legenda, secondo quanto indicato dai testi di riferimento riportati in premessa, in particolare dall'Allegato A1 della DGR 564/2021.
- **zone suscettibili di instabilità:** sono rappresentate dalle aree nelle quali oltre ai fenomeni di amplificazione sono attese deformazioni permanenti dei terreni;

appartengono a tali zone i depositi di frana attivi, quiescenti: ZA_{FR} 2030 di legenda, aree con presenza di materiali di riporto soggetti a cedimenti differenziali, aree con spessore delle coperture e profondità del substrato pronunciatamente variabili sulla verticale e sull'orizzontale ZA_{CD} di legenda. Ai fini delle analisi di microzonazione sismica in tali zone lo strumento urbanistico comunale dovrà richiedere di approfondimenti di terzo livello.

Le delimitazioni delle zone, esposte nella legenda della Tav. QC.GE.4 sono soggette alle analisi e approfondimenti di seguito esposti:

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

- Aree stabili suscettibili di amplificazioni locali: zone da 2001 a 2011;

effetti attesi: amplificazione stratigrafica;

studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione correlato agli effetti indotti dalle caratteristiche litologiche e stratigrafiche, aree con substrato non rigido affiorante □ sub-affiorante.

microzonazione sismica: secondo livello di approfondimento in presenza di depositi con spessori variabili lateralmente e/o di pendenza dei versanti >15° terzo livello di approfondimento.

- Aree con presenza di substrato molto fratturato, Zone 2099.

effetti attesi: amplificazione stratigrafica;

studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto a variazione laterale e verticale del grado di rigidità delle rocce e per effetti della topografia, in aree prossime a corpi di frana stima della stabilità dei versanti, versanti con acclività >15° valutazione effetti della topografia;

microzonazione sismica: secondo livello di approfondimento.

- Aree suscettibili di amplificazione per effetti della topografia (versanti con acclività >15°);

effetti attesi: amplificazione stratigrafica e per effetti della topografia, instabilità dei versanti;

studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione topografico e indagini per caratterizzare Vs; in caso Vs₃₀>800 m/s, è richiesta la sola valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche topografiche; in caso Vs₃₀<800 m/s è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto sia alle caratteristiche litologiche che a quelle topografiche;

microzonazione sismica: nei casi con substrato con Vs<800 m/sec secondo livello di approfondimento.

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'**- Aree potenzialmente instabili e non stabili con presenza corpi di frana: zone 2030;**

effetti attesi: amplificazione stratigrafica, instabilità dei versanti;

studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche, valutazione del grado di stabilità del versante con metodo pseudostatico o dinamico;

microzonazione sismica: terzo livello di approfondimento.

- Aree potenzialmente instabili costituite e da materiali di riporto antropico e/o terreni a scadenti caratteristiche geotecniche soggetti a deformazioni permanenti, zone ZA_{CD}.

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, potenziali cedimenti differenziali per compattazione di terreni poco consistenti e/o addensamento per sollecitazioni dinamiche.

studi richiesti: valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, stima dei cedimenti differenziali;

microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello per stima dei cedimenti differenziali.

Nelle aree di cui alle zone da 2001 a 2011, e zona 2099, prossime ai bordi superiori di scarpate o poste a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia secondo quanto previsto al punto 2.5, linee guida ICMS parte II volume 1, o a quanto previsto nell'allegato A2 art. A2.2 della DGR 564/2021.

Nel caso in cui lo spessore delle coperture o la profondità del substrato sia superiore a 3 m è richiesta la valutazione dell'amplificazione sismica; se l'unità di copertura è orizzontale e con spessore a variabilità laterale molto modesta per la microzonazione sismica è sufficiente il secondo livello di approfondimento; nel caso in cui lo spessore delle coperture non sia costante ed il substrato non orizzontale ed a pronunciata variabilità laterale in profondità, per la microzonazione sismica è richiesto il terzo livello di approfondimento.

Il terzo livello di approfondimento è comunque richiesto nelle aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico e nelle aree individuate nelle carte della Variante in materia di Riduzione del Rischio Sismico del PTCP. RE, come:

Aree potenzialmente instabili;

qualora si prevedano interventi sul territorio con cambi di destinazione d'uso in zone appartenenti a tale classe.

7.4.1.1 Sintesi modello litologico stratigrafico MOPS

Il territorio di Scandiano è nettamente suddiviso in due macrozone contraddistinte da effetti locali differenziati; di queste quelle a nord della SP 37, costituite da depositi continentali, che formano la prevalente parte della superficie comunale, individuano aree dove prevalgono nettamente zone stabili suscettibili di amplificazioni per effetti delle condizioni litologico stratigrafiche, mentre nella porzione collinare a meridione della sopracitata SP sono diffusamente presenti settori di versante soggetti a condizioni non stabili e potenzialmente instabili.

Le caratteristiche litologico stratigrafiche e delle velocità sismiche evidenziano generalmente risentimenti sismici inferiori, di grado medio e medio elevato, nelle zone ad occidente del T. Tresinaro (Jano e Pratissolo e Bosco) nella quale prevale l'unità meno recenti della parte alta del Sistema Emiliano Superiore (Niviano), simili valori ma tendenzialmente leggermente maggiori si riscontrano nella parte centro orientale del capoluogo (Chiozza e Braglia e Prugneto) dove l'Unità di Vignola (20.000 anni bp) nei primi 5/8 m del sottosuolo è costituita principalmente da alternanze limose – limoso argillose con intercalati in subordinate strati sabbioso ghiaiosi.

D'altra parte la fascia centrale del territorio estesa in direzione sud ovest e nord est alla quale appartengono il capoluogo e Arceto è caratterizzata prevalentemente dai valori di amplificazione maggiori di grado medio elevato e elevato.

Le zone contraddistinte dai valori relativi minori di grado medio e medio basso, percentualmente inferiormente rappresentate, si riscontrano nel settore sud occidentale della parte dell'alta pianura tra Jano e il T. Tresinaro.

8 SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il secondo livello approfondisce e definisce la suddivisione in dettaglio del territorio delle aree oggetto di microzonazione sismica individuate negli elaborati di primo livello (carta MOPS) con rideterminazione dei limiti delle aree in base alle condizioni litostratigrafiche e topografiche, spessori ed estensioni dei depositi di versante e dei corpi di frana, quando necessario, e la definizione in funzione di un indice quantitativo, in base alle sopradescritte condizioni, dell'amplificazione sismica attesa ($T_r=475$ anni; $\zeta=5\%$) in questo studio determinata con approccio semplificato utilizzando le tabelle dell'allegato A2 MARGINE tipo A e tipo B della DGR 564/2021.

MARGINE: settore di transizione tra la zona collinare (Appennino) e la pianura, o la costa, caratterizzato da terreni alluvionali prevalentemente fini (argille, limi, sabbie) sovrastanti orizzonti grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose); il substrato geologico è generalmente costituito da sabbie marine o transizionali pleistoceniche (Sabbie Gialle) o dalla successione pelitica plio-pleistocenica (Argille Azzurre); il tetto del substrato geologico è a profondità indicativamente comprese tra 50 e 100 m; questo settore è suddiviso in:

MARGINE di tipo A: caratterizzato da terreni fini o grossolani poco consolidati, di spessore non superiore a 30 m, sovrastanti orizzonti prevalentemente grossolani a comportamento più rigido (indicativamente con valore di V_s media almeno doppio rispetto a quello dei sedimenti sovrastanti); H è riferito allo spessore di sedimenti fini o grossolani poco consolidati sovrastanti i sedimenti continentali più rigidi

| V_{SH} (m/s) → H (m) ↓ | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 2,3 | 2,1 | 1,8 | 1,5 | | |
| 10 | 2,3 | 2,2 | 2,0 | 1,8 | | |
| 15 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 1,8 | | |
| 20 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 1,9 | | |
| 25 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,9 | | |
| 30 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | | |

Fattore di Amplificazione PGA

| V_{SH} (m/s) → H (m) ↓ | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 2,3 | 2,0 | 1,7 | 1,5 | | |
| 10 | 2,5 | 2,3 | 2,0 | 1,8 | | |
| 15 | 2,4 | 2,4 | 2,1 | 1,9 | | |
| 20 | 2,3 | 2,3 | 2,1 | 2,0 | | |
| 25 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,0 | | |
| 30 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,9 | | |

Fattore di Amplificazione SAI ($0,1s \leq T \leq 0,5s$)

| V_{SH} (m/s) → H (m) ↓ | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 1,9 | 1,7 | 1,7 | 1,6 | | |
| 10 | 2,7 | 2,2 | 1,9 | 1,8 | | |
| 15 | 3,3 | 2,9 | 2,3 | 2,0 | | |
| 20 | 3,4 | 3,1 | 2,6 | 2,2 | | |
| 25 | 3,3 | 3,2 | 2,8 | 2,4 | | |
| 30 | 3,1 | 3,1 | 2,8 | 2,5 | | |

Fattore di Amplificazione SA2(0,4s≤T≤0,8s)

| V_{SH} (m/s) → H (m) ↓ | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | | |
| 10 | 2,0 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | | |
| 15 | 2,9 | 2,3 | 2,0 | 1,9 | | |
| 20 | 3,4 | 2,8 | 2,3 | 2,0 | | |
| 25 | 3,9 | 3,4 | 2,7 | 2,3 | | |
| 30 | 3,8 | 3,6 | 3,0 | 2,5 | | |

Fattore di Amplificazione SA3 (0,7s≤T≤1,1s)

| V_{SH} (m/s) → H (m) ↓ | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 2,2 | 1,9 | 1,7 | 1,6 | | |
| 10 | 2,6 | 2,4 | 2,0 | 1,8 | | |
| 15 | 2,6 | 2,5 | 2,2 | 1,9 | | |
| 20 | 2,5 | 2,5 | 2,3 | 2,0 | | |
| 25 | 2,3 | 2,3 | 2,2 | 2,1 | | |
| 30 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | | |

Fattore di Amplificazione SII (0,1s≤T≤0,5s)

| V_{SH} (m/s) → H (m) ↓ | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,6 | | |
| 10 | 2,3 | 2,0 | 1,8 | 1,7 | | |
| 15 | 3,2 | 2,6 | 2,1 | 2,0 | | |
| 20 | 3,5 | 3,1 | 2,5 | 2,1 | | |
| 25 | 3,7 | 3,4 | 2,8 | 2,4 | | |
| 30 | 3,6 | 3,5 | 3,0 | 2,6 | | |

Fattore di Amplificazione SI2 (0,5s≤T≤1,0s)

MARGINE di tipo B: caratterizzato da spessore dei terreni superficiali fini o grossolani poco consolidati superiore a 30 m; la successione sottostante è costituita da alternanze di orizzonti grossolani e orizzonti fini;

| | | | | | | |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| V_{s30} (m/s) → | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| PGA | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,5 |

Fattore di Amplificazione PGA

| | | | | | | |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| V_{s30} (m/s) → | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| SA1 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 1,5 |
| SA2 | 2,6 | 2,6 | 2,3 | 2,1 | 1,9 | 1,7 |
| SA3 | 3,1 | 2,9 | 2,7 | 2,4 | 2,3 | 2,1 |
| SA4 | 3,0 | 2,9 | 2,6 | 2,3 | 2,1 | 1,9 |

Fattori di Amplificazione SA1 ($0,1s \leq T \leq 0,5s$), SA2 ($0,4s \leq T \leq 0,8s$), SA3 ($0,7s \leq T \leq 1,1s$) e SA4 ($0,5s \leq T \leq 1,5s$)

| | | | | | | |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| V_{s30} (m/s) → | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| SI1 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 1,6 |
| SI2 | 2,9 | 2,8 | 2,5 | 2,3 | 2,1 | 2,0 |
| SI3 | 3,3 | 3,1 | 2,7 | 2,4 | 2,2 | 2,0 |

Fattori di Amplificazione SI1 ($0,1s \leq T \leq 0,5s$), SI2 ($0,5s \leq T \leq 1,0s$), SI3 ($0,5s \leq T \leq 1,5s$)

Contestualmente alla classificazione del territorio con detta analisi sismica, le elaborazioni individuano le aree soggette alle integrazioni di terzo livello approfondimento.

8.1.1 Carta delle velocità delle onde di taglio S (V_s)

La carta delle velocità delle onde di taglio: V_s (Tav. QC.GE.13) riporta in corrispondenza dei punti di indagine compresi negli sviluppi i valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio e relativi spessori: V_{sH} , che caratterizzano le litozone soggiacenti i primi 1÷1,5 m dal piano campagna costituiti dal suolo e/o litotipi alterati – rimaneggiati; tali parametri individuano i valori che competono allo spessore di terreni – depositi: H, soggetti ad amplificazione del moto sismico, che sovrastano l’orizzonte litotecnico che determina il principale contrasto di impedenza locale.

I valori di V_s sono stati calcolati in base a dati acquisiti con indagini:

- MASW
- Horizontal to Vertical Spectral Ratio: HVSR, in rapporto a prove DPM – DPSH e/o sondaggi meccanici, prospezioni MASW coincidenti o prossime alla stazione della verticale di indagine.

In riferimento ai valori di velocità V_s calcolati come sopra indicato (MASW) ed all’analisi critica delle prove DPSH, DPM, SCPT, sondaggi meccanici disponibili, è stato possibile estendere l’informazione sulla profondità H del substrato avvalendosi della relazione che collega la frequenza di risonanza alla profondità del substrato a comportamento più rigido e alla velocità media delle onde S:

$$F_0 = V_s/4H$$

Ai valori di F_0 determinati mediante la campagna di misure a stazione singola è stato attribuito un intervallo di valori e velocità nel quale probabilmente ricadono H e V_{sH} .

Le elaborazioni delle acquisizioni effettuate hanno evidenziato che la prevalenza dei valori delle velocità equivalenti funzione della sopra descritta H nel territorio in esame è compresa tra $V_{sH}=240 \div 300$ m sec.

Sono osservabili valori di minimo relativo corrispondenti a $V_{sH} = 220 \div 230$ m sec. nelle zone di Ventoso – Volta Nuova e di C. Basini – C. Jori al confine orientale centrale; simili minimi si riscontrano nell'area di Maestà Fantuzzi dove $V_{sH} = 205 \div 220$ m sec.

I valori minori rilevati nell'area in esame corrispondenti a $V_{sH} = 171$ m sec. caratterizzano l'area di Cacciola.

9 CARTE DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE – MICROZONAZIONE SISMICA

Gli sviluppi delle aree oggetto di microzonazione sismica di secondo livello di approfondimento individuano aree a comportamento sismico equivalente, attribuendo alle stesse indici quantitativi che definiscono in base alle condizioni litologico stratigrafiche e topografiche l'amplificazione sismica attesa ($T_r=475$ anni; $\zeta=5\%$).

Ad ognuna delle microzone individuate sono assegnati valori dei Fattori di Amplificazione (Fa) degli spettri in termini di pseudovelocità (SI- di seguito con sigla FH) e pseudoaccelerazione (SA- di seguito con sigla FA) determinati mediante gli abachi predisposti dalla Regione Emilia Romagna: Allegato A2 DGR 564/2021. In detti abachi i dati di ingresso sono funzione del contesto geomorfologico di riferimento, del tipo di substrato geologico, dello spessore e variabilità laterale dei depositi e/o delle coperture ove presenti, dello spessore delle unità litotecniche detensionate o fratturate.

Le caratteristiche delle unità litotecniche e dei valori di Vs che competono alle stesse, compendiate dai relativi valori dei fattori di amplificazione F.P.G.A., FH 0.1–0.5 / 0.5–1.0 sec, FA 0.1–0.5 / 0,4–0,8 / 0,7–1,1 sec riferiti alle microzone individuate, sono visualizzate nelle allegate Tavole QC.GE.5–6–7–8–9–10.

Le microzone sono suddivise in

- zone stabili
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
- zone di attenzione per instabilità

Dette zone sono campite in colori diversi e differenti simbologie.

I fattori di amplificazione di P.G.A. \square FA \square FH, che competono alle microzone determinate, evidenziano comportamenti di risposta sismica differenziati in rapporto alle caratteristiche litologiche, profondità del substrato, tipo dei depositi e loro spessori, grado di fratturazione del substrato.

9.1 Carta dei fattori di amplificazione dell'accelerazione massima orizzontale F.P.G.A.

La carta dei fattori di amplificazione P.G.A./P.G.A₀, elaborata in base ai punti di indagine eseguiti nel territorio comunale oggetto degli sviluppi che comprendono principali insediamenti urbanizzati ed un loro intorno, le fasce sede delle principali infrastrutture, visualizzati in Tav. QC.GE.5, evidenzia i valori relativi minori: F.P.G.A. 1,6 nel settore sud occidentale del territorio tra Jano e il T. Tresinaro; equivalenti minimi evidenzia una modesta porzione di area nella zona di Fellegara Vecchia \square Fornaci. Simili medi minimi leggermente maggiori F.P.G.A. 1,8 contraddistinguono la prevalente parte dalla superficie comunale ad ovest del T. Tresinaro a sud di via Molinazza; analoga F.P.G.A evidenzia la parte orientale centrale del capoluogo tra Chiozza \square Braglia \square Prugno.

La distribuzione territoriale dei valori di F.P.G.A. denota che l'area comunale di Scandiano è prevalentemente caratterizzata da fattori di amplificazione di grado medio elevato.

9.2 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo $FH\ 0.1 < T < 0.5\ sec.$

La distribuzione areale dei valori di FH nell'intervallo $0.1 < T < 0.5\ sec$ (Tav. QC.GE.6), campo al quale appartiene praticamente lanetta prevalenza degli edifici presenti nel territorio di Scandiano, ad eccezione di subordinati manufatti stretti e snelli quali campanili o torri ecc... e fabbricati a destinazione produttiva, evidenzia una geometria di zonazione simile a quella della F.P.G.A che si differenzia nella parte sud di Arceto e Cà de Mercati, est dello stesso a Casellette e Villa Pecchione, a est di Fellegara in Cà de Mercati, nell'area di Cacciola, a ovest del T. Tresinaro in corrispondenza di Maestà Fantuzzi, nei quali si evidenziano fattori di amplificazione elevati $FH \geq 2,5$.

La fascia centrale del territorio sede del capoluogo e la zona a destinazione produttiva di Chiozza – la parte settentrionale di Arceto ☐ C. Basini ☐ Villa Pecchione, denotano fattori di amplificazione medio elevati $FH=2,1$ ☐ $2,2$. Analogamente alla distribuzione della F.P.G.A i valori dei fattori di amplificazione relativi minori si osservano ad occidente del T. Tresinaro tra Jano e Bosco.

La distribuzione territoriale dei valori di amplificazione di FH nell'intervallo $0.1 < T < 0.5\ sec$ evidenzia che il territorio in esame è prevalentemente caratterizzato da fattori di amplificazione di grado medio elevato ☐ elevato.

9.3 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner nell'intervallo $FH\ 0.5 < T < 1.0\ sec.$

I valori di amplificazione relativi minimi, dei medi e dei massimi nell'intervallo $FH=0,5-1,0\ sec$ evidenziano una distribuzione territoriale simile/equivalente alle zone dell'intervallo $FH=0,1-0,5\ sec$ ed a quelle della F.P.G.A nella parte centrale e settentrionale del territorio.

In funzione della maggior influenza sull'amplificazione delle caratteristiche di rigidità del substrato roccioso rispetto agli spessori dei depositi e/o coperture si osserva una pronunciata diversità nel settore sud occidentale ad ovest del T. Tresinaro tra lo stesso e Jano dove ai massimi territoriali di $FH=2,3$ corrispondono i minimi di F.P.G.A e $FH=0,1-0,5\ sec$. Equivalenti risentimenti relativi maggiori si riscontrano nell'area di Arceto/Gazzolo-Casellette/ Villa Pacchione – Cà de Mercati – Fornaci – Maestà Fantuzzi.

La distribuzione territoriale dei valori di amplificazione di FH nell'intervallo $FH=0,1-0,5\ sec$ evidenzia che il territorio in esame è prevalentemente contraddistinto da fattori di amplificazione di grado medio elevato ☐ elevato.

9.4 Carta dei fattori di amplificazione in termini accelerazione nell'intervallo FA 0,1<T<0,5 sec.

Le distribuzioni territoriali dei fattori di amplificazione FA: 0,1<T<0,5 sec sono molto simili a quelli di FH 0,1–0,5 sec di grado medio elevato FA=2,0 –2,1 nella fascia centrale del territorio estesa sud ovest – nord est dal capoluogo a Arceto; analogamente i massimi territoriali si osservano a Cacciola e Maestà Fantuzzi.

Equivalentemente similitudine tra i valori territoriali relativi minori si evidenzia ad occidente del T. Tresinaro tra Jano e Bosco.

La distribuzione territoriale dei valori di amplificazione di FA nell'intervallo FA=0,1–0,5 sec evidenzia che il territorio in esame è prevalentemente contraddistinto da fattori di amplificazione di grado medio elevato.

9.5 Carta dei fattori di amplificazione in termini di accelerazione nell'intervallo FA 0,4<T<0,8 sec

I valori di amplificazione dei relativi minimi, medi e dei massimi nell'intervallo FA=0,4–0,8 sec evidenziano una distribuzione territoriale simile alle zone dell'intervallo FA=0,1–0,5 sec.

In funzione della maggior influenza sull'amplificazione correlata alle caratteristiche di rigidità del substrato roccioso rispetto agli spessori dei depositi e/o coperture nell'intervallo di integrazione 0,4 – 0,8 sec, anche se le distribuzioni territoriali delle FA=0,4 – 0,8 sec sono simili a quelli dell'intervallo FA= 0,1 – 0,5 sec, nelle microzone comprese negli sviluppi si riscontra una generale tendenza ad un marcato aumento dei fattori di amplificazione.

Questo esposto concorda con i valori relativi maggiori riscontrati nella fascia centrale estesa sud ovest – nord est dal capoluogo a Arceto contraddistinta da FA=2,2 – 2,4 con massimi di FA=2,6 nella parte meridionale di Arceto, ad est del T. Tresinaro in Casellette e ad est di Fellegara in Cà de Mercati; i valori territoriali relativi maggiori con FA=3,1 – 2,5 caratterizzano l'area di Maestà Fantuzzi.

Il settore di territorio ad ovest del T. Tresinaro di Pratissolo è contraddistinto dai fattori di amplificazione relativi minori; si differenziano rispetto alle alte elaborazioni e Bosco e Jano che denotano valori di FA maggiori.

La distribuzione territoriale dei valori di amplificazione di FA nell'intervallo FA=0,4–0,8 sec evidenzia che il territorio in esame è prevalentemente contraddistinto da fattori di amplificazione di grado elevato – molto elevato.

9.6 Carta dei fattori di amplificazione di in termini di accelerazione nell'intervallo FA 0.7<T<1.1 sec.

I valori di amplificazione relativi dei minimi, medi e dei massimi nell'intervallo FA=0,7–1,1 sec, Tav QC.GE.10, evidenziano una distribuzione territoriale simile/equivalente alle zone dell'intervallo FH=0,5–1,0 sec.

In funzione della principale influenza sull'amplificazione nell'intervallo di integrazione 0,7 – 1,1 sec, delle caratteristiche di rigidità del substrato rispetto agli spessori dei depositi e/o coperture, anche se le distribuzioni territoriali delle FA di detto campo sono simili a quelle della sopraccitata FH, nelle microzone comprese negli sviluppi si riscontra la generale diminuzione dei valori di fattori di amplificazione.

Analogamente alle elaborazioni di FH=0,5–1,0 sec. i valori relativi maggiori si riscontrano nell'area di Arceto – Casellette – Villa Pecchione – Cà dè Mercati – Fornaci e di Jano nelle quali FA=2,3 – 2,4; i massimi territoriali relativi sono presenti nella zona di Maestà Fantuzzi nella quale FA=2,3 – 2,4.

La fascia centrale capoluogo – Fellegara, ad eccezione di ridotti areali quali la zona a destinazione produttiva a nord della SP 47 via Contarella con FA=1,7, è prevalentemente caratterizzata da FA=1,9 – 2,0.

I valori relativi minori si riscontrano a Pratissolo dove ad ovest del T. Tresinaro FA=1,7 – 1,6.

La distribuzione territoriale dei valori di amplificazione di FA nell'intervallo FA=0,7–1,1 sec evidenzia che il territorio in esame è prevalentemente contraddistinto da fattori di amplificazione di grado medio elevato.

10 RISENTIMENTO SISMICO - PERIODO FONDAMENTALE DI VIBRAZIONE PER MACRO TIPOLOGIE DI FABBRICATI

Le stime dei periodi principali di seguito esposte, indicative per valutazioni in prima approssimazione per manufatti con caratteristiche strutturali omogenee, è stata sviluppata in riferimento sia a misurazioni dirette eseguite con metodo dei microtremori in edifici (effettuate dallo scrivente) ed a rilevazioni con vibrodine eseguite da *Distart UNI BO* accoppiate in simultanea a misurazioni di microtremori effettuate dallo scrivente, in base al metodo di Analisi Lineare previste dalle vigenti NTC punto 7.3.3.2, ed analisi critica di biografia scientifica in materia.

- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo 0,1 – 0,3 sec:
ricadono in questo intervallo le tipologie edilizie prevalenti nel settore ad uso civile realizzate in C.A., telaio C.A., aventi max 3/4 piani – H 10 m, 1/4 piani H 12 m per le tipologie in muratura;
- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo 0,3 – 0,5 sec:
ricadono in questo intervallo le più comuni strutture a telaio in C.A. a 4/6 piani, e per estensione anche le prefabbricate tipiche del settore produttivo – manifatturiero commerciale/industriale aventi altezza sotto trave inferiore a sette metri;
- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo 0,5 – 1,0 sec:
ricadono in questo intervallo le tipologie edilizie a torre tipicamente realizzate a telaio in C.A., fabbricati di oltre 6 piani e produttivi con altezza sotto trave maggiore di 7 m, e per estensione magazzini verticali e manufatti alti e stretti quali silos, torri di acquedotto, campanili, ecc.

Per i fabbricati che presentano periodo di vibrazione superiore a 1,0 sec sono da sviluppare approfondimenti mediante analisi di dettaglio della risposta sismica locale.

Tale analisi è opportuno e raccomandato sia adottata nelle zone a pericolosità sismica medio elevata con pendenza maggiore di 15° in presenza di suoli di fondazione appartenenti alle categorie B-C-D-E dell'approccio semplificato.

¹ Si fa riferimento al metodo di Analisi lineare statica previsto dalle vigenti NTC 2008 punto 7.3.3.2

11 LIVELLO DI PERICOLOSITA' SISMICA HSM

In funzione dei valori dei fattori, di amplificazione in termini di accelerazione FA e dei parametri della griglia Ag-ASI – INGV sono stati determinati i valori del livello di pericolosità sismica (Naso et Alii; 2019) mediante la relazione:

$$H_{SM} = (ASI_{UHS}/\Delta T) \cdot FA$$

nelle quale il valore ASI di griglia definito per l'intervallo $0,1 < T < 0,5$ sec corrispondente a 4 sec.

Le classi delle soglie di pericolosità sismica adottate sono riferite a quelle proposte da RER.

Oltre a queste si è fatto riferimento anche alle soglie proposte in “*Maps for land management: from geological to seismic hazard* (Naso, Martelli et Alii; 2019)”; in “*Lo stato dell'arte della microzonazione sismica in Italia e prospettive future*” (G. Naso; 2019; BO – RER).

Le classi di H_{SM} – H nelle aree di pianura non sono soggette a incrementi per effetti della topografia.

La stima di detti parametri è stata sviluppata in riferimento alle soglie di pericolosità sismica proposte in “*Maps for land management: from geological to seismic hazard* (Naso, Martelli et Alii; 2019)” ed in “*Lo stato dell'arte della microzonazione sismica i Italia e prospettive future*” (G. Naso; 2019; BO – RER) in rapporto ai valori di FA e della stessa incrementata dai fattori di amplificazione e per effetti della topografia.

| seismic hazard | H_{SM} classification | | | |
|------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| | Very low | Moderate low | Moderate | High |
| H_{SM} cm/sec ² | ≤ 180 | $180 < H_{SM} < 340$ | $340 < H_{SM} < 650$ | $650 < H_{SM} < 1240$ |

11.1 Carta del livello di pericolosità nell'intervallo H_{SM} ($0,1 < T < 0,5$ sec.)

La distribuzione territoriale dei valori di H_{SM} , relativi all'intervallo $0,1 < T < 0,5$ sec, Tav. QC.GE.11, evidenzia una diffusione areale tendenzialmente simile a quella della FPGA.

La fascia centrale estesa sud ovest – nord est dal capoluogo ad Arceto sud – Casellette e le aree di Cacciola e Maestà Fantuzzi, Cà Basini al confine orientale centrale, appartengono alla classe alta: $H_{SM}=0,71 \div 0,85$ g e sono generalmente contraddistinte da $H_{SM}=0,71$ g ad eccezione di Maestà Fantuzzi nella quale $H_{SM}=0,78$ g.

La prevalente percentuale della superficie comunale di Scandiano è caratterizzata da valori medio alti: $H_{SM}=0,58 \div 0,68$ g e denota i minori relativi di tale campo nella zona tra Jano e il T.Tresinaro e di Pratissolo dove $H_{SM}=0,58 \div 0,68$ g.

I valori relativi di minimo territoriale caratterizzano il settore occidentale di Pratissolo a ovest della SP 37 dove la pericolosità è moderata: $H_{SM}=0,54$ g.

**STUDIO GEOLOGICO CENTROGEO**
Dr. Geol. **GIAN PIETRO MAZZETTI**
Emilia-Romagna
GEOLOGO
SEZA
N. 248 ALBO. P. F. P. A.

12 BIBLIOGRAFIA

- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 218 CASTELNOVO NE' MONTI. ISPRA SGI Ente realizzatore Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di G. PAPANI, M. T. DE NARDO, G. BETTELLI, D. RIO, C. TELLINI.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2005) alla scala 1:50.000, foglio 219 SASSUOLO. G. Gasperi, G. Bettelli, F. Panini, M. Pizziolo, U. Bonazzi, C. Fioroni, P. Fregni, S.C. Vaiani.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 235 PIEVEPELAGO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di G. PLESI.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 236 PAVULLO NEL FRIGNAO. Realizzatore Regione Emilia – Romagna SGSS – Università di Modena, a cura di G. Bettelli, F. Panini, M. Pizziolo.
- REGIONE EMILIA ROMAGNA – REGIONE TOSCANA – UNIVERSITA' DI SIENA 1240, AA.VV., 2013, Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco – Emiliano – Romagnolo e Val Padana. Centro Stampa – Regione Emilia Romagna.
- NASO G. – MARTELLI L. – BRAGLIONE M. – CASTENETTO S. – D'INTIOSANTE V. – ERCOLESSI G. (2019), *Maps for land management: from geology to seismic hazard*, Boll. Geof. Teor. Appl., Vol.60, DOI 10.4430/bgta0263.
- REGIONE EMILIA ROMAGNA – Delibera della giunta regionale n.630/2019, “Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale ed urbanistica (artt.22 e 49, L.R. n.24/2017)” BURER. N. 143 del 6 maggio 2019 parte seconda.
- DISS Working Group (2018), Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), versione 3.2.1: A compilation of potential sources for earthquakes than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; doi:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.1 .
- MARTELLI L. (coord.), BOVINI M. – CALABRESE L – CORTI G. – ERCOLESSI G. – MOLINARI F.C. – PICCARDI L. – PONDRELLI S. – SANI F. 2017, Carta sismotettonica della regione Emilia-Romagna e aree limitrofe. Con note illustrative. Regione Emilia-Romagna, Servizio geologico, sismico e dei suoli, con note illustrative e CD DREAM. Italia.
- L. MARTELLI, M. BONINI, L. CALABRESE, G. CORTI, G. ERCOLESSI, F.C. MOLINARI, L. PICCARDI, S. PONDRELLI, F. SANI, P. SEVERI; 2016: Carta Sismotettonica Della Regione Emilia Romagna Ed Aree Limitrofe. D.R.E.A.M. Italia.
- OPCM 3274/2003. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003: “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”. G.U. n. 155, 08/05/2003, suppl. ord. N. 72.
- MAZZETTI G.P.; 2019: Opportunità della Microzonazione Sismica; Territori della Cultura pp 82-84, Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali Ravello.
- DONATELLA FERRI, MARCO MARCACCIO, 2015 Delibera di Giunta Regionale n. 1781, Allegato 5 “Valutazione dello stato delle acque sotterranee - 2010-2013”. <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/acque/informazioni/documenti/aggiornamento-del-quadro-conoscitivo-di-riferimento-carichi-inquinanti-bilanci-idrici-e-stato-delle-acque-ai-fini-del-riesame-dei-piani-di-gestione-distrettuali-2015-2021>
- MARTELLI L. ROMANI M.; 2013: Microzonazione sismica e analisi della condizione limite per l'emergenza delle aree epicentrali dei terremoti della pianura emiliana di maggio giugno 2012. Relazione Illustrativa, (ordinanza del commissario delegato – presidente della Regione Emilia-Romagna n. 70/2012),
- A. FRAULINI, A. MANICARDI, B. MENGOLI C. UGOLETTI, G. P. MAZZETTI; 2013: Riduzione del rischio: esiti della microzonazione sismica nelle carte e norme degli strumenti urbanistici. Atti 32° GNSTS, Trieste.
- MAZZETTI G. P, GILLI S; 2013: Geological characters and strumental seismic response of litho units between ridge and Apennine foot hills: area of the Municipalities of Montese, Zocca, Guiglia, Marano s/P, Atti IX Forum Italiano di Scienze della Terra, Geoitalia, Pisa. Pubblicato sul sito <http://www.geoitalia2013.it/>
- AA. VV. (2013) Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'appennino Tosco-Emiliano-Romagnolo e Val Padana, Regione Emilia Romagna – Toscana, Università di Siena 1240.
- LOCATI M. – CAMASSI R. e STUCCHI M. (a cura di) (2011). BDMI11, *la versione 2011 del Database Microsismico Italiano*. Milano, Bologna, <http://Edius.mi.ingv.it/DBM11>
- GRUPPO DI LAVORO MS (2008). “*Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*”. Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione Civile, Roma, 3 vol. e Dvd. http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir_pk=395&cms_pk=15833
- MELETTI C. e VALENSISE G., (2004). Zonazione sismogenetica ZS9-App. 2 al rapporto Conclusivo. In: “*Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCm 3274 del 20 marzo 2003*”. Rapporto per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.
- BOCCALETTI M. – MARTELLI L. – AA. VV. (2004) – Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna. S.E.L.C.A. Firenze
- OPCM 3274/2003. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003: “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”. G.U. n. 155, 08/05/2003, suppl. ord. N. 72.
- L.MARTELLI, A. MANICARDI, G.P. MAZZETTI, C. UGOLETTI. (2009). PTCP MODENA carte della sicurezza del territorio, riduzione del rischio sismico, carte delle aree suscettibili di effetti locali.
- A. CAMPISI, M. GUERRA, F. MANENTI, L. MARTELLI, G. P. MAZZETTI (2007) PTCP DI REGGIO EMILIA: rappresentazione della pericolosità sismica locale provinciale e indirizzi per la pianificazione comunale, 26° Convegno Nazionale Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Novembre 2007.
- MOLINARI F.C. – BOLDRINI G. et ALII (2007) – Risorse Idriche Sotterranee della provincia di Ferrara; DB MAP, Firenze.
- MAZZETTI G.P. (2006), Evoluzione geologica del territorio reggiano, pp. 8-20 in “*Una Provincia allo Specchio: Reggio Emilia*”; Telesio Editrice, Carnate, Milano.
- MAZZETTI G.P. (2008), Indagine Geologico Ambientale – Analisi Sismica, Piano Strutturale Comunale, 2008, Baiso, Reggio Emilia.
- M. PAGANI, A. MARCELLINI, R. DAMINNELLI, L. MARTELLI, G.P. MAZZETTI (2003). Valutazione della pericolosità sismica di Castelnovo ne' Monti, Convegno Nazionale, Gruppo Nazionale di Geofisica della terra Solida, C.N.R., Roma.
- SERVIZIO TECNICO DEGLI AFFLUENTI DEL PO, R.E.R. (2015) – Stratigrafie catasto pozzi, dati non pubblicati.
- AA.VV. (1970-1980) – Rapporti ed indagini geognostiche sul territorio di Baiso, R.E. Documenti inediti.

-
- PANIZZA M. ET ALII (1978). Geomorfologia dell'area circostante la Pietra di Bismantova; Servizio Geologico d'Italia, vol. XCVII, C.N.R.
- MAZZETTI G.P.- NASSER A.Z. - GILLI S. (2003) - Enza the alluvial cone model trough geoelectric prospection, Atti 4th European Congress en Regional Geoscientific Cartography; R.E.R. Ind. Graf. Labanti e Nanni - BO.
- SCANDONE P. et ALII (1992) - Struttura geologica, evoluzione cinematica e schema sismotettonico della penisola italiana, Atti, Convegno GNDT.
- BOSELLINI A. - MUTTI E.- RICCI LUCCHI F. (1989) - Rocce e Successioni sedimentarie UTET
- AGIP (1986) - Pianura Padana - Interpretazione integrate di dati geofisici e geologici - 73° Congresso SGI 29/07-4/10 1986, Roma.
- AGIP (1981) - Subsurface geological structure of the Po Plain. Italy - C.N.R
- BOSELLINI A. (1981) - The Emilia fault. A Jurassic fracture zone that evolved into a Cretaceous Paleogene sinistral wrench fault. Boll. Soc. Geol. It.
- G. FERRARI - D. POSTPISCHL (1981) - Le scale macrosismiche C.N.R. P.F. Geodinamica. Pubbl. N° 387. Ist. Topografia, geodesia e geofisica Mineraria, UNIBO.
- C.N.R. (1980) - Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale - Public. N° 361 ESA Editrice - Roma.
- C.N.R. (1979) - Carte preliminari di scuotibilità del territorio nazionale. Pubbl. N° 227 ESA Editrice - Roma
- IST. GEOL. UNIV. MO (1978) - Metodologie e primi risultati di neotettonica nel modenese e territori limitrofi. Mem. Soc. Geol. It.
- MAZZETTI G.P. 1978, Geomorfologia della Sinclinale di Carpineti, Tesi non pubblicata, Istituto di Geologia UNIVERSITA' DI FERRARA
- G. CASTANY (1976) - Traitè pratique des eaux souterraines. Dunod, Paris.
- J. VANDENBERG J. & A.A.H WONDERS (1976) - Paleomagnetic evidence of large fault displacement around the Po-Basin. Tectonophysics.
- ENI (1972) - Acque dolci sotterranee - ENI
- ENI (1965) - Enciclopedia del petrolio e del gas naturale, volume VI, Carlo Colombo Editore.
- AGIP (1969) - Italia II - Geologia e ricerca petrolifera; Pianura Padana Veneta; Enciclopedia del petrolio e del gas naturale, ENI
- U. LOSACCO (1949) - La glaciazione quaternaria dell'Appennino Settentrionale. Riv. Geografia It, 56 (2)