



**PROTEZIONE CIVILE**  
 Presidenza del Consiglio dei Ministri  
 Dipartimento della Protezione Civile



**Regione Emilia-Romagna**



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
 DELLE PROVINCE AUTONOME

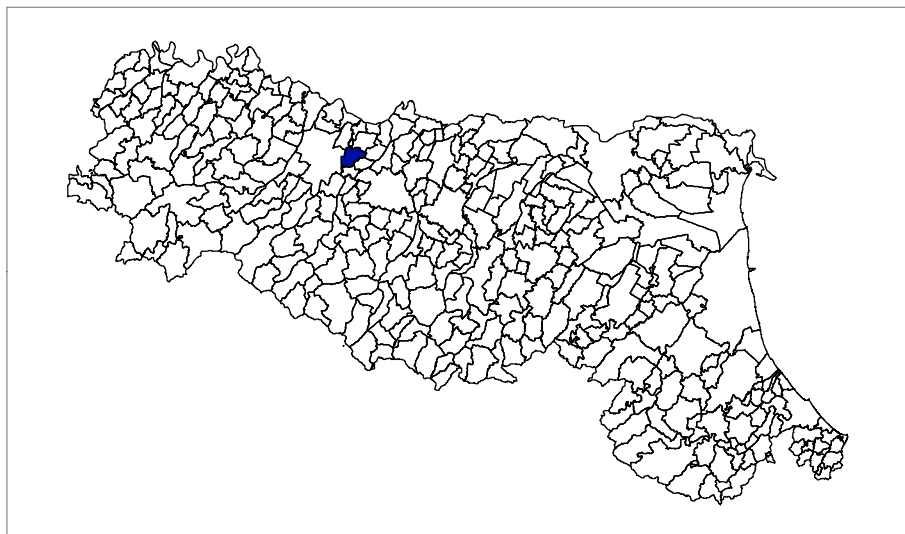
Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n.77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Modellazione e caratterizzazione geologico sismica e geotecnica

### Relazione Tecnica Illustrativa

**Regione Emilia-Romagna**  
**Comune di Gattatico**



<p>Regione Emilia Romagna</p> <p><i>Studio realizzato con il contributo di cui all'OCDPC 293/2015 DGR ER 573/2016.</i></p> <p><i>Coordinamento della Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico Luca Martelli</i></p>	<p>Soggetto realizzatore</p> <p>Studio Geologico CENTROGEO</p> <p><i>Progetto:</i> Gian Pietro Mazzetti</p> <p><i>Collaboratori:</i> Stefano Gilli Mauro Mazzetti</p>	<p>Amministrazione comunale</p> <p><i>Sindaco:</i> Gianni Maiola</p> <p><i>Ufficio Tecnico:</i> Lorenzo Delmonte Diva Gianotti</p> <table border="1" data-bbox="1023 2018 1481 2107"> <tr> <td data-bbox="1023 2018 1254 2107"> <p>Data Luglio 2018</p> </td> <td data-bbox="1254 2018 1481 2107"></td> </tr> </table>	<p>Data Luglio 2018</p>	
<p>Data Luglio 2018</p>				

**Provincia di Reggio Emilia  
Comune di Gattatico**

**MICROZONAZIONE SISMICA  
MODELLAZIONE E CARATTERIZZAZIONE  
GEOLOGICO TECNICA E SISMICA  
RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

---

**SOMMARIO**

---

1	INTRODUZIONE.....	1
2	INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO.....	3
3	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE.....	4
3.1	Pericolosità sismica - Definizione del moto di riferimento.....	20
4	ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE.....	22
4.1	Caratteri sismotettonici.....	30
4.2	Attività tettonica.....	35
4.3	Subsidenza.....	39
4.4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	40
4.5	Caratteri Geomorfologici.....	40
5	IDROGEOLOGIA.....	44
5.1	Idrografia di superficie.....	44
5.1.1	Rete idrica superficiale / pericolosità idraulica del territorio comunale.....	45
5.2	Ambiente Idrico Sotterraneo.....	47
5.3	Definizione del sistema idrogeologico.....	48
5.3.1	Tetto delle Acque Salate.....	48
5.4	Definizione spaziale del Modello Idrogeologico Locale.....	48
5.4.1	Successione Idrogeologica Locale.....	49
5.4.2	Serie Idrogeologica Locale.....	52
5.5	Assetto strutturale dell'acquifero.....	54
5.6	Trasmittività degli acquiferi profondi.....	54
5.6.1	Ambiente Idrico Sotterraneo.....	55
5.6.2	Isopieze dell'acquifero.....	55
5.6.3	Soggiacenza Acquifero freatico.....	56
	Identificazione temporale del sistema Idrogeologico.....	57
5.7	Condizioni al Contorno della Struttura Idrogeologica.....	58
6	CARATTERI GEOLOGICO TECNICI.....	59
6.1	Carta geologico tecnica.....	59
6.2	Caratteristiche litotecniche.....	61
6.3	Successioni Geotecniche.....	61
7	MODELLI GEOTECNICI.....	67
7.1	SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE.....	76
8	INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	79
8.1	Microtremori con la tecnica HVSR.....	79
8.2	Prospezione sismica a rifrazione passiva/attiva Re.Mi./MASW.....	80
9	PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO.....	82
9.1	Carta delle indagini.....	82
9.2	Carta delle frequenze naturali del terreno.....	83
9.3	Tetto delle ghiaie e del substrato a comportamento rigido: bedrock sismico.....	85
9.3.1	Tetto Ghiaie e sabbie.....	85
9.3.2	Tetto del substrato a comportamento rigido: bedrock sismico.....	86
9.4	Microzone omogenee in Prospettiva Sismica o delle Aree Suscettibili di Effetti Locali.....	87
9.4.1	Definizione successioni a comportamento sismico equivalente.....	87
9.4.2	Aree Suscettibili di Effetti Locali e di Instabilità.....	88
9.5	Zone a comportamento sismico equivalente.....	98
10	TERZO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO.....	100
10.1	Definizione degli input sismici.....	100
10.2	Comportamento non lineare dei terreni.....	102
10.3	Parametrizzazione geotecnica e verticali sismiche.....	103
10.4	Calcolo degli effetti di sito.....	112
10.5	Definizione dei coefficienti di amplificazione sismica.....	113
10.5.1	Carta delle nuove indagini.....	116
10.5.2	Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs).....	116
10.6	Carte dei fattori di amplificazione - microzonazione sismica.....	117
10.7	Carta dei fattori di amplificazione dell'accelerazione orizzontale di picco FAPGA.....	118
10.8	Carte dei fattori di amplificazione di intensità di Housner.....	118
10.9	Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner negli intervalli 0.1<T<0.5 sec.....	119
10.10	Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner negli intervalli 0.5<T<1.0 sec.....	120
10.11	Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner negli intervalli 0.5<T<1.5 sec.....	120
11	ELABORATI DI MICROZONAZIONE - EVENTI PASSATI.....	122

---

## ELABORATI

Tav. 1.1	Carta delle indagini pregresse e nuove	1:10.000
Tav. 1.2	Carta geologico - tecnica	1:10.000
Tav. 1.2.1	Sezioni geologiche	1:25.000/1:1.000
Tav. 1.3	Carta delle isopieze della falda	1:10.000
Tav. 1.4	Carta della soggiacenza della falda	1:10.000
Tav. 1.5	Carta del tetto delle ghiaie e del substrato a comportamento rigido	1:10.000
Tav. 1.6	Velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 m pc (Vs30)	1:10.000
Tav. 1.7	Carta delle frequenze naturali dei terreni	1:10.000
Tav. 1.8	Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)	1:10.000
Tav. 2.1	Carta delle indagini di nuova esecuzione	1:10.000
Tav. 2.1.1	Carta punti di verifica RSL	1:10.000
Tav. 2.2.1	Carta di microzonazione sismica Livello 3 - FA PGA	1:10.000
Tav. 2.2.2	Carta di microzonazione sismica Livello 3 - FA IS 0,1 – 0,5 sec	1:10.000
Tav. 2.2.3	Carta di microzonazione sismica Livello 3 - FA IS 0,5 – 1 sec	1:10.000
Tav. 2.2.4	Carta di microzonazione sismica Livello 3 - FA IS 0,5 – 1,5 sec	1:10.000
Tav. 3.1	Carta sovrapposizione CLE - MOPS	1:10.000
Tav. 3.2.1	Carta sovrapposizione CLE - FA PGA	1:10.000
Tav. 3.3.2	Carta sovrapposizione CLE - FA IS 0,1 – 0,5 sec	1:10.000
Tav. 3.4.3	Carta sovrapposizione CLE - FA IS 0,5 – 1 sec	1:10.000
Tav. 3.4.4	Carta sovrapposizione CLE - FA IS 0,5 – 1,5 sec	1:10.000

---

## ALLEGATI

Indagini geognostiche e geofisiche di nuova esecuzione

Indagini geognostiche e geofisiche pregresse – parte 2 (prove CPT-CPTE-CPTU-S-DPM-DPSH-Re.Mi.-HVSr)

## 1 INTRODUZIONE

L'analisi delle condizioni di sicurezza in rapporto al comportamento dei terreni durante un evento sismico e dei conseguenti possibili effetti locali, del territorio comunale di Gattatico (R.E.) è stata sviluppata mediante studi di caratterizzazione e modellazione geologico – tecnica e della pericolosità sismica di base, dell'azione sismica.

Tale disamina, finalizzata alla mitigazione del rischio sismico, è stata indirizzata all'esame delle zone sede del territorio urbanizzato, di prevista urbanizzazione, del patrimonio edilizio esistente, delle fasce interessate, delle principali vie di comunicazione. In funzione del tessuto edificato tale valutazione è stata praticamente sviluppata per tutto il territorio comunale.

Le analisi di microzonazione sismica, realizzate con i contributi di cui all'OCDPC n° 293 del 26/10/2015, sono state effettuate in conformità alla Delibera di Giunta Regionale Emilia Romagna n° 573 del 28/04/2106 *“Criteri per l'attribuzione di contributi per la realizzazione di interventi di riduzione del rischio sismico in edifici pubblici strategici e rilevanti, in edifici privati e per studi di microzonazione sismica di sui all'Art.2, comma 1, lettere A), B) e C), modalità di concessione e liquidazione dei contributi”*.

Le sopra indicate valutazioni sono inoltre state sviluppate in riferimento ai dettati delle leggi nazionali, D.M. 11/03/88, circ. LL.PP. n° 30483 del 24/09/88; L.R. n°20 del 24/03/2000, N.A. Piano Stralcio Assetto Idrogeologico allegato 7, Delibera della Giunta Regionale n°1300 del 01/08/2016: Prime Disposizioni Regionali Concernenti l' Attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel Settore Urbanistico, ai sensi dell' art. 58 elaborato n° 7 (Norme di Attuazione) e dell' art. 22 elaborato n°5 (Norme di Attuazione) del progetto di Variante al PAI e al PAI Delta, adottato dal comitato istituzionale Autorità Di Bacino del Fiume Po con deliberazione n°5/2015, NA PTCP Reggio Emilia, Delibera Giunta Regionale n° 2193 del 21/12/2015, DM 17-01-2018.

Le valutazioni del tipo di risentimento sismico atteso nelle varie zone del territorio comunale sono state redatte in funzione delle condizioni geologico strutturali, litologico stratigrafiche e delle tipologie dei processi morfogenetici che hanno costituito il territorio.

La determinazione della pericolosità sismica dell'area del Comune di Gattatico è stata sviluppata mediante l'elaborazione delle carte di approfondimento sismico di primo livello per l'individuazione delle aree suscettibili di effetti locali in caso di sollecitazione sismica e delle carte di approfondimento sismico di terzo livello, definizione dei Fattori di Amplificazione correlati allo scuotimento sismico atteso al suolo, con metodo approfondito, in riferimento alle indicazioni contenute nella sopracitata DGR 2193/2015 ed agli I.C.M.S.: Indirizzi del Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province Autonome (Gruppo di lavoro MS, 2008).

Detti elaborati, propedeutici all'elaborazione degli strumenti di Pianificazione Urbanistica del territorio Comunale, rappresentano un'analisi sostanziale per indirizzare le scelte urbanistiche in zone a riconosciuta minore pericolosità sismica e delle valutazioni per la priorità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente.



Gli elaborati cartografici redatti sono pertanto relativi, agli ambiti di interesse per la pianificazione a scala comunale.

Tali disamine sono state sviluppate mediante rilevamenti ed indagini dirette che hanno integrato ed approfondito quelle precedentemente eseguite nel contesto delle analisi effettuate negli studi del P.T.C.P. di Reggio Emilia relativi alla cartografia per la riduzione del rischio sismico: Carta Degli Effetti Attesi (*Tav.P9a: 182SE/SO-200NE/NO*) sono inoltre state utilizzate le tavole ed elaborazioni del PSC di Gattatico 2000 (*Centrogeo, Correggio RE*).

Le analisi di microzonazione sismica, sono state eseguite su commissione **dell'Amministrazione Comunale di Gattatico, RE**, Determinazione n° 291 del 18/12/2017 del Responsabile III Settore Ambiente e Patrimonio.

La microzonazione sismica del territorio ed analisi della Condizione Limite per l'Emergenza di Gattatico, è stata sviluppata in coordinamento con *il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Dr. Luca Martelli ed Ing. Maria Romani, Regione Emilia Romagna* e con l'Ufficio Tecnico del Comune di Gattatico responsabile *Geom. Lorenzo Delmonte, Geom. Diva Gianotti*.

Le rilevazioni in sito ed elaborazioni sono state effettuate da Dr. Stefano Gilli, Mauro Mazzetti, Dr. Gian Pietro Mazzetti, *Studio Geologico Centrogeo, Correggio*.

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

## 2 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Il Comune di Gattatico ricade nei settori orientale ed occidentale rispettivamente delle tavolette CASTELNOVO DI SOTTO III NW E PARMA EST II NE appartenenti al F° REGGIO NELL'EMILIA N°74 I.G.M. e F° PARMA N° 73 I.G.M.

Il territorio comunale, si estende su una superficie di 42,36 ed è delimitato, sistema UTM – WGS84 fuso 33, dai meridiani:

4961070 (W) – 4963560 (E)

e dai paralleli:

613380 (S) – 618640 (N)

L'assetto morfologico territoriale ad andamento pianeggiante, presenta un assetto dorsato in senso ovest est che si caratterizza nel settore centrale dell'area comunale con un dosso esteso in direzione sud sudovest – nord nordest da Taneto a Praticello ad Olmo; un'analogha struttura morfologica costituita dal T. Enza caratterizza la fascia al confine comunale occidentale.

Dette condizioni conferiscono al territorio di Gattatico un assetto topografico movimentato da blande ondulazioni ad ampio raggio.

La parte meridionale dell'area comunale con quote mediamente comprese tra 55 e 45 m slm, ad eccezione della fascia all'estremità a sud di Ponte Enza con  $q=55\div 66$  m slm, appartenente alla zona dell'alta pianura, è contraddistinta da pendenze variabili tra  $p = 3,0 \div 7,0$  ‰; nel settore centrale e settentrionale le quote mediamente comprese tra 45 e 30 m slm individuano il passaggio alla zona della media pianura nella quale l'acclività, ad eccezione del dosso Taneto – Praticello, si attenua a  $p=2,0 \div 4,0$  ‰ con i valori minori nella zona nord orientale  $p=1,5 \div 2,0$  ‰.

Nella fascia centro settentrionale, a nord dell'A1 ed a sud della sP n°97 – via Maria Cervi l'assetto delle curve di livello concavo e con pendenze 1,5/1,6 ‰ denota condizioni di drenaggio idrico superficiale lento.

Detta morfologia blandamente depressa e delimita a settentrione da un asse viario più elevato assume una significativa importanza sulle previsioni di destinazioni d'uso del territorio poiché la realizzazione di opere o infrastrutture che intersechino in senso ovest est l'area in oggetto può costituire barriere idrauliche che ostacolano la possibilità dello scolo idrico superficiale; queste condizioni generano ambiti a difficoltoso drenaggio soggetti a rischio di allagamenti in occasione di eventi di piogge critiche.

Ne consegue che in tali zone necessita siano valutate con particolare attenzione l'efficienza degli assetti fognari e della rete di scolo idrico superficiale.

Analoghe attenzioni sono da adottare nella fascia allungata sud nord a settentrione del capoluogo circa Canale della Spelta e via Don P. Borghi on  $P < 1$ ‰.

### 3 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

La sismicità del territorio, prevalentemente correlata alle strutture geologiche superficiali (primi 15 km) ed in subordine di media profondità (15 ÷ 25 km), è collegata a meccanismi focali compressivi e trascorrenti, mentre sono nettamente secondari e subordinati i meccanismi focali distensivi.

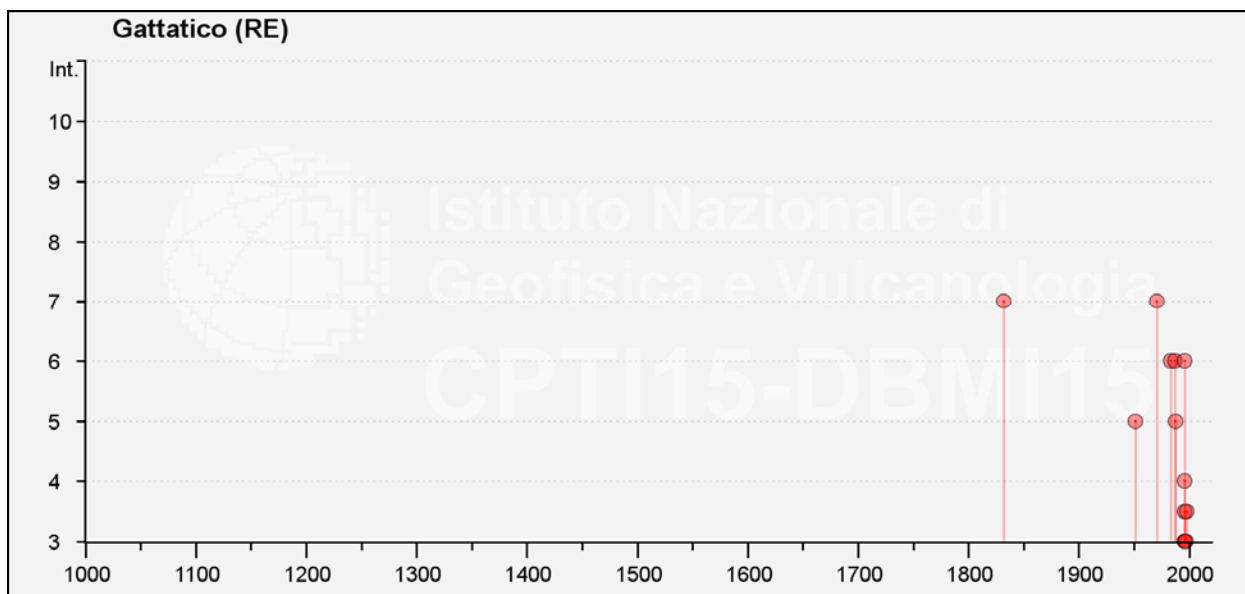
Nell'ambito territoriale al quale appartiene Gattatico e zone ad esso adiacenti, il Database Macrosismico DBMI15 utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico CPTI15 (a cura di Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15), documenta eventi sismici giungenti al 7° ÷ 7,5° grado della Scala Mercalli - Cancani - Sieberg, con intensità variabile tra  $M_w = 4,8 \div 5,6$ , sono documentati due epicentri sismici, 1831-1832, con  $M_w \geq 5,5$  a meridione del capoluogo a distanza di 3 ÷ 4 km circa tra Corte Valle Re/Parrocchia di Cella e tra Caprara/Calerno (RE) ed 1 epicentro ,1971, con analoga  $M_w \geq 5,51$ , registrato 2,5 ÷ 3,5 km ad ovest nord ovest di Praticello tra Casaltone Casalbroncolo (PR).

In dette zone sono individuate due box sismiche con asse maggiore orientato sud ovest – nord est che identificano la proiezione in superficie dell'orientamento delle faglie sepolte sorgente dei terremoti.

#### Storia sismica di Gattatico

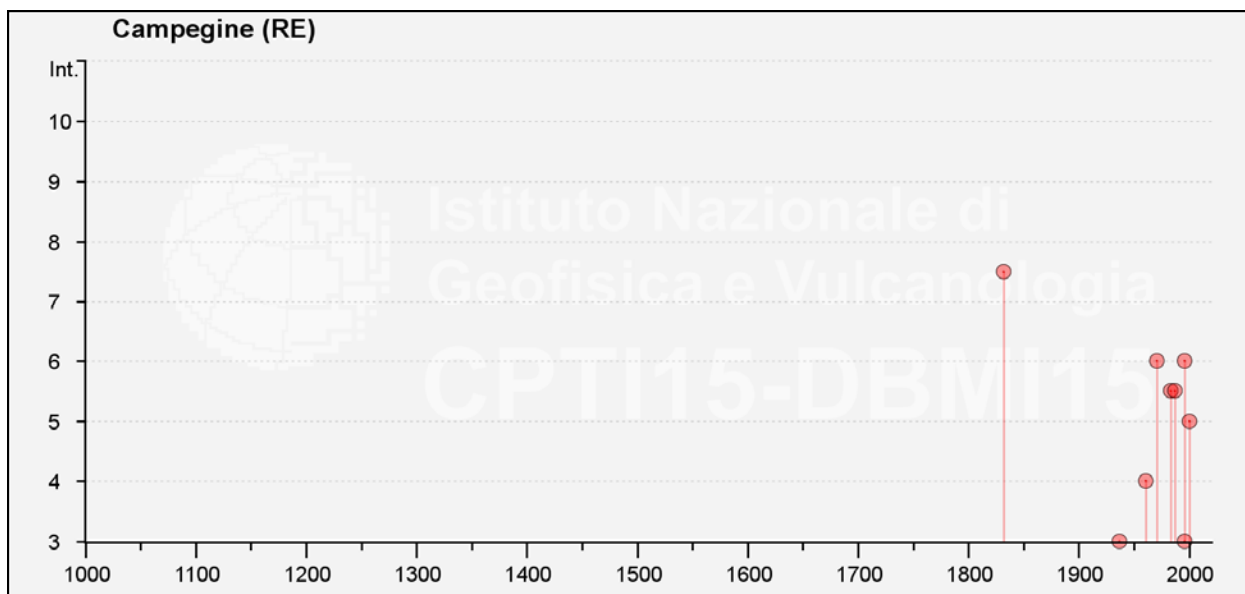
Numero di eventi: 18

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5.51
5	1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7	5.17
7	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51
6	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
6	1987 05 02 20 43 5	Reggiano	802	6	4.71
5	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57
NF	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04
2-3	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
6	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
3-4	1996 10 26 04 56 5	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
3	1996 10 26 06 50 2	Pianura emiliana	35	5-6	3.63
3	1996 11 25 19 47 5	Pianura emiliana	65	5-6	4.29
4	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
3	1997 05 12 22 13 5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
3-4	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93
2-3	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30



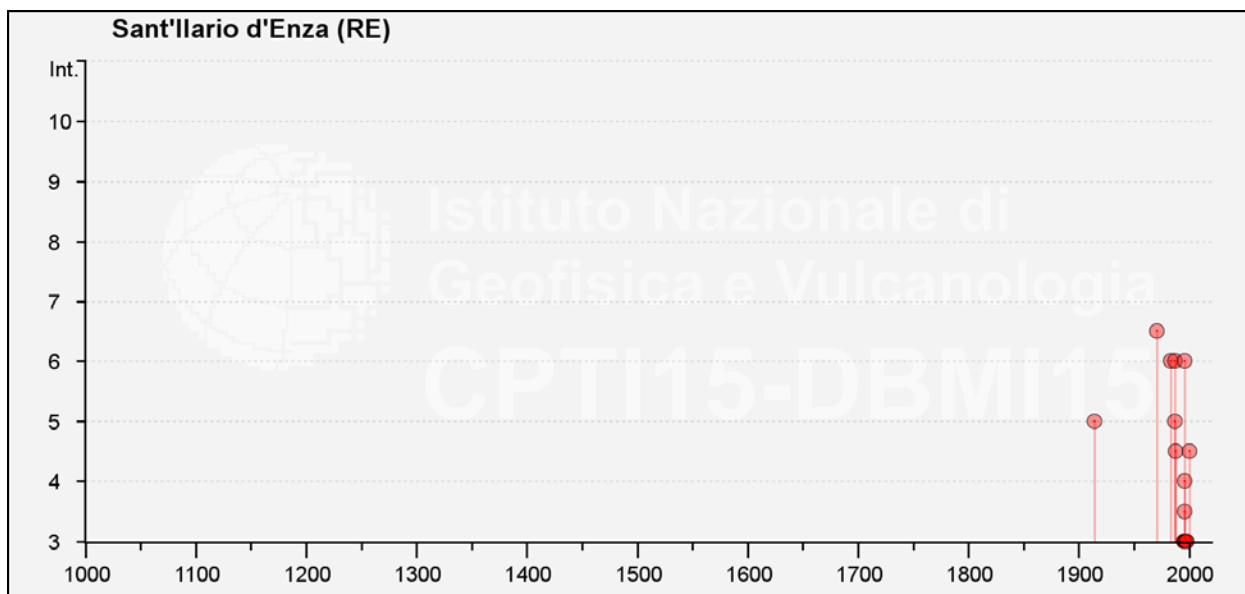
**Storia sismica di Campegine**  
Numero di eventi: 15

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5.51
6	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51
6	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
5-6	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
5-6	1987 05 02 20 43 5	Reggiano	802	6	4.71
5	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
4	1961 08 13 22 34 1	Parmense	22	5-6	4.37
3	1937 09 17 12 19 0	Parmense	34	7	4.77
3	1996 11 25 19 47 5	Pianura emiliana	65	5-6	4.29
2-3	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
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	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30
NF	2002 11 13 10 48 0	Franciacorta	768	5	4.21



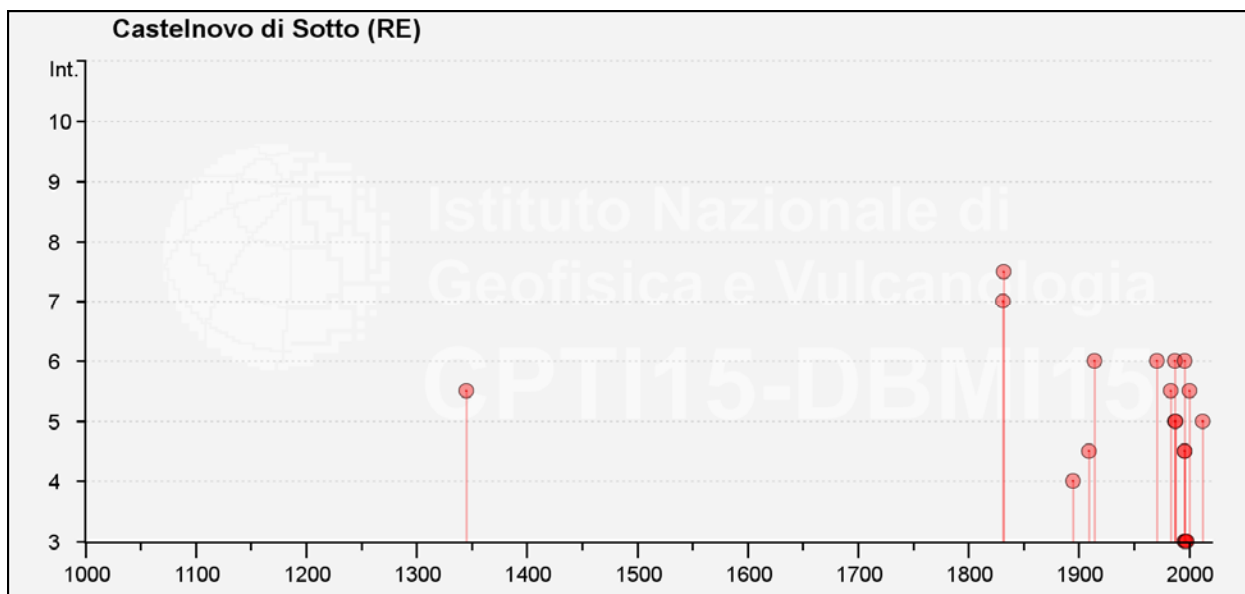
**Storia sismica di Sant'Ilario d'Enza**  
Numero di eventi: 18

Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw	
5	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63	
6-7	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51	
6	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04	
5	1987 04 24 02 30 2	Reggiano	54	6	4.64	
6	1987 05 02 20 43 5	Reggiano	802	6	4.71	
4-5	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57	
NF	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04	
3	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82	
6	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38	
3-4	1996 10 26 04 56 5	Pianura emiliana	63	5-6	3.94	
3	1996 10 26 06 50 2	Pianura emiliana	35	5-6	3.63	
4	1996 11 25 19 47 5	Pianura emiliana	65	5-6	4.29	
3	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06	
3	1997 05 12 22 13 5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68	
3	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93	
4-5	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40	
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23	
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30	



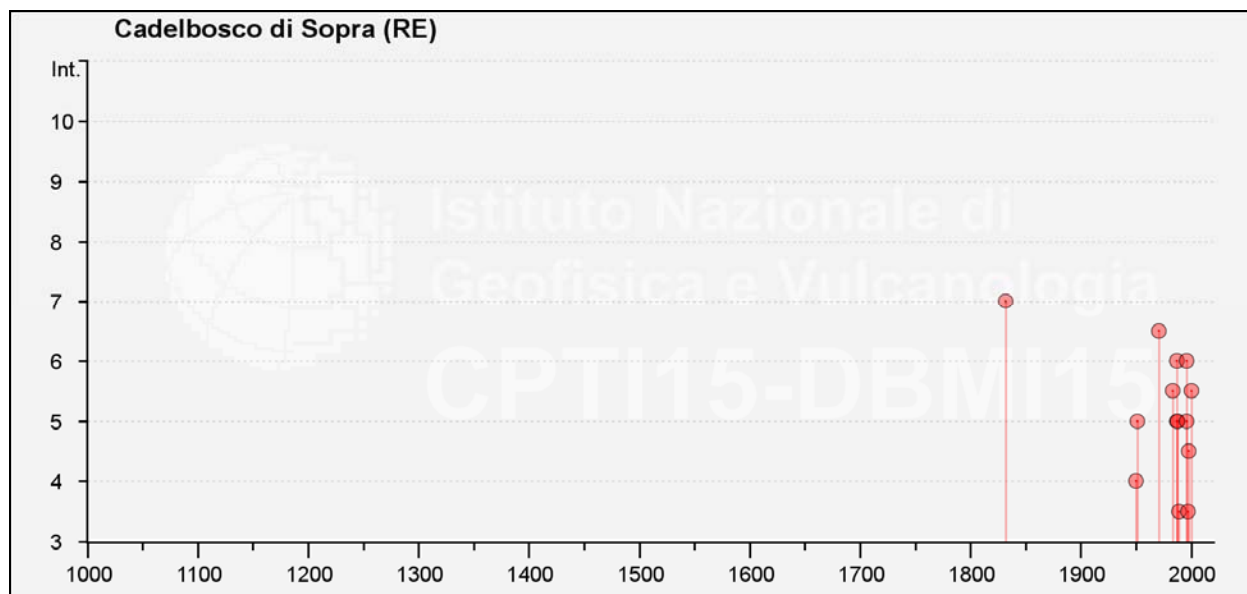
**Storia sismica di Castelnovo di Sotto**  
Numero di eventi: 23

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5-6	1345 01 31	Pianura emiliana	1	5-6	4.40
7	1831 09 11 18 15	Pianura emiliana	25	7-8	5.48
7-8	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5.51
4	1895 05 12 20 29	Reggiano	13	4-5	3.98
4-5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
6	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63
6	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51
5-6	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
5	1987 04 24 02 30 2	Reggiano	54	6	4.64
6	1987 05 02 20 43 5	Reggiano	802	6	4.71
5	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57
NF	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
6	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
3	1996 10 26 04 56 5	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
4-5	1996 10 26 06 50 2	Pianura emiliana	35	5-6	3.63
4-5	1996 11 25 19 47 5	Pianura emiliana	65	5-6	4.29
3	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
3	1997 05 12 22 13 5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
3	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93
5-6	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignana	115	4	4.23
5	2012 01 25 08 06 3	Pianura emiliana	25	5-6	4.98



**Storia sismica di Cadelbosco di Sopra**  
Numero di eventi: 20

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5.51
4	1950 05 06 03 43	Reggiano	4	4	4.41
5	1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7	5.17
6-7	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51
5-6	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
5	1987 04 24 02 30 2	Reggiano	54	6	4.64
6	1987 05 02 20 43 5	Reggiano	802	6	4.71
5	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57
3-4	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04
1-2	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
6	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
NF	1996 10 26 04 56 5	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
NF	1996 10 26 06 50 2	Pianura emiliana	35	5-6	3.63
5	1996 11 25 19 47 5	Pianura emiliana	65	5-6	4.29
3-4	1997 05 12 22 13 5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
4-5	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93
5-6	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30



**Storia sismica di Parma**  
Numero di eventi: 182

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	1117 01 03 15 15	Veronese	55	9	6.52
8	1438 06 11 02	Parmense	4	8	5.56
7	1409 11 15 11 15	Parma	1	7	5.10
7	1572 06 04 22	Parmense	5	6	4.63
7	1738 11 05 00 30	Emilia occidentale	10	7	5.10
7	1831 09 11 18 15	Pianura emiliana	25	7-8	5.48
7	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5.51
7	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
6-7	1628 11 04 15 40	Parma	1	6-7	4.86
6-7	1732 02 04 18 20	Parma	9	5-6	4.65
6-7	1818 12 09 18 55	Parmense	26	7	5.24
6-7	1857 02 01	Parmense-Reggiano	22	6-7	5.11
6-7	1873 09 17	Appennino tosco-ligure	64	6-7	5.26
6-7	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51
6	1628 11 04 15 40	Parma	1		
6	1695 02 25 05 30	Asolano	107	10	6.40
6	1774 03 04	Parma	2	5	4.16
6	1832 03 11 08 45	Parmense	14		
6	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63
6	1915 10 10 23 10	Reggiano	30	6	4.87
6	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53
6	1937 09 17 12 19 0	Parmense	34	7	4.77
5-6	1222 12 25 12 30	Bresciano-Veronese	18	7-8	5.68
5-6	1383 07 24 20	Parma	2	4-5	3.93
5-6	1786 04 07 00 15	Pianura lombarda	10	6-7	5.22
5-6	1831 07 14 15 30	Reggiano	8	5-6	4.60
5-6	1832 03 12 02 30	Parmense	4		
5-6	2012 01 25 08 06 3	Pianura emiliana	25	5-6	4.98

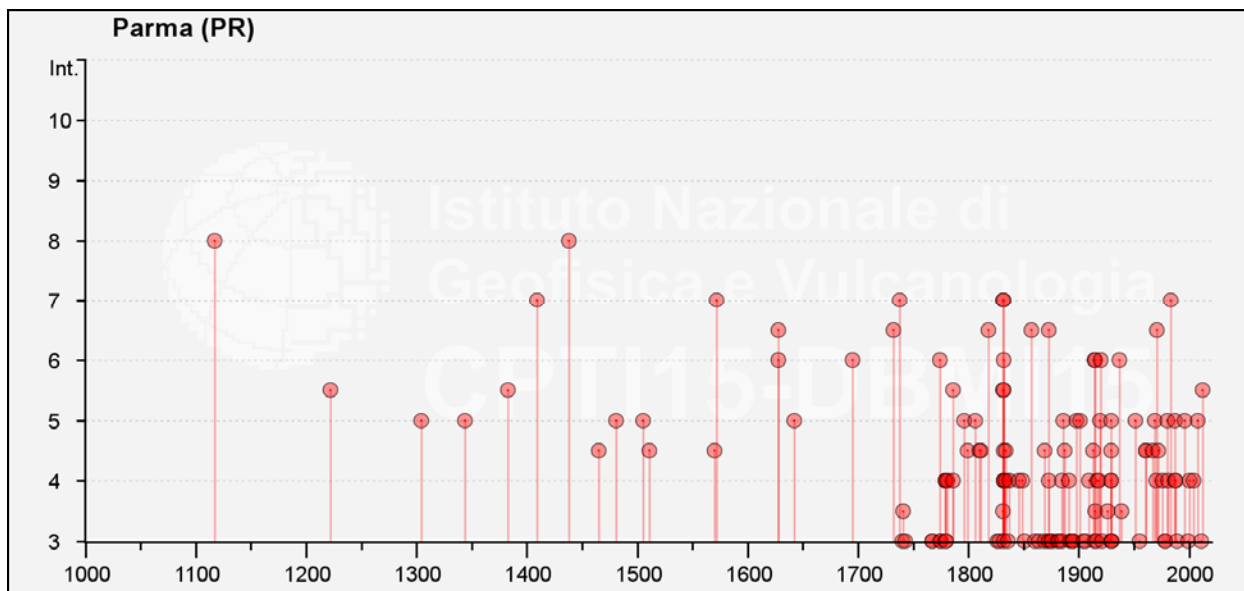


Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5	1304 10 23 00 45	Pianura emiliana	4		
5	1344 11 11	Parma	1	5	4.16
5	1481 02 07 22 45	Pianura emiliana	2	5	4.16
5	1505 01 03 02	Bolognese	31	8	5.62
5	1642 06 13	Pianura lombarda	8	6	4.92
5	1796 10 22 04	Emilia orientale	27	7	5.45
5	1806 02 12	Reggiano	28	7	5.21
5	1886 10 15 02 20	Collecchio	44	6	4.70
5	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37
5	1901 10 30 14 49 5	Garda occidentale	289	7-8	5.44
5	1919 06 29 15 06 1	Mugello	565	10	6.38
5	1929 04 19 04 16	Bolognese	82	6-7	5.13
5	1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7	5.17
5	1969 06 24 13 25 1	Parmense	15	5	4.21
5	1980 12 23 12 01 0	Piacentino	69	6-7	4.57
5	1987 05 02 20 43 5	Reggiano	802	6	4.71
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
4-5	1465 04 07 15 30	Pianura emiliana	5	5-6	4.40
4-5	1511 03 26 15 30	Friuli-Slovenia	120	9	6.32
4-5	1570 11 17 19 10	Ferrarese	58	7-8	5.44
4-5	1799 02 22 05 45	Correggio	2	5	4.16
4-5	1810 12 25 00 45	Pianura emiliana	33	6	5.06
4-5	1811 07 15 22 44	Modenese-Reggiano	19	6-7	5.13
4-5	1832 03 14 04 40	Reggiano	5		
4-5	1834 07 04 00 45	Val di Taro-Lunigiana	24	6-7	5.08
4-5	1869 12 13 02 53	Sassuolo	13	5	4.57
4-5	1887 02 23 05 21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
4-5	1913 11 25 20 55	Appennino parmense	73	4-5	4.65
4-5	1929 04 20 01 10	Bolognese	109	7	5.36
4-5	1961 08 13 22 34 1	Parmense	22	5-6	4.37
4-5	1961 08 14 01 03 0	Parmense	14	5-6	4.47
4-5	1967 04 03 16 36 1	Reggiano	45	5	4.44
4-5	1972 10 25 21 56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
4	1779 06 04 07	Bolognese	12	7	5.22
4	1779 06 10 08 35	Bolognese	10		
4	1779 11 23 18 30	Bolognese	14	5	4.70
4	1781 04 04 21 20	Faentino	96	9-10	6.12
4	1786 12 25 01	Riminese	90	8	5.66
4	1832 03 11 06 45	Carpi	14	5	4.51
4	1832 03 12 08 45	Reggiano	7		
4	1832 03 14 07 41	Reggiano	7		
4	1834 02 14 13 15	Val di Taro-Lunigiana	112	9	5.96
4	1837 04 11 17	Lunigiana	60	9	5.94
4	1846 08 14 12	Colline Pisane	121	9	6.04
4	1849 11 28 18	Val di Taro	7	6	4.63
4	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6.29

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4	1885 02 26 20 48	Pianura Padana	78	6	5.01
4	1891 06 07 01 06 1	Valle d'Ilasi	403	8-9	5.87
4	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
4	1917 12 02 17 39	Appennino forlivese	32	6-7	5.09
4	1918 05 06 08 05	Reggiano	8	5-6	4.41
4	1929 04 29 18 36	Bolognese	45	6	5.20
4	1929 05 11 19 23	Bolognese	64	6-7	5.29
4	1970 05 03 04 17 4	Parmense	3	4	4.08
4	1976 08 22 02 49 1	Alta Val di Taro	26	5	4.54
4	1981 05 26 09 27 5	Reggiano	6	5	3.75
4	1987 02 10 21 20 1	Lunigiana	54	5	4.09
4	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57
4	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
4	2004 11 24 22 59 3	Garda occidentale	176	7-8	4.99
F	1547 02 10 13 20	Reggiano	7	7	5.10
F	1802 05 12 09 30	Valle dell'Oglio	94	8	5.60
F	1843 10 25 03 30	Mugello	17	6-7	5.03
F	1845 09 14 22 20	Appennino tosco-emiliano	9	5	4.73
F	1870 10 30 18 34	Forlivese	41	8	5.61
F	1881 01 25 07 06	Bolognese	18	5	4.59
F	1895 08 07 19 49 3	Appennino tosco-emiliano	84	5	4.67
F	1975 11 16 13 04 2	Appennino piacentino	10	4-5	4.93
F	1977 09 16 23 48 0	Friuli	94	6-7	5.26
F	1995 08 24 17 27 3	Appennino pistoiese	56	6	4.45
3-4	1741 04 24 09 20	Fabrianese	135	9	6.17
3-4	1831 09 13 05 30	Pianura emiliana	7		
3-4	1915 01 13 06 52 4	Marsica	1041	11	7.08
3-4	1926 06 28 21 15	Appennino reggiano	3	3-4	3.46
3-4	1939 10 15 14 05	Garfagnana	62	6-7	4.96
3	1740 03 06 05 40	Garfagnana	32	8	5.64
3	1743 02 20	Ionio settentrionale	84	9	6.68
3	1767 01 21 07 45	Lunigiana	10	7	5.27
3	1767 01 21 09	Lunigiana	7	5-6	4.60
3	1775 01 04 18	Appennino emiliano	6	4	4.43
3	1775 01 05 22 45	Appennino emiliano	7	5	4.55
3	1779 07 14 19 30	Bolognese	17		
3	1780 02 06 04	Bolognese	9	6-7	5.06
3	1826 06 24 12 15	Garda occidentale	20	5	4.62
3	1828 10 09 02 20	Oltrepò Pavese	110	8	5.72
3	1832 04 19 14 14	Reggiano	5		
3	1836 06 12 02 30	Asolano	26	8	5.53
3	1851 02 05 09 50	Valtellina	30	5	4.72
3	1860 07 17 13 43 3	Reggiano	5	4-5	3.93
3	1864 03 15	Zocca	13	6-7	4.84
3	1869 06 25 13 58	Appennino bolognese	18	7-8	5.43
3	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
3	1873 05 16 19 35	Reggiano	15	6-7	5.01

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
3	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5.74
3	1875 12 06	Gargano	97	8	5.86
3	1881 01 24 16 14	Bolognese	38	7	5.22
3	1882 02 15 05	Val Borbera	18	6	4.77
3	1885 12 29	Alpago Cansiglio	47	6	4.96
3	1892 01 05	Garda occidentale	93	6-7	4.96
3	1894 11 27 05 07	Bresciano	183	6	4.89
3	1895 05 12 20 29	Reggiano	13	4-5	3.98
3	1895 05 18 19 55 1	Fiorentino	401	8	5.50
3	1904 02 25 18 47 5	Reggiano	62	6	4.81
3	1906 08 25 03 11	Parmense	31	5	4.25
3	1914 10 26 03 43 2	Torinese	63	7	5.24
3	1916 08 16 07 06 1	Riminese	257	8	5.82
3	1921 11 29 12 04	Val di Taro	10	4	4.15
3	1929 04 10 05 44	Bolognese	87	6	5.05
3	1929 04 22 08 26	Bolognese	41	6-7	5.10
3	1930 10 26 07 14	Appennino tosco-emiliano	14	4	4.21
3	1955 03 12 06 57 0	Parmense	15	5	4.15
3	1978 12 05 15 39 0	Romagna	34	4-5	4.61
3	1978 12 25 22 53 4	Bassa modenese	28	5	4.39
3	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04
3	1999 07 07 17 16 1	Frignano	32	5	4.67
3	2011 07 17 18 30 2	Pianura lombardo-veneta	73	5	4.79
2-3	1928 06 13 08	Carpi	35	6	4.67
2-3	1937 12 10 18 04	Frignano	28	6	5.30
2-3	1967 12 30 04 19	Emilia Romagna orientale	40	6	5.05
2-3	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
2	1828 10 10 01 30	Oltrepò Pavese	18		
2	1832 01 13 13	Valle Umbra	101	10	6.43
2	1834 10 04 19	Bolognese	12	6	4.71
2	1854 06 16 13 25	Imola	9	5	4.57
2	1881 02 14 09 00 3	Appennino bolognese	21	6	4.77
2	1889 03 08 02 57 0	Bolognese	38	5	4.53
2	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5.10
2	1923 06 28 15 12	Modenese	22	6	5.04
2	1926 01 01 18 04 0	Carniola interna	63	7-8	5.72
2	1929 04 12 00 32	Bolognese	7	4	4.82
2	1929 04 22 14 19	Bolognese	12	5-6	4.61
2	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5.83
2	1931 04 14 22 13	Valli Giudicarie	160	6	4.77
2	1931 06 10 17 02	Modenese	14	4	4.59
2	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	1887 09 30 15 55	Faenza	10	5	4.12
NF	1889 12 08	Gargano	122	7	5.47
NF	1893 10 20 20 15	Appennino parmense	25	4-5	4.04
NF	1904 06 10 11 15 2	Frignano	101	6	4.82
NF	1911 02 19 07 18 3	Forlivese	181	7	5.26

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
NF	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5.82
NF	1920 10 06 22 47	Mantovano	19	4-5	4.14
NF	1928 07 20 19 53	Alta Val di Taro	13	6	4.39
NF	1929 04 28 19 40	Bolognese	20	6	4.73
NF	1929 05 01 21 13	Imolese	3	4	4.57
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	1991 10 31 09 31 1	Emilia occidentale	134	5	4.33
NF	1996 10 26 04 56 5	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
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	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30



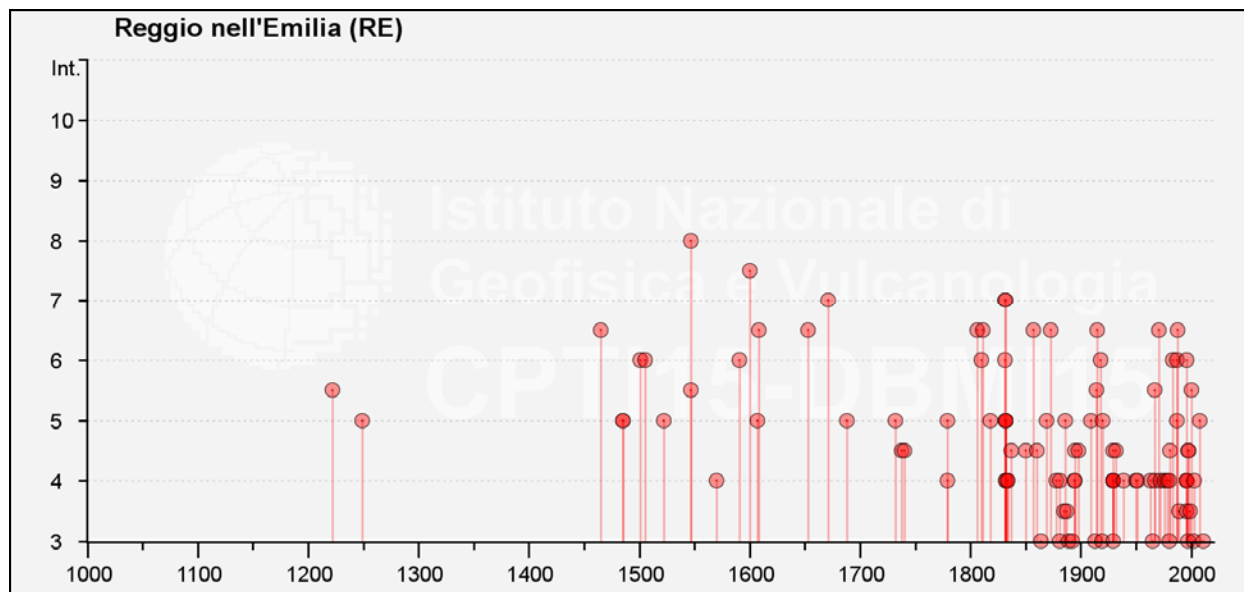
**Storia sismica di Reggio Emilia**  
Numero di eventi: 126

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5-6	1222 12 25 12 30	Bresciano-Veronese	18	7-8	5.68
5	1249 09	Modena	2	6-7	4.86
F	1348 01 25	Alpi Giulie	89	9	6.63
6-7	1465 04 07 15 30	Pianura emiliana	5	5-6	4.40
5	1485	Reggio nell'Emilia	1	5	4.16
5	1485 09 01	Pianura padano-veneta	4	5	4.16
6	1501 06 05 10	Modenese	17	9	6.05
6	1505 01 03 02	Bolognese	31	8	5.62
5	1522 10 05 00 10	Pianura Padana	6	5	4.71
8	1547 02 10 13 20	Reggiano	7	7	5.10
5-6	1547 03 24	Reggiano	1	5-6	4.40
4	1570 11 17 19 10	Ferrarese	58	7-8	5.44

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1591 05 24	Reggio nell'Emilia	1	6	4.63
7-8	1600 10 28	Reggio nell'Emilia	1	7-8	5.33
5	1607 12 31	Reggio nell'Emilia	1	5	4.16
6-7	1608 01 06 22 20	Reggio nell'Emilia	2	5-6	4.40
F	1624 03 19	Argenta	18	7-8	5.43
6-7	1653 04 19 04 15	Reggiano	4	5-6	4.40
7	1671 06 20 10	Modenese-Reggiano	8	7	5.27
5	1688 04 11 12 20	Romagna	39	8-9	5.84
F	1695 02 25 05 30	Asolano	107	10	6.40
5	1732 02 04 18 20	Parma	9	5-6	4.65
4-5	1738 11 05 00 30	Emilia occidentale	10	7	5.10
4-5	1740 03 06 05 40	Garfagnana	32	8	5.64
5	1779 07 14 19 30	Bolognese	17		
4	1779 11 23 18 30	Bolognese	14	5	4.70
F	1779 12 24 17	Appennino pistoiese	9	5-6	4.59
6-7	1806 02 12	Reggiano	28	7	5.21
6	1810 12 25 00 45	Pianura emiliana	33	6	5.06
6-7	1811 07 15 22 44	Modenese-Reggiano	19	6-7	5.13
5	1818 12 09 18 55	Parmense	26	7	5.24
6	1831 07 14 15 30	Reggiano	8	5-6	4.60
7	1831 09 11 18 15	Pianura emiliana	25	7-8	5.48
4	1832 03 11 06 45	Carpi	14	5	4.51
4	1832 03 11 08 45	Parmense	14		
5	1832 03 12 08 45	Reggiano	7		
7	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5.51
5	1832 03 14 04 40	Reggiano	5		
5	1832 03 14 07 41	Reggiano	7		
5	1832 04 19 14 14	Reggiano	5		
4	1834 02 14 13 15	Val di Taro-Lunigiana	112	9	5.96
4	1834 07 04 00 45	Val di Taro-Lunigiana	24	6-7	5.08
4-5	1837 04 11 17	Lunigiana	60	9	5.94
F	1843 10 25 03 30	Mugello	17	6-7	5.03
F	1845 09 14 22 20	Appennino tosco-emiliano	9	5	4.73
4-5	1850 09 18 06 20	Modenese	7	5	4.16
6-7	1857 02 01	Parmense-Reggiano	22	6-7	5.11
4-5	1860 07 17 13 43 3	Reggiano	5	4-5	3.93
3	1864 03 15	Zocca	13	6-7	4.84
5	1869 12 13 02 53	Sassuolo	13	5	4.57
F	1870 10 30 18 34	Forlivese	41	8	5.61
6-7	1873 05 16 19 35	Reggiano	15	6-7	5.01
2-3	1874 10 07	Imolese	60	7	4.96
2	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5.74
4	1878 03 12 21 36	Bolognese	31	6	4.84
4	1881 01 24 16 14	Bolognese	38	7	5.22
3	1881 01 25 07 06	Bolognese	18	5	4.59
2	1881 02 14 09 00 3	Appennino bolognese	21	6	4.77
3-4	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
5	1886 10 15 02 20	Collecchio	44	6	4.70
3-4	1887 02 23 05 21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
3	1889 03 08 02 57 0	Bolognese	38	5	4.53
F	1891 06 07 01 06 1	Valle d'Ilasi	403	8-9	5.87
3	1892 05 17 03 08 1	Carpineti	28	5	4.28
4	1894 11 27 05 07	Bresciano	183	6	4.89
4-5	1895 05 12 20 29	Reggiano	13	4-5	3.98
4	1895 05 18 19 55 1	Fiorentino	401	8	5.50
F	1895 08 07 19 49 3	Appennino tosco-emiliano	84	5	4.67
4-5	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37
F	1901 10 30 14 49 5	Garda occidentale	289	7-8	5.44
F	1904 02 25 18 47 5	Reggiano	62	6	4.81
F	1904 06 10 11 15 2	Frignano	101	6	4.82
5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
3	1913 11 25 20 55	Appennino parmense	73	4-5	4.65
5-6	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63
6-7	1915 10 10 23 10	Reggiano	30	6	4.87
F	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5.82
6	1918 05 06 08 05	Reggiano	8	5-6	4.41
3	1919 06 29 15 06 1	Mugello	565	10	6.38
5	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53
2-3	1928 08 03 23 09	Lunigiana	21	5	4.26
3	1929 04 10 05 44	Bolognese	87	6	5.05
4-5	1929 04 19 04 16	Bolognese	82	6-7	5.13
4	1929 04 20 01 10	Bolognese	109	7	5.36
4	1929 04 22 08 26	Bolognese	41	6-7	5.10
4	1929 04 29 18 36	Bolognese	45	6	5.20
4	1929 05 11 19 23	Bolognese	64	6-7	5.29
4-5	1932 07 13 03 42	Reggiano	8	4-5	3.86
4	1939 10 15 14 05	Garfagnana	62	6-7	4.96
F	1940 01 24 23 32 1	Appennino emiliano	6		
4	1950 05 06 03 43	Reggiano	4	4	4.41
4	1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7	5.17
4	1963 11 04 15 46	Bassa modenese	5	5	4.16
3	1965 11 09 15 35	Appennino reggiano	32	5	4.17
5-6	1967 04 03 16 36 1	Reggiano	45	5	4.44
4	1967 12 30 04 19	Emilia Romagna orientale	40	6	5.05
6-7	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	1976 05 06 20	Friuli	770	9-10	6.45
2-3	1978 12 05 15 39 0	Romagna	34	4-5	4.61
4	1978 12 25 22 53 4	Bassa modenese	28	5	4.39
3	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4	1980 12 23 12 01 0	Piacentino	69	6-7	4.57
4-5	1981 05 26 09 27 5	Reggiano	6	5	3.75
6	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
NF	1984 04 29 05 02 5	Umbria settentrionale	709	7	5.62

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
2-3	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
5	1987 04 24 02 30 2	Reggiano	54	6	4.64
6	1987 05 02 20 43 5	Reggiano	802	6	4.71
6-7	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57
3-4	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04
2-3	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
6	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
4	1996 10 26 04 56 5	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
4	1996 10 26 06 50 2	Pianura emiliana	35	5-6	3.63
3-4	1996 11 25 19 47 5	Pianura emiliana	65	5-6	4.29
4	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
4-5	1997 05 12 22 13 5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
3	1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
4-5	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93
3-4	1999 07 07 17 16 1	Frignana	32	5	4.67
5-6	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
3	2002 06 08 20 13 0	Frignana	115	4	4.23
4	2003 09 14 21 42 5	Appennino bolognese	133	6	5.24
5	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36
3	2011 07 17 18 30 2	Pianura lombardo-veneta	73	5	4.79



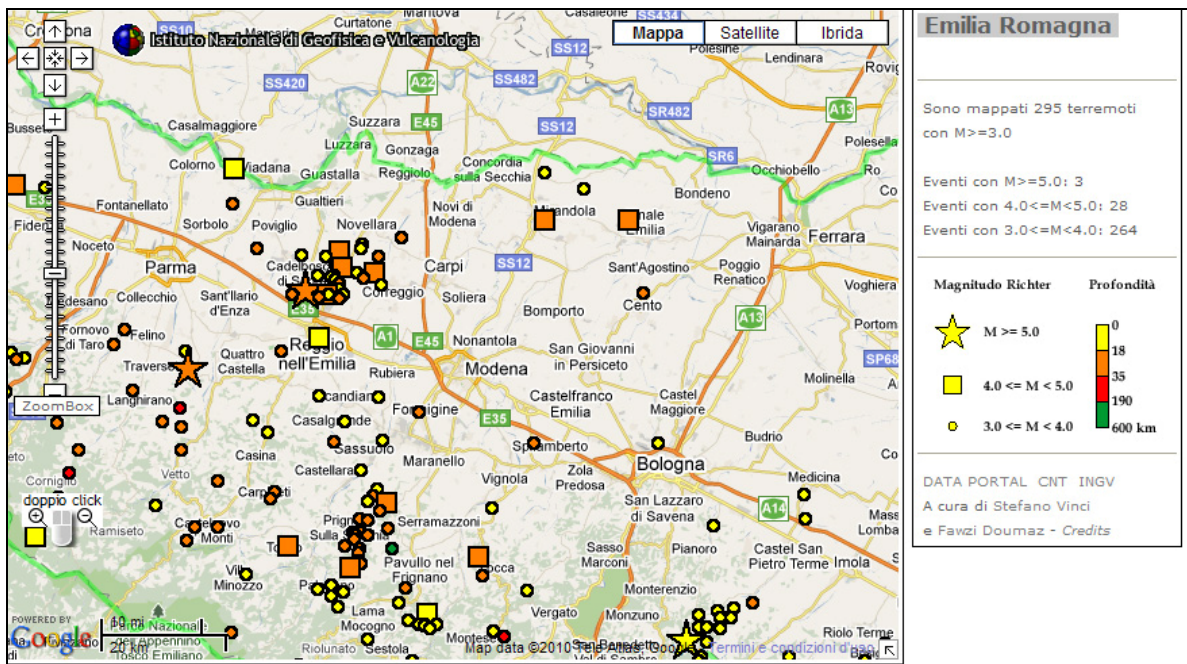
Dalle tabelle e dai grafici sopra esposti si possono ricavare le seguenti osservazioni:

- la storia sismica di Gattatico e del suo intorno (con riferimento anche ai comuni di Parma e di Reggio Emilia) ha una buona testimonianza ed estensione temporale (il primo evento documentato risale al 1117 per il comune di Parma ed al 1222 per il comune di Reggio Emilia)
- il grado di sismicità è di tipo medio – medio elevato con intensità massime percepite equivalenti a 7 grado per Gattatico e 7-8 grado MCS, territorio di Campegine, Casaltone/Casalbroncolo, conseguiti ad eventi con magnitudo stimata in  $M_w = 5.2 \div 5.5$ .

- i massimi risentimenti sismici sono state prodotte da eventi a piccola distanza (adiacenti ai confini comunali) e di tipo superficiale, mentre gli effetti di sismi anche ad elevata intensità ma distanti contribuiscono in maniera meno rilevante
- gli eventi sismici registrati nell'area reggiano/parmense, con maggior grado di documentazione dal 1800 al 2012, relativi a sismi con intensità  $I_0 = 6 \div 7$ , evidenziano periodi di crisi sismica di durata media di 5/10/15 anni che si verificano mediamente ad intervalli temporali di 10 ÷ 30 anni, e per gli eventi meno recenti 30-50 anni; di tali eventi quelli che hanno manifestato i numeri di scosse maggiori sono correlabili ai periodi:
  - 1800/1837; 1850/1870; 1910/1920; 1932/1940; 1961/1985; 1987/2000.

Le fasi degli eventi nei quali sono state raggiunte  $I_0 = 7 \div 8$ , hanno durata di 1 ÷ 3 anni e si manifestano a intervalli di tempo di 40/80 anni.

Per i tempi precedenti al 1800, con documentazione relativa inferiore, i principali periodi di crisi sismica sono individuabili per gli anni: 1405/1440; 1465/1510; 1545/1575 (Dorsale Ferrarese); 1590/1610; 1625/1640; 1650/1675; 1730/1740; 1770/1810.



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

### Risentimenti sismici locali

In occasione degli eventi sismici del maggio-giugno 2012, il territorio di Gattatico ha modestamente risentito degli effetti dei terremoti del maggio-giugno ( $I_0 < 5$ ).

I risentimenti più rilevanti nell'area di Gattatico sono rappresentati da quelli conseguiti ai terremoti del 1831-1832 e 1971 ed in subordine a quelli del 1983 – 1987 - 1996. Ai primi di questi, con epicentro tra Corte Valle Re/Parrocchia di Cella e tra Caprara/Calerno circa 4/5 km a sud est di Praticello ed al secondo tra Casaltone/Casalbroncolo 2,5/3,5 ad ovest – nord ovest del capoluogo, sono attribuite  $M_w = 5,48 - 5,51$ ; le documentazioni storiche per i sismi



dell'1831 – 1832 attestano in Campegine crolli di comignoli, crepe, crollo delle volte e del campanile della chiesa e forti danni alla canonica; tali carenti e generiche informazioni sono correlate anche alla poco diffusa presenza di patrimonio edilizio nel territorio di Gattatico precedentemente al 1900. Le testimonianze dei danneggiamenti maggiori dei sopracitati terremoti sono relative allo evento del 1832 che ha indotto gli effetti maggiori a Bagnolo in Piano, Gattatico, Castelnovo di Sotto, Coviolo, San Bernardino, Santa Vittoria, Sesso; a tali scuotimenti sono conseguiti i sopracitati danni alla chiesa di Campegine ed il crollo della facciata della chiesa della parrocchia parrocchiale di Sant'Andrea in Castelnovo di Sotto con lesioni e/o sconnessioni di pilastri, archi, volte, al suo interno; analoghi effetti sono avvenuti nella chiesa parrocchiale di San Bernardino e simili in quella di Sesso con inagibilità della chiesa e necessità di demolizione della torre campanaria; danni ingenti furono indotti alla chiesa di Santa Vittoria e di Coviolo.

Tali effetti sono con tutta probabilità correlati anche alle precedenti condizioni statico strutturali degli edifici sopra descritti correlate all' evento sismico del 1831.

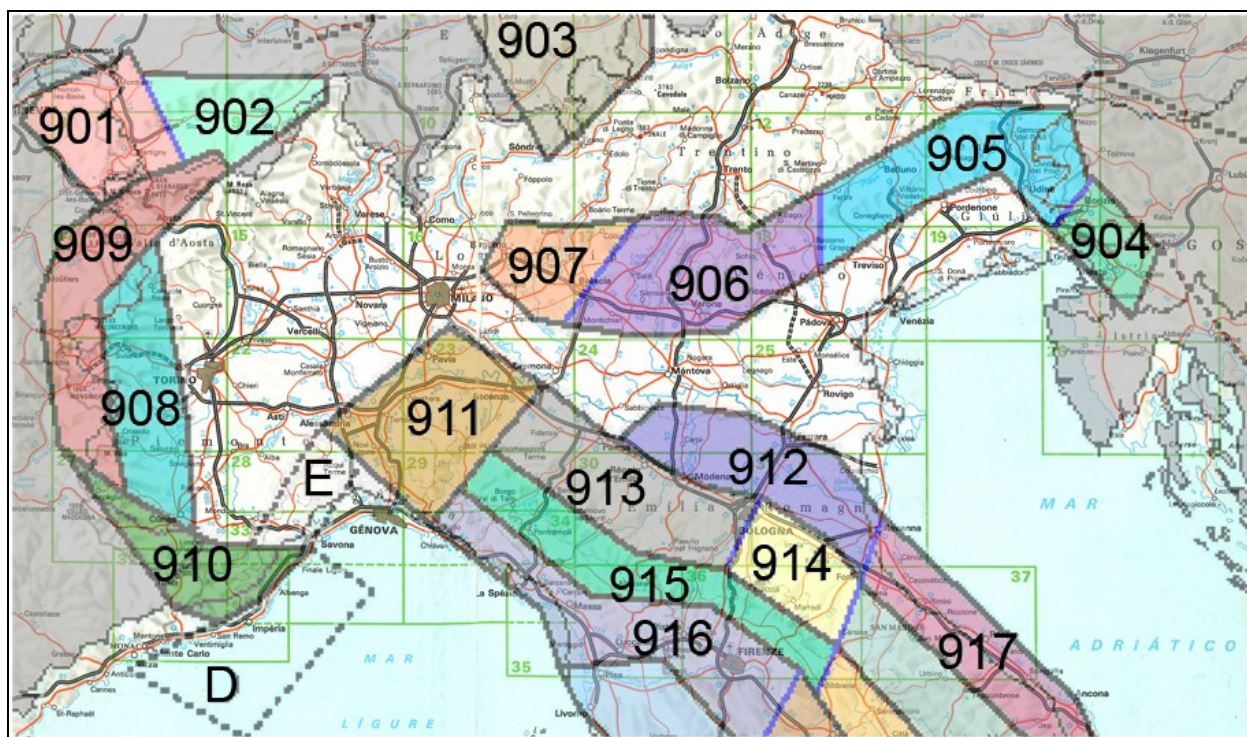
L'evento sismico del 1971, con epicentro tra Casaltone e Casalbroncolo, ha causato alcuni crolli, lesioni nei muri perimetrali, distacco di cornicioni e camini con i danni maggiori nei comuni di Casalbroncolo – Casaltone, Noceto e Sorbolo, rendendo inagibili 200 case alcune delle quali anche nei comuni di Poviglio e Gattatico.

I sismi del 1983 e 1987 rispettivamente con epicentri tra Gaione – San Martino Sinzano – Stradella e tra Bagnolo in Piano e Novellara che hanno indotto risentimenti  $I_0 = 6$  nel territorio di Gattatico, non hanno causato significativi danni al patrimonio edilizio di quest'ultimo.

Analoghi effetti sono conseguiti al sisma del 1996 con epicentro poco ad ovest di S. Tommaso della Fossa – Bagnolo in Piano con ipocentro a profondità di  $-5,0 \pm 0,3$  km del piano campagna.

### *Zone Sorgente*

La zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2004), attribuisce la parte meridionale del territorio, comunale zona a sud dell'Autosole, alla fascia settentrionale occidentale della zona sismogenetica 913, costituita del dominio delle Pieghe Pedeappenniniche Emiliane e Romagnole oltre a ciò per quanto riguarda le strutture sismogenetiche è sito a distanza di  $7 \div 11$  km dal bordo occidentale della zona sismogenetica 912.



Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

La fascia delle Pieghe Emiliane a sud e Romagnole più ad est – sud est, costituisce il Fronte delle Pieghe Pedepenniniche caratterizzato da terremoti storici che hanno raggiunto valori medio elevati di magnitudo:  $M_w = 5,1 \div 5,56 \div 6,05$  con tempi di ricorrenza di 320/350 anni per gli eventi con  $I_0 = 8$  (Maranello) e di 70/100 ÷ 150 anni per i sismi con  $I_0 = 7$ ; successivamente al 1900 tra Parma – Mirandola e Maranello gli eventi con  $I_0 = 7$  sono avvenuti con ricorrenza di 11/16 anni.

Simili caratteristiche evidenzia la fascia delle Pieghe Ferraresi che rappresenta la porzione più esterna della zona in compressione dell’arco appenninico nel quale i terremoti storici hanno raggiunto valori medio elevati - elevati di magnitudo:  $M_w = 4,7/5,0 \div 5,51$  con tempi di ricorrenza dei periodi di crisi sismica per  $I_0 \geq 6$  di 25 anni e fasi di stasi di 40/70 anni

Dalla documentazione della storia sismica sopra esposta si evince che il territorio di Gattatico e le zone circostanti: Campegine – S. Ilario d’Enza, Castelnovo di Sotto, Reggio Emilia, Parma, sono egualmente interessati sia dai meccanismi focali che si originano nell’arco delle Pieghe Ferraresi interne che esterne, che dall’attività sismica del margine appenninico: Pieghe Emiliane, nella Successione Carbonatica Meso - Cenozoica, successioni del Basamento Pre-triassico, ed in modo subordinato, della sismicità della Monclinale Alpina.

ZS	4.76	4.99	5.22	5.45	5.68	5.91	6.14
912	12	9	6	7	2	2	0
913	26	13	11	6	4	1	0

Distribuzione degli eventi sismici per classi di magnitudo per le zone 912 e 913 (INGV, 2004)

Gli epicentri sismici verificatisi nel territorio compreso tra Parma - Sant’Ilario d’Enza – Guastalla – Novellara – Novi di Modena – Carpi - Rubiera – Reggio Emilia, si sono originati per la percentuale maggiore nei primi 10/15 km del sottosuolo evidenziando la prevalenza di un’attività sismogenetica di tipo superficiale; la distribuzione degli ipocentri focali che si

generano tra - 15 e - 35 km dal piano campagna, è simile a quella più superficiale ma contraddistinta da densità inferiore.

D'altra parte la sismicità crostale più profonda, ipocentri sottostanti 35 km dal piano campagna, nella pianura è decisamente inferiore e risulta caratterizzata da sismi di media - medio elevata magnitudo.

La riclassificazione sismica del territorio nazionale OPCM 3274/2003, attribuisce il Comune di Gattatico alla zona 3 con grado di sismicità equivalente ai precedenti ambiti S6; i valori delle accelerazioni orizzontali della griglia delle NTC 14/01/2008 sono congruenti con la sopra citata classificazione.

In riferimento all'allegato A4 della Delibera della Giunta Regionale Emilia Romagna n° 2193/2015, al territorio comunale di Gattatico compete un valore di picco massimo dell'accelerazione orizzontale, variabili tra a:

$$\begin{aligned} a_{\text{gref}} &= 0,110 \text{ g (settore nord)} \\ a_{\text{gref}} &= 0,115 \text{ g (zona Olmo - Nocetolo)} \\ a_{\text{gref}} &= 0,120 \text{ g (zona Praticello - Gattatico)} \\ a_{\text{gref}} &= 0,138 \text{ g (zona Taneto - Case Ponte Enza)} \end{aligned}$$

I valori di  $a_g$  elaborati dal Gruppo di Lavoro MPS 2004 (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>*), attribuiscono, alla fascia territoriale a cui appartiene il comune in oggetto valori di accelerazione compresi tra:

$$\text{Gattatico } a_g = 0,100 \div 0,175 \text{ g}$$

Tali valori, a livello territoriale diminuiscono da sud ovest a nord est.

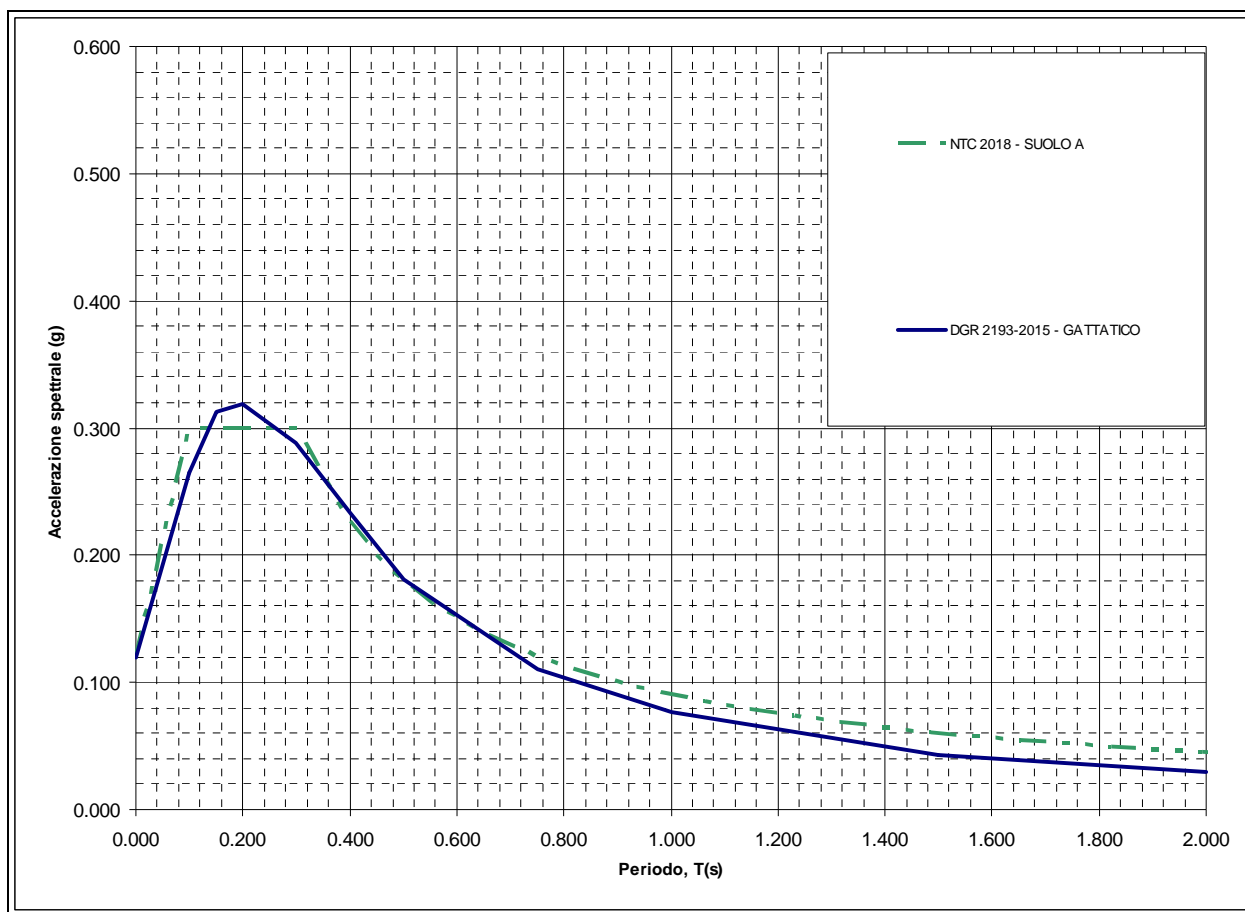
In occasione dei sismi che hanno colpito il territorio emiliano il 20 e 29 maggio 2012 l'area di Gattatico ha risentito di effetti inferiori al V grado MCS; il territorio comunale non è stato inserito nei comuni appartenenti al cratere sismico. (Fonte: "Rilievo Macrosismico MCS Speditivo" – Rapporto Finale – Protezione Civile – Giugno 2012).

### **3.1 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 0,100 ÷ 0,175 g. Tali dati sono stati utilizzati dalla Regione Emilia Romagna per la redazione delle tabelle contenute nella Delibera della Giunta Regionale n° 2193/2015 "Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato 'Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica'".

Mediante i dettami di detta delibera è stato costruito lo spettro di riferimento a probabilità uniforme per il comune di Gattatico, 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 Gattatico. Smorzamento pari al 5%. Con linea blu viene riportato lo spettro costruito con i parametri riportati nella delibera della giunta regionale ER n° 2193/2015, mentre con linea verde tratteggiata è riportato lo spettro elastico di risposta per suolo A determinato secondo i dettati delle NTC 2018.

## 4 ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE

Il territorio del comune di Gattatico appartiene al bacino della Pianura Padana, estendentesi su una superficie di circa 46000 kmq, che costituisce la zona di saldatura tra Alpi ed Appennini ed è formata da un'ampia e profonda depressione nella quale si distinguono nettamente due complessi sedimentari. Di questi quello più recente, è suddiviso in due Supesintemi, il primo dei quali: Supersintema Emiliano Romagnolo, da oggi a 0,65 Ma<sup>1</sup>, è rappresentato da depositi alluvionali prevalentemente costituiti da sabbie, ghiaie, argille e limi di piana e da sedimentazioni di delta conoide e marine marginali, formate da sabbie ed arenarie poco cementate alternate ad argille e limi e talora ad orizzonti conglomeratici. Detta litozona è seguita dalle successioni sabbiose, arenacee, marnoso argillose del Supersintema del Quaternario Marino da 0,65 a 0,9 Ma (*Pleistocene med.*) alle quali soggiacciono le sequenze cicliche sabbiose talora ghiaiose e limoso sabbioso argillose del *Pleistocene inf.* da 0,9 a 1.72 Ma. Tali sintemi coprono l'unità inferiore rappresentata dalle formazioni plioceniche – mioceniche – mesozoiche (da 1,8 a 24 – 247, Ma) costituite essenzialmente da depositi di ambiente marino sia costiero che di piattaforma e/o bacinale a faune pelagiche.

In detto complesso lo spessore dei depositi continentali formanti la prima unità è mediamente compreso tra 200/300 e 500/600 m, localmente nell'alto strutturale di Novi MO – Mirandola è inferiore a 100 m, ed è seguito dalle formazioni pleistoceniche generalmente rinvenibili tra -100/200 ÷ 500 – 600 e -1000 / -1300 m di profondità. A queste succedono le sequenze litostratigrafiche quaternarie del *Pleistocene medio inferiore* comprese tra profondità di 1000/1300 e 1700/2000 m di profondità. Successivamente si rinvencono sino a -3/-4 ÷ -5/-6 km pc; nella zona di Gattatico – Campegine - Castelnovo di Sotto - Cadelbosco di Sotto – Novellara – Sorbolo raggiungono -7 ÷ -8 km pc e nei territori più ad oriente: Soliera – Carpi -8,0 ÷ -8,5 km pc; a tali profondità si rinvencono le formazioni del *Pliocene*.

Ad esse soggiacciono le successioni dal *Miocene al Mesozoico*, individuate mediante disamine geofisiche, sino a -9.000 ÷ -12.000 m dal piano campagna ad eccezione della Dorsale Ferrarese come sopra accennato per Novi MO – Mirandola e dell'area ferrarese tra Porotto/Casaglia ed Occhiobello RO (Veneto).

L'assetto strutturale del Bacino Padano, come evidenziano le analisi, indagini geofisiche e perforazioni eseguite da *AGIP-ENI*, è caratterizzato da una successione pliocenico - quaternaria accresciuta da ovest verso est, a carattere regressivo, costituita da sabbie e peliti torbiditiche di ambiente marino alla base, che verso l'alto sono seguite da complessi sedimentari fluvio deltizi progradanti, a loro volta coperti al tetto da depositi eminentemente continentali messi in posto dalle alluvioni dei fiumi alpino - appenninici.

Questi ultimi a scala di bacino hanno generato un cuneo di accrescimento che nell'insieme tende ad aumentare in spessore, in direzione orientale ed in senso sud - nord.

Il sottosuolo dell'area pianiziale delle province di Reggio Emilia e Parma appartiene alla Regione delle Pieghe Padane che in detta zona formano il Fronte delle Pieghe Emiliane, che assumono una larghezza variabile equivalente a più di 50 Km nell'Emilia orientale ed a 25 Km

---

<sup>1</sup> Milioni di anni.

nell'area parmense, ed all'arco delle Pieghe Ferraresi nel territorio reggiano – modenese. Nella zona circa tra le provincie di Parma e Reggio Emilia il basamento è dislocato da una faglia antiappenninica che ha determinato una traslazione in verso settentrionale del blocco dell'Arco Ferrarese – Romagnolo ed un'inclinazione molto maggiore in verso meridionale della parte sud orientale dello stesso (Placca Adriatica).

Nella porzione settentrionale del blocco orientale il sistema delle Pieghe Ferraresi si estende dapprima in direzione sud ovest - nord est da Reggio Emilia a Novi MO, con larghezze e comprese tra 10 e 15 km, e successivamente si orienta ovest est assumendo larghezza di 8/10 km da Novi MO a Mirandola; il complesso di dette pieghe in direzione orientale giunge a 15-30 km di larghezza e si suddivide in un arco interno largo 8/15 km orientato ovest nord ovest – est sud est da Finale Emilia o Portomaggiore – Alfonsine ed un arco esterno con larghezza di 10/17 km a direzione ovest est da Mirandola/Poggiorusco a Ferrara – Tresigallo – Comacchio.

Le pieghe ferraresi rappresentano un elemento strutturale sensibilmente complesso caratterizzato da un'intensa tettonizzazione che ha determinato notevoli innalzamenti del substrato carbonatico mesozoico, che presso Novi MO - Camurana si rinviene già da -220 m dal piano campagna ed a Casaglia FE a -150 m pc.

Nel sottosuolo del territorio di Gattatico le formazioni del substrato prepliocenico, attribuibili alla Monoclinale Alpina, si rinvencono a profondità di 7÷7,5 km e quelle correlabili alle Pieghe Ferraresi ed Emiliane, rinvenibili 5÷7 km ad est del margine orientale dell'area comunale, circa secondo l'allineamento Roncocesi – Cadelbosco Sotto – Novellara, si rinvencono a 4 ÷ 5 km e più ad oriente (Bagnolo in Piano) a 2 ÷ 3 km di profondità; le Pieghe Ferraresi sono a contatto con la Monoclinale Alpina mediante sovrascorrimenti classificati attivi.

L'interazione tra l'ala sud occidentale della Dorsale Ferrarese, denominata Rampa Laterale di Bagnolo in Piano (*G. Barbacini ed Altri*), con il Fronte delle Strutture Embriciate del Margine Appenninico, tra il T. Enza e F. Secchia, ha determinato un più accentuato sollevamento rispetto alle aree circostanti (o minori abbassamenti) del territorio tra Gattatico e Calerno.

A ciò è conseguita una minore possibilità di sedimentazione dei depositi quaternari più recenti con la preservazione di morfologie e depositi più antichi (Calerno – La Razza; Gazzaro – Cà Rosalia) rispetto alle adiacenti zone di Gattatico e Cadelbosco di Sopra.

Quanto esposto trova riscontro negli insediamenti superficiali di età Neolitica indicanti una deposizione alluvionale praticamente nulla negli ultimi 8000 - 12000 anni nel dosso di Via della Razza – Campegine.

L'arco delle Pieghe Emiliane Sepolte, tra Reggio Emilia e Parma, rinvenibile nel sottosuolo della parte meridionale occidentale del territorio di Gattatico, Taneto, Pantari, costituisce una fascia anticlinalica orientata in senso nord ovest – sud est e vergente verso nord che risulta dislocata trasversalmente da faglie a direttrice sud est – nord ovest. Tra queste, quella identificata come Linea dell'Enza, costituita da più faglie ad andamento sub parallelo, ha determinato un avanzamento della parte orientale del Fronte delle Pieghe Pedeappenniniche, (in territorio reggiano), rispetto al settore occidentale (nel parmense) generando un disassamento del margine pedeappenninico.

Nell'ambito del sistema plicativo che si sviluppa verso occidente la Dorsale Ferrarese, 5 ÷ 7 km ad est del Comune di Gattatico, costituisce la parte più esterna dell'arco e presenta vergenza settentrionale.

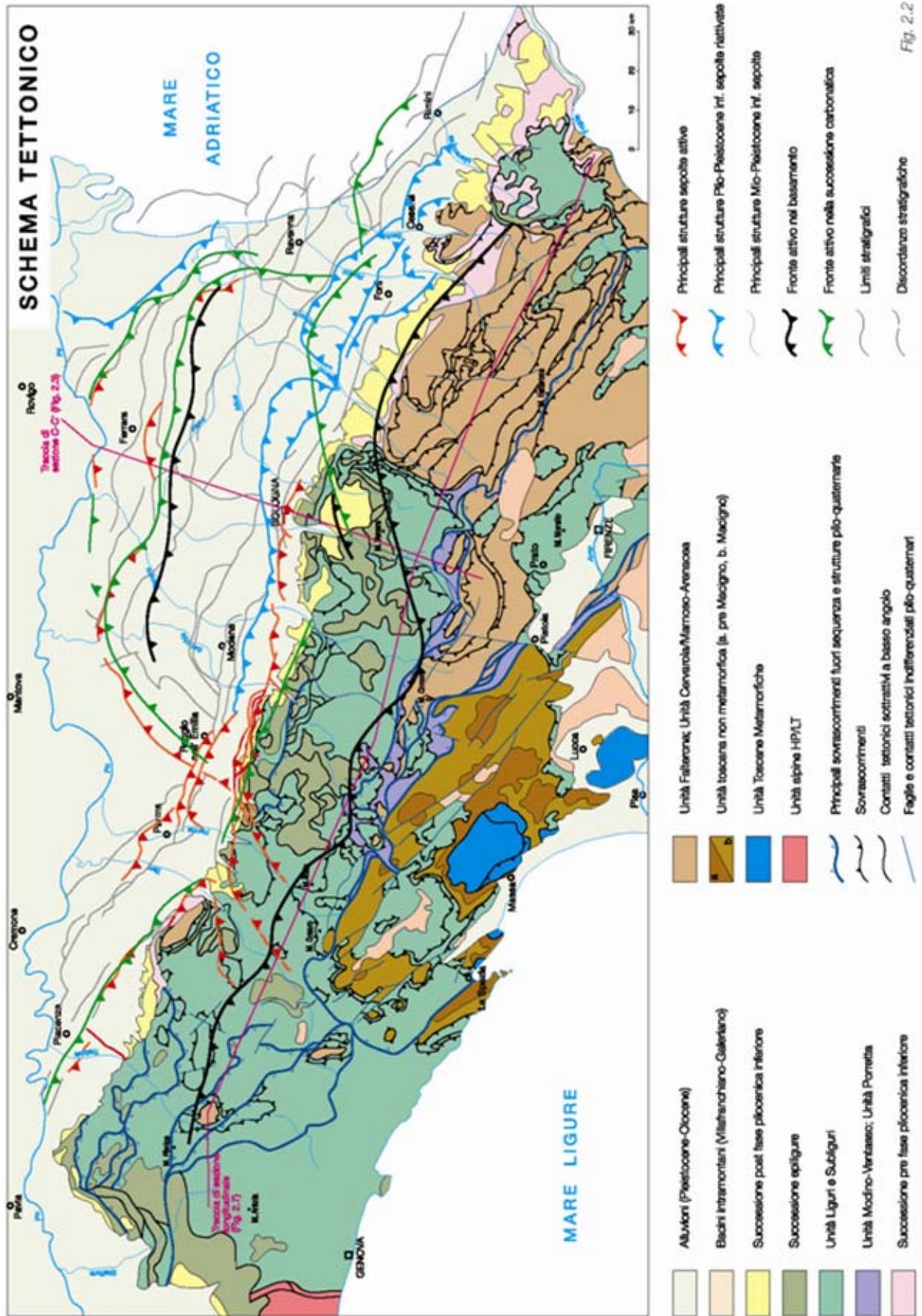
Nella zona centro settentrionale del territorio di Reggio Emilia (Bagnolo in Piano – Correggio) il sottosuolo è caratterizzato nei primi almeno 4500/6000 m dal p.c. dalla presenza di una formazione carbonatica di mare basso con età *Giurassico sup.* - *Cretacico inf.* che risulta essere assente nelle aree circostanti.

Nel sottosuolo di Gattatico, in base ai dati *RER*, i sedimenti alluvionali olocenici e pleistocenici, presentano spessori di 150/200 m, con diminuzione in verso meridionale, zone a sud della Via Emilia aumentano progressivamente a 250/350 m in direzione nord – nord ovest tra Taneto e l'A1, nel sottosuolo delle aree a settentrione di quest'ultima la potenza aumenta a 500/550 m.

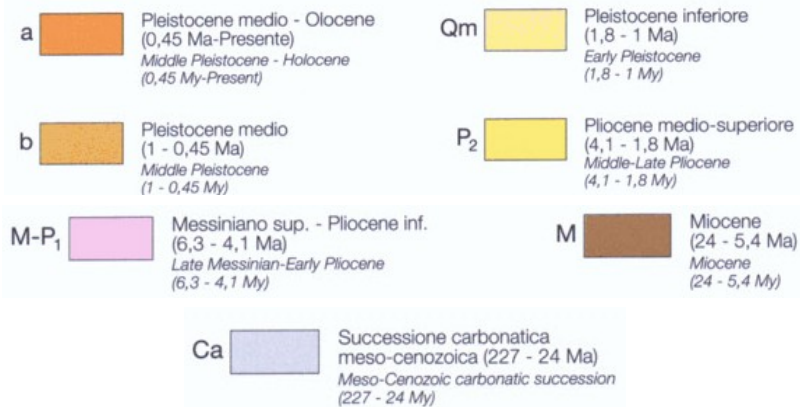
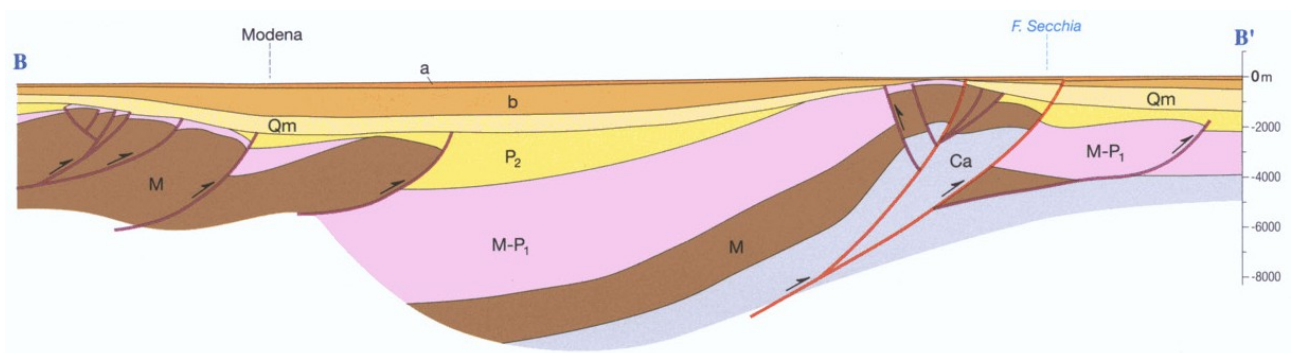
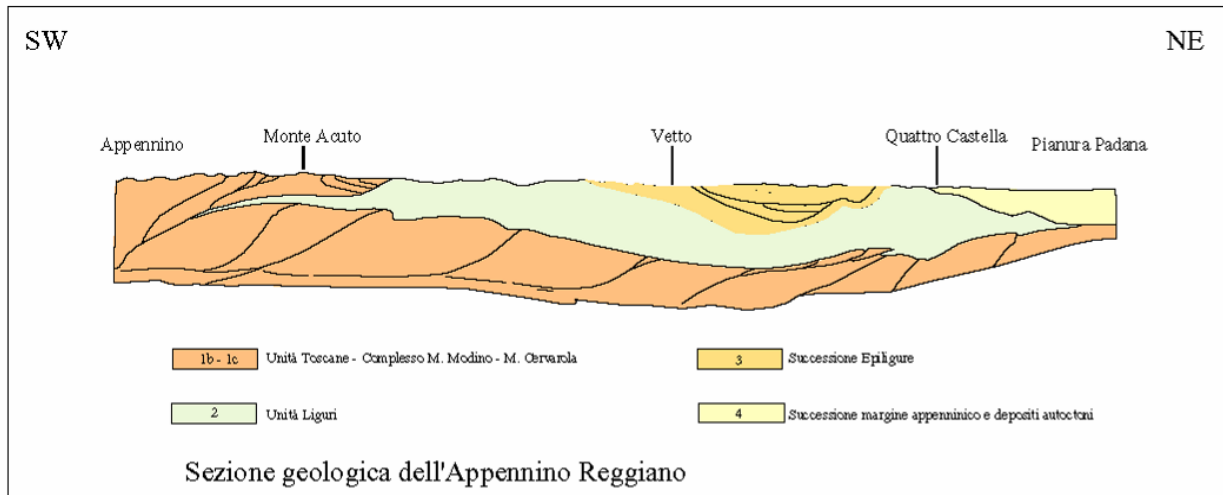
Detti depositi nei settori meridionali sono caratterizzati da livelli prevalentemente ghiaioso sabbiosi - sabbiosi, generalmente continui e con struttura lentiforme, intercalati a sequenze argilloso limose di spessore subordinato; queste ultime in direzione settentrionale aumentano progressivamente in potenza e contestualmente a ciò gli orizzonti permeabili si assottigliano e si arricchiscono nelle componenti sabbiose sino a divenire gradualmente predominanti.

La serie litostratigrafica, che sarà descritta con maggior dettaglio nel paragrafo idrogeologia, nelle zone a meridione dell'Autosole è correlabile i depositi continentali pleistocenici ed olocenici dell'alta pianura di conoide alluvionale, a settentrione di detto asse viario a quelli della fascia della media pianura di piana esondabile; tali complessi sedimenti nell'insieme evidenziano geometrie che ricalcano l'assetto strutturale del substrato attenuandone le morfologie.





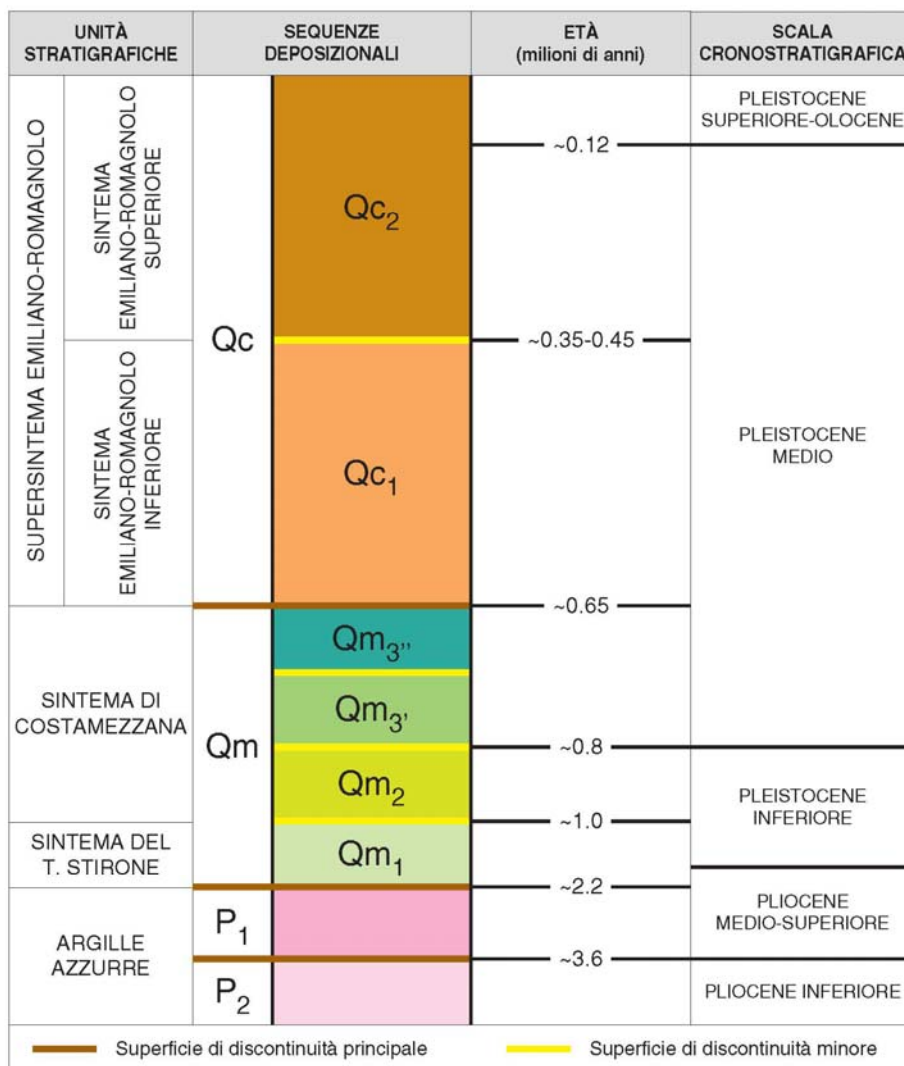




Sovrascorrimento plio-quadernario  
(4,5 - 1 Ma)  
*Pliocene-Quaternary thrust fault*  
(4,5 - 1 My)

Sovrascorrimento post Pleistocene medio  
(<1 Ma)  
*Post Middle Pleistocene thrust fault*  
(<1 My)

Senso di movimento  
*Direction of movement*







I processi che hanno determinato i piegamenti del substrato, esplicitatisi in fasi di sollevamento del fondo bacino, si sono verificati principalmente in due periodi distinti collocabili tra il *Miocene* ed il *Pliocene* (25.2 - 5.2 Ma), manifestatisi con prevalenza nell'area piacentino - lombarda, e nel *Pliocene* inferiore e medio (3.9 - 2.2 Ma) che hanno maggiormente coinvolto la zona emiliano - romagnola; in quest'ultima detti eventi sono rimarcati dalla superficie di erosione in ambiente subaereo della base del *Supersistema del Quaternario Marino*.

A tali eventi tettonici è seguita un'altra importante fase nel *Pleistocene* medio (0.8 - 0.45 Ma) che ha indotto il rapido spostamento della fascia di transizione tra la scarpata sottomarina e la piana bacinale verso nord est - est, alla quale è seguita una fase secondaria tra 0,26 - 0,22 Ma.

I processi in narrativa hanno condizionato la conformazione dei depositi quaternari, alluvionali e marini costieri, che ricalca l'andamento del substrato prepliocenico attenuandone le geometrie, come evidenziano, nelle zone di Bagnolo in Piano - Fabbrico - Novi MO, gli assetti blandamente antiformi della base delle unità alluvionali sedimentatesi negli ultimi 650.000 anni b.p. del ciclo AEI, e delle parti deposizionali basali e medie del ciclo AES, 450.000 - 220.000 anni bA.

I conseguenti diversi spessori di materiale sedimentato sono stati oggetto di sensibile subsidenza. Detti abbassamenti, per processi di auto consolidazione, non si sono verificati uniformemente ed hanno manifestato intensità maggiore nelle fasce centrali delle sinclinali e zone della monoclinale alpina, minore nelle zone prossime ai settori di asse di anticlinale. Queste situazioni, in taluni casi, hanno indotto in circoscritte aree accentuazioni dei fenomeni subsidenti ai quali si è associato, localmente, lo svilupparsi di faglie distensive che non giungono in superficie e sono sigillate dall'unità AES7.

I processi descritti nell'insieme hanno generato un assetto strutturale del bacino, a carattere compressivo, nel quale si delineavano a luoghi settori emersi soggetti ad erosione.

#### **4.1 Caratteri sismotettonici**

Il sottosuolo dell'area pianiziale delle province di Reggio Emilia e Parma appartiene alla Regione delle Pieghe Padane che in detta zona nella parte meridionale formano la fascia della Pieghe Emiliane, con larghezza variabile, da più di 50 Km nell'Emilia orientale a 25 Km in quella occidentale del parmense, e ad est - nord est l'arco delle Pieghe Ferraresi con larghezze 8/10 km a sud ovest e 15/30 km a nord est - est.

Dette pieghe rappresentano elementi strutturali sensibilmente complessi caratterizzati da un'intensa tettonizzazione che per la Dorsale Ferrarese hanno determinato un notevole innalzamento del substrato carbonatico mesozoico presso Novi di Modena (MO) - Camurana dove si rinviene già da -215/-310 m dal piano campagna (p. Novi 4bis, 1952 - p. Cavone di Carpi 2, 1978) ed a -150/-200 m pc a Casaglia (FE).

Nella fascia estesa nord ovest - sud est del fronte delle pieghe pedeappenniniche i processi compressivi hanno determinato il sollevamento delle pieghe sepolte sino a -2500/-

3000 m dal piano campagna tra Modena e Reggio Emilia sino a -1000 a -2000 m pc nel sottosuolo di S. Ilario d'Enza – S. Prospero/Coloreto.

L'arco delle Pieghe Ferraresi costituisce la parte più esterna della strutturazione del fronte appenninico e presenta vergenza settentrionale ed è suddivisa in due dorsali una più interna: Struttura Bagnolo in Piano – Campagnola E. – Rolo – Novi MO – Mirandola – Cento ed una esterna: Struttura Quarantoli – Bondeno – Ferrara.

Detta dorsale presenta andamento circa ovest-est dal Ferrarese a Camurana - Novi successivamente con il passaggio alle Pieghe Ferraresi Interne assume direzione sud ovest da Novi MO a Novellara a Bagnolo in Piano. La flessione dell'anticlinale tra Novi e Rolo pare imputabile a faglie trasversali, trascorrenti, a direttrice circa nord ovest-sud est.

Nella zona di Reggio Emilia, Bagnolo in Piano la successione delle formazioni nei primi 4500/6000 m. è caratterizzata dalla presenza di una formazione carbonatica di mare basso con età *Giurassico sup.* - *Cretacico inf.* Quest'ultima risulta essere assente nelle aree circostanti, come denotano i pozzi perforati da *AGIP*, nei quali il *Cretacico inf.* è rappresentato dalle classiche facies carbonatiche pelagiche (Biancone o Maiolica).

Nel contesto dell'evoluzione del bacino sedimentario padano, contraddistinto in detto periodo da processi distensivi, la presenza di sedimentazioni in ambiente marino basso, secondo *A. Bosellini*, 1981, è correlabile all'esistenza di una fascia, estesa in modo assecondante l'attuale margine meridionale della Pianura Padana tra Modena e Parma, nella quale si sviluppavano sollevamenti per fratturazioni anastomizzate a componente prevalentemente orizzontale che rigettavano sinistralmente il margine continentale della Placca Adriatica.

La presenza di detta faglia trascorrente sarebbe confermata dai dati sismici e gravimetrici relativi all'area in oggetto e dall'esistenza di una fascia di epicentri sismici, larga circa 70 Km denominata linea Piacenza Forlì (*Peronacci 1974; Sacchi 1979*), con profondità di 30-40 Km (*Caloi et Alii, 1956*).

I dati paleomagnetici (*Vanderberg e Wonder; 1976*) riferiti al fondo del paleo oceano ligure, documentanti diversi movimenti in due periodi distinti, concorrono a confermare gli effetti di una faglia trascorrente in tale area del bacino padano.

Lo spessore della successione mesozoica, che nel settore di "Bagnolo in Piano" è caratterizzata dall'omonima piattaforma carbonatica, presente circa tra 4500 e >5730 m (profondità della base non pubblicata), conferisce un incremento relativo della rigidità della sequenza formante i primi 10 - 12 Km del sottosuolo tutt'altro che trascurabile. Detti elementi, unitamente all'esistenza della linea tettonica denominata *Emilian Fault* (*A. Bosellini; 1981*), determinano condizioni d'insieme significativamente influenti sul tipo di attività sismica dell'area pianiziale Reggiano – Parmense, come indicano l'epicentro del sisma di Bagnolo in Piano – Correggio del 1996 avvenuto a profondità di  $-5/\pm 0,3$  km dal piano campagna ed altri analoghi eventi, di minore magnitudo, avvenuti sia precedentemente che successivamente.

Nell'ambito di quanto esposto è inoltre determinante la presenza delle faglie che delimitano le ali occidentali ed orientali della Dorsale Ferrarese e quella del Fronte di Accavallamento della Successione Carbonatica Meso-Cenozoica rinvenibile a profondità di  $7/8 \div 9/11$  km dal piano campagna con approfondimento in verso meridionale.

Il bordo dell'ala occidentale della Dorsale Ferrarese interna, corrispondente alla linea di sovrascorrimento che la mette a contatto con la monoclinale alpina, presenta direzione sud ovest – nord est e si estende circa secondo l'allineamento Fabbrico – Novellara – Cadelbosco di Sopra. A dette linee tettoniche regionali si associano fasce di fratturazione a direttrice sia appenninica che antiappenninica, come denotano le zone di frattura individuate a profondità di 1000 - 1200 m dal piano campagna nel campo pozzi AGIP di Correggio: zona S. Michele – S. Giovanni della Fossa (AGIP, 1952, Campo di Correggio). In tale area si evidenzia una fascia a direttrice sud ovest - nord est, 4/5 km ad occidente del suddetto capoluogo, che circa tra Fosdondo e S. Michele della Fossa interseca un'altra zona di frattura orientata est sudest – ovest nordovest che con tutta probabilità, in rapporto all'assetto delle isobate del tetto del *Pleistocene superiore*, si estende anche in direzione sud est assecondando l'andamento della via Fosdondo sino all'omonima frazione. Nel settore occidentale, ad ovest di S. Michele della Fossa, detta fascia si associa ad una zona di intensa fratturazione che si sviluppa in senso sud ovest – nord nordest.

Simile articolata strutturazione caratterizza la zona tra Parma e Reggio Emilia nella quale i fronti degli sovrascorrimenti ad oriente del T. Parma presentano distanze molto inferiori rispetto quelli ad occidente di detto torrente e risultano dislocati da faglie antiappenniniche.

Le principali linee tettoniche sopra citate trovano riscontro nei limiti dello schema sismotettonico identificante le zone sorgente, redatto da *P. Scandone et Alii (1991)* e quello della zonazione sismogenetica ZS9, INGV. 2004.

Dette suddivisioni evidenziano un grado di correlabilità molto elevato tra la fascia del margine appenninico settentrionale estesa secondo l'allineamento Parma Reggio Emilia, Modena Bologna e la zona di probabile presenza dell'*Emilian Fault*. Analoga considerazione è estendibile anche alle faglie inverse che delimitano il fronte occidentale e settentrionale dell'Arco della Pieghe Ferraresi.

La base del *Pliocene* (*M. Pieri, G. Groppi; AGIP, 1981*) nella zona settentrionale del sottosuolo di Gattatico è rinvenibile tra -7/-7,5 km dal piano campagna e si approssima alla superficie, a -2/-1,0 km nelle aree a meridione di Taneto in corrispondenza degli sovrascorrimenti del fronte delle pieghe pedeappenniniche.

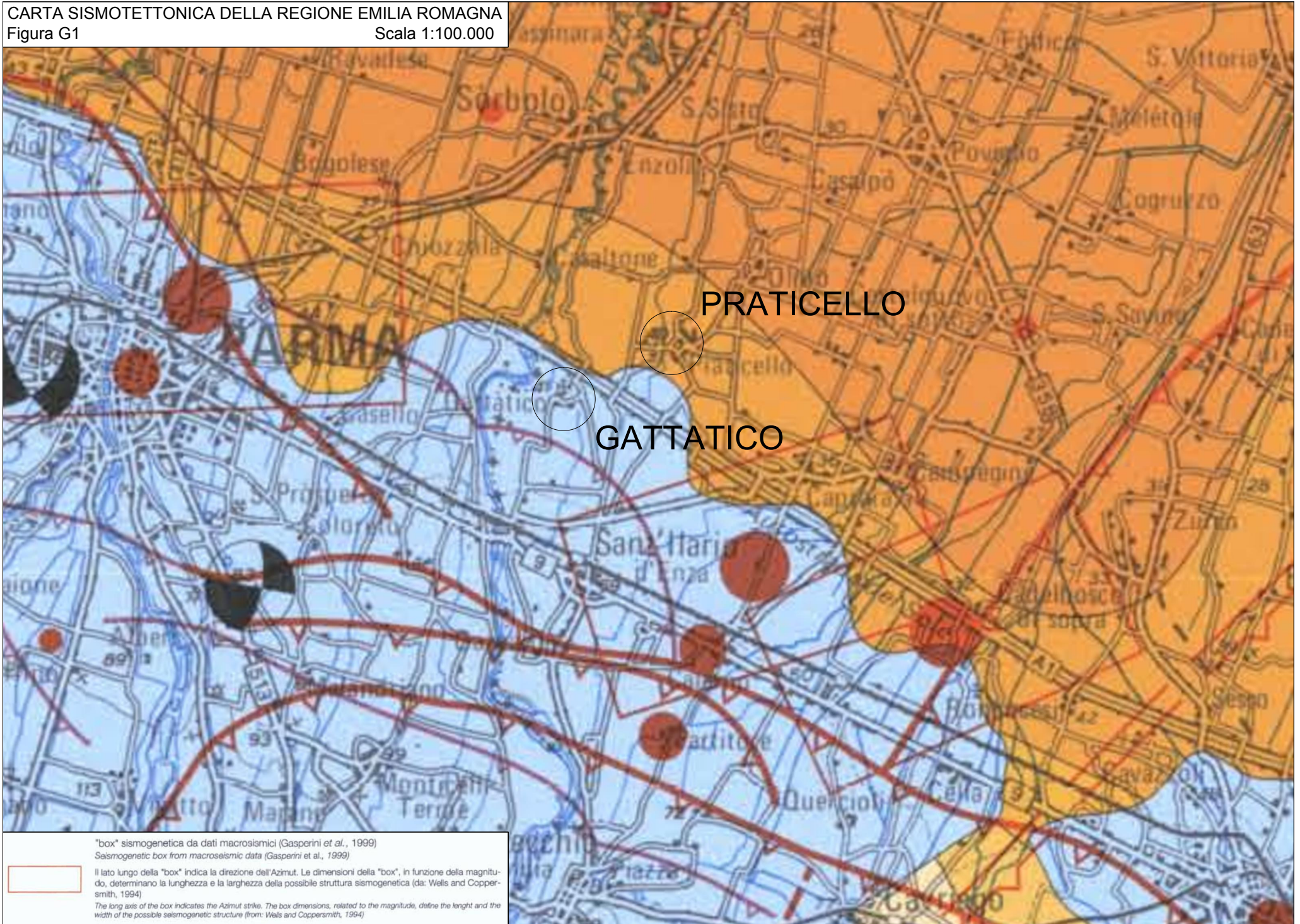
La linea di sovrascorrimento che delimita l'ala occidentale meridionale della Dorsale Ferrarese, che si estende in direzione sud ovest - nord est da Reggio Emilia a Cadelbosco Sotto – Novellara – Fabbrico, Novi di MO, nella zona meridionale si collega, mediante una rapida monoclinale, alla struttura di Reggio Emilia, appartenente alla “Regione delle Pieghe Pedeappenniniche”. Nel sottosuolo nell'area 12/14 km ad est del confine Comunale di Gattatico è presente la linea di sovrascorrimento della successione carbonatica meso cenozoica rinvenibile a profondità di -8/-9/-11 km e che nel territorio ad est del T. Enza si estende circa secondo l'allineamento Ghiardo – Pieve Modolena - Villa Sesso – S. Giovanni della Fossa – Campagnola E. – Zona Industriale Campogrande di Rolo – Novi di MO.

Detto fronte ad ovest del T. Baganza si estende in direzione sud ovest circa secondo le località Salsomaggiore T. – Costamezzana – Medesano.



CARTA SISMOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA  
Figura G1

Scala 1:100.000

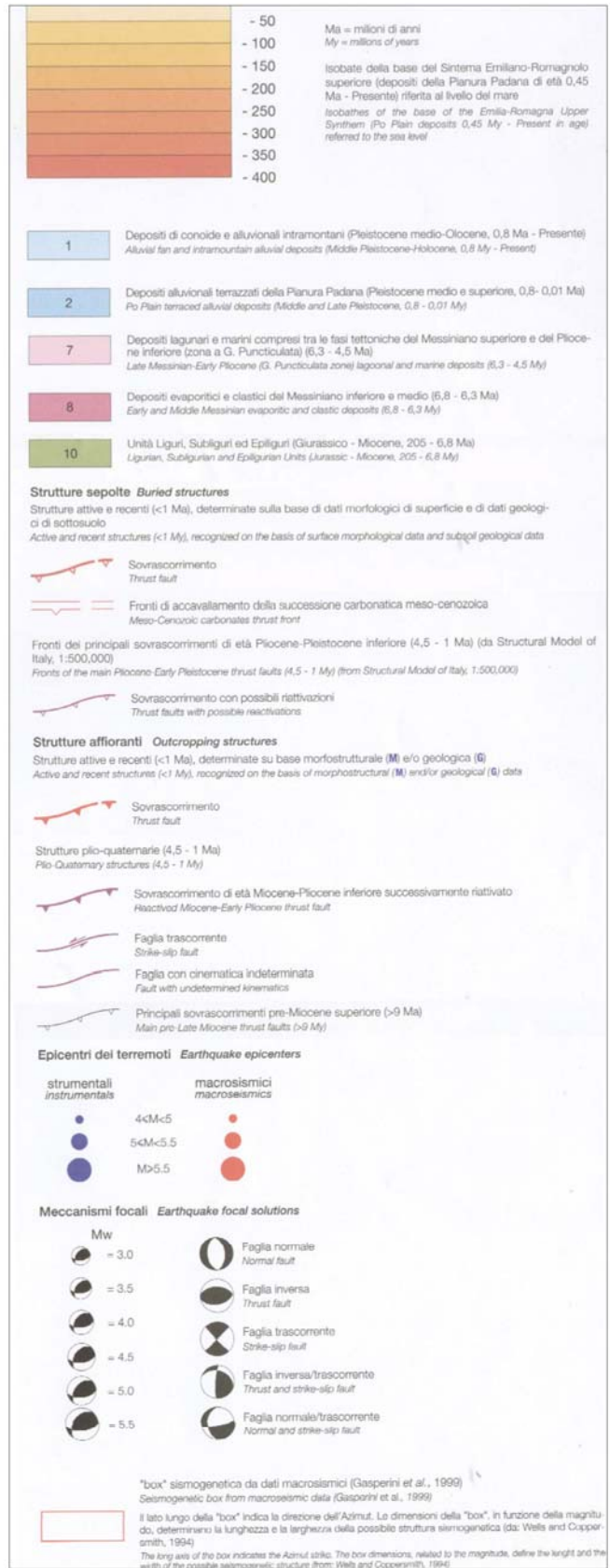


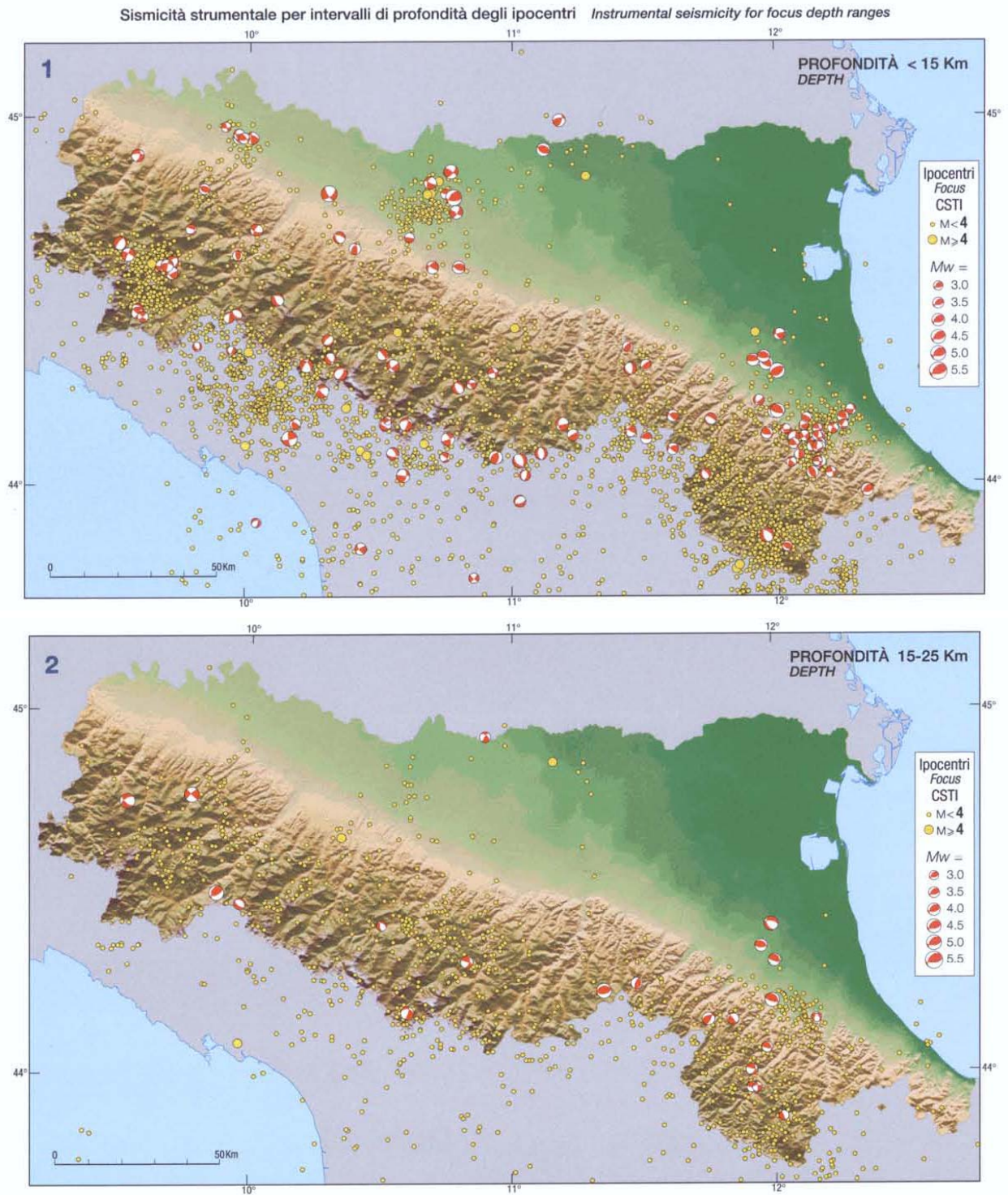
"box" sismogenetica da dati macrosismici (Gasperini *et al.*, 1999)  
Seismogenic box from macroseismic data (Gasperini *et al.*, 1999)

Il lato lungo della "box" indica la direzione dell'Azimut. Le dimensioni della "box", in funzione della magnitudo, determinano la lunghezza e la larghezza della possibile struttura sismogenetica (da: Wells and Copper-smith, 1994)

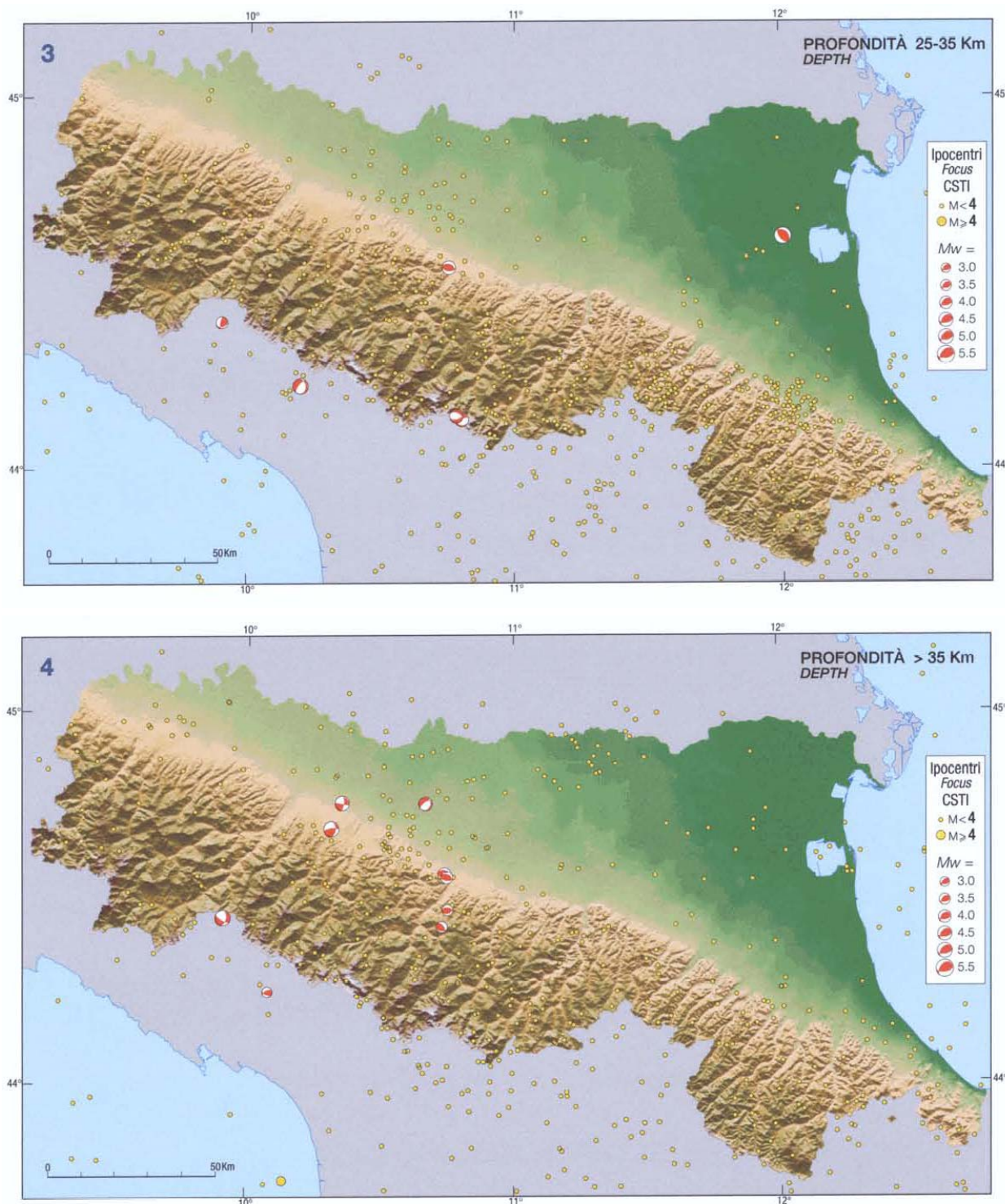
The long axis of the box indicates the Azimut strike. The box dimensions, related to the magnitude, define the length and the width of the possible seismogenic structure (from: Wells and Coppersmith, 1994)











#### 4.2 Attività tettonica

Successivamente all'importante evento tettonico che ha interessato il margine appenninico e la pianura, sviluppatosi nel *Pliocene inferiore e medio* (4,4 e 3,9 Ma) il fronte delle deformazioni migra in direttrice nord est ed attiva gli archi delle Pieghe Emiliane e Romagnole e delle Pieghe Ferraresi, come evidenziano le deposizioni in diversi "microbacini" al fronte delle suddette pieghe.

Le sedimentazioni correlate ai progressivi stadi di sollevamento appenninico documentano importanti fasi all'inizio del *Pleistocene* (1,73 Ma) e nel *Pleistocene medio* (0,8 e 0,65 Ma) che nell'area reggiano - parmense sono probabilmente correlati all'interazione della parte più interna delle Pieghe Ferraresi (Struttura di Bagnolo) con il settore più esterno della struttura di Reggio (G. Barbacini et Alii, 2002).

Nel *Pleistocene medio* si instaurarono gli ambienti sedimentari continentali che hanno generato i depositi dei Sintemi Emiliano Romagnolo Inferiore (0,65 ÷ 0,45 Ma, AEI) e Superiore (0,45 Ma ÷ presente AES).

Le fasi tettoniche più recenti, che denotano l'attività delle strutture nel *Pleistocene superiore* – *Olocene* sono testimoniate da dislocazioni e basculamenti che interessano le conoidi alluvionali, piegamenti che coinvolgono i depositi mindelliani e rissiani al piede dei colli (anticlinali del Ghiardo, Montecchio, Monticelli), dalle discontinuità individuate nei profili sismici che evidenziano l'attività degli sovrascorrimenti sepolti delle Pieghe Ferraresi, messi in risalto dalle geometrie arcuate della base delle unità alluvionali AEI ed AES (0.4 ÷ 0.65 Ma<sup>2</sup>).

Le variazioni delle condizioni degli ambienti sedimentari nel tardo *Pleistocene* sarebbero confermate dalla ridotta profondità della base dell'*Olocene* (10.000/12.000 anni) che ad occidente di Reggio Emilia, corrisponde circa a 10 ÷ 15 m ed aumenta in direzione orientale, attestandosi a 15 ÷ 20 m nelle zone a settentrione di Reggio Emilia e Modena ad eccezione di Novi MO – Mirandola dove si riscontra a -12÷-15 m pc, e tende ad approfondirsi ulteriormente e procedendo verso est a -25 m dal piano campagna con l'approssimarsi al bolognese.

Concorrono a documentare un'attività tettonica recente le migrazioni verso occidente dei tracciati dei fiumi appenninici, tipo quelli rappresentati dai gomiti fluviali dell'asse del T. Enza tra Montecchio E. e S. Ilario d'Enza e tra i Pantari e l'Autosole e più ad oriente dell'alveo del F. Secchia tra Rubiera e l'A1, più a settentrione gli antichi depositi di canale fluviale abbandonati, che frequentemente perdono di identità prima di giungere all'attuale percorso del Po, la netta deviazione in verso settentrionale di detto fiume nella zona di Guastalla, praticamente a ridosso dell'ala occidentale – settentrionale della Dorsale Ferrarese.

Le faglie e sovrascorrimenti classificati attivi nel sottosuolo del territorio in esame sono tutti di tipo cieco.

L'assetto delle strutture profonde visualizzato nella *Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna* (L. Martelli et Alii; 2016) indica attività della linea di sovrascorrimento, che delimita l'ala occidentale settentrionale della Dorsale Ferrarese, orientata sud ovest – nord est circa da Cadelbosco di Sopra a Novellara ovest – Fabbrico; dello sovrascorrimento ovest – est orientato secondo località Bellaria – Meletole – Lentigione; dello sovrascorrimento al Fronte delle Pieghe Emiliane a direzione nord ovest – sud est circa da San Secondo – Cervara – intersezione Via Mantova/Via C. Nasia ed ovest nordovest – est sudest da quest'ultima a Pantaro di Sotto - Calerno.

Analoghe fasce di deformazione attiva che influiscono sull'attività sismica del territorio in oggetto sono rappresentate delle linee di sovrascorrimento pedappenniniche estese in

---

<sup>2</sup> Ma = Milioni di anni

direttrice ovest nordovest – est sudest presenti a meridione della via Emilia, circa tra la stessa e l'allineamento Parma – Cavriago – Reggio Emilia - Rubiera secondo le quali si sono verificati epicentri sismici con Mw > 5,5 a nord di Ponte Taro, Parma nord, Corte Valle Re/Parrocchia di Cella, Caprara/Calerno.

È inoltre attribuito stato di attività al fronte di Accavallamento del Basamento (M. Boccaletti, L. Martelli; 2004) individuato nel sottosuolo della zona di Reggio Emilia a -7/-8 ÷ -9/-11 m pc (AGIP, 1986).

Gli eventi di maggior intensità documentati più prossimi al territorio di Gattatico sono avvenuti il 09/1831, 03/1832 e 07/1971. Tali terremoti sono correlati (Gasperini et Alii, 1999) a faglie generatrici con lunghezza, larghezza, direzione, magnitudo momento sismico (Mw) intensità epicentrale I, ricavata in funzione degli eventi – rigidità delle rocce, confronto fra sismogrammi reali e teorici, come nella seguente tabella:

terremoto	direzione	Lunghezza faglia km	Larghezza faglia km	Magnitudo momento Mw	Intensità epicentrale I
09/1832	Bettolino – Case del Lago – Casetto di sopra	7,1	6,0	5,58	7,5
03/1831	Stazione FS - Cadè Barisella	7,4	6,1	5,60	7,5
07/1971	Casalbroncolo - Paulli	8,6	6,6	5,72	8,0

*Gasperini et Alii, 1999*

Le box sismiche di dette faglie sono visualizzate nella Carta sismo tettonica della Regione Emilia Romagna (M. Boccaletti, L. Martelli; 2004) della quale è riportato uno stralcio ingrandito alla scala 1:100.000 nell'allegata figura G1.

Oltre alle sopradescritte box sismiche nella omonima Carta Regione Emilia Romagna 2016 (L. Martelli et Alii) nel raggio di 10/12 km e che circonda il territorio di Gattatico sono individuate zone sorgente di shock sismico come esposto nella seguente tabella

terremoto	direzione	Profondità ipocentro km	Magnitudo momento Mw	Intensità epicentrale I
05/1967	Mancasale est – Santa Maria della Fossa	39	4,56	5,0
05/1981	Ponte Nuovo (Bagnolo in p.) - Villarotta	7,0	4,31	6,0
04/1987	San Giovanni della Fossa – San Tommaso della Fossa	5,0	4,96	40
05/1987	Castello San Michele – Cognento – Campagnola E.	3,1	4,71	6,0
10/1996	Argine/la Rocca – Minghella - Gonzaga	5,0	5,38	70
06/2006	Canolo di Sopra – Ponte forca	5,0	4,0	/

09/2007	Sud Praticello	9,7	4,24	/
01/20125	La Noce (Poviglio) - Ghiarole	29	4,95	5 - 6

Gasperini et Alii, 1999

L'interazione tra le Pieghe Emiliane e la parte più esterna della Struttura di Bagnolo (rampa laterale delle Pieghe Ferraresi) ha manifestato influenze che hanno determinato sollevamenti negli ultimi  $0,45 \div 0,22$  Ma, e con tutta probabilità anche in epoca storica come suggerisce la diversione verso occidente del T. Enza, e la presenza al piano campagna dei depositi dell'Unità di Vignola: AES7b, indicante un apporto dei depositi alluvionali praticamente trascurabili negli ultimi 8/10000 anni.

Tali caratteristiche unitamente a quelle della fascia anticlinale del Ghiardo presente circa 8 - 10 km a sud dell'Autosole, che risulta sia stata interessata da movimenti in età recente, secondo *Cremaschi e Papani (1975)* pre *Riss* e con fasi *Pre Mindell*, ed alle analisi redatte nel contesto del *Progetto Finalizzato Geodinamica Sottoprogetto Neotettonica*, denotano l'attività tettonica recente nel territorio in narrativa,

La distribuzione degli ipocentri focali evidenzia che il territorio in oggetto è interessato principalmente da un'attività sismogenetica, correlata a faglie compressive e trascorrenti, di tipo superficiale: primi 5/10 km del sottosuolo, connessa agli stress tettonici che si accumulano nella parte medio basale della successione carbonatica e nella fascia di sovrascorrimento del Basamento; la diffusione dei fuochi che si generano tra - 15 e - 30 km dal piano campagna, è simile a quella più superficiale ma contraddistinta da densità inferiore.

D'altra parte la sismicità più profonda, ipocentri sottostanti da -29/30 a >39 km dal piano campagna, è correlata principalmente a processi distensivi nel basamento e nella pianura è decisamente minore ed induce risentimenti in superficie con effetti più bassi.

Le direzioni delle faglie generatrici dei fuochi sismici sono principalmente anti appenniniche e nella zona tra Cadelbosco Sopra e Parma le zone sorgente si originano al fronte esterno delle Pieghe Emiliane orientate ovest sud ovest - est nord est. Nelle aree a settentrione di Praticello - Castelnuovo di Sotto le faglie sismogenetiche assumono direzione ovest - est. Nel territorio ad oriente di Campegine - Santa Vittoria dette strutture hanno direttrice sud ovest - nord est e nel sottosuolo di Cadelbosco Sopra - Bagnolo in Piano - Novellara sono principalmente localizzate tra la fascia del Fronte di accavallamento della Successione Carbonatica Meso Cenozoica e quella dello sovrascorrimento che delimita l'ala occidentale meridionale della Dorsale Ferrarese.

La zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2004), attribuisce la zona in oggetto alla zona sismogenetica 912.

La riclassificazione sismica del territorio nazionale: OPCM 3274/2003, NTC 14/09/2005, attribuisce il Comune di Gattatico alla zona 3 con grado di sismicità equivalente agli ambiti S6.

I valori di  $a_g$  elaborati dal Gruppo di Lavoro MPS 2004 (*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>*), attribuiscono, alla fascia territoriale a cui appartiene il comune in oggetto valori di accelerazione compresi tra:

$$a_g = 0,100 \div 0,175 g$$

con diminuzione di tali parametri da sud ovest a nord est.

Il valore della  $a_g$  di riferimento riportato nell'allegato A4 della Delibera della Giunta Regionale, Emilia Romagna n° 2193/2015, per il comune di Gattatico corrisponde a quelli sopra esposti.

### **4.3 Subsidenza**

I fenomeni subsidenti nel territorio di Gattatico sono correlabili ai processi di auto consolidazione naturale dei depositi delle aree di pianura che in detta zona denotano un sensibile grado di influenza correlata all'attività del substrato pliocenico e prepliocenico, alle caratteristiche litostratigrafiche e variazione in spessore del Sistema Emiliano Romagnolo Superiore. A tali condizioni si sommano gli effetti collegati alle estrazioni di fluidi dal sottosuolo, che prevalentemente interessano i primi 100 ÷ 200/300 m dal piano campagna. A questi ultimi nel periodo dal 2002 al 2006, sono correlati abbassamenti dei terreni corrispondenti a 0,25 ÷ 0,5 cm anno a meridione dell'A1 ed al confine occidentale centrale tra via Don P. Borghi ed Il T. Enza; a sud di queste zone sono individuati gli abbassamenti di valore relativo maggiore nell'area di Taneto ed in quella sud occidentale a meridione della ferrovia MI-BO nelle quali sono stimate entità tra 0,5 ÷ 0,75 cm/anno.

A settentrione dell'Autosole i valori degli abbassamenti sono stati minori di 0,25 cm/anno.

Nel successivo periodo dal 2006 al 2011 nella parte del territorio a meridione dell'Autosole, ad eccezione della zona occidentale centrale tra via Don P. Borghi ed il T. Enza e la zona di Ponte Enza, non sono stati rilevati abbassamenti e tendenziali valori positivi tra 0 e +0,25 cm/anno; analogamente nell'area di Ponte Enza i tassi di abbassamento si sono ridotti a valori minori di 0,25 cm/anno. D'altra parte nel settore occidentale centrale tra via Don. P. Borghi ed il T. Enza le velocità sono aumentate a 0,25 ÷ 0,5 cm/anno.

Nella zona a settentrione dell'A1 gli abbassamenti sono risultati equivalenti a quelli del periodo precedente (2002/2006) minori di 0,25 cm/anno, ad eccezione di un'area di limitata estensione ad ovest di Olmo nella quale sono aumentati a 0,25 ÷ 0,5 cm/anno.

La diminuzione degli abbassamenti dal 2002/2006 al 2006/2011 è correlabile ad una riduzione della richiesta di estrazione idrica dal sottosuolo.

Le diverse entità degli abbassamenti denotano corrispondenza tra le variabilità degli spessori, geometrie e granulometrie dei complessi acquiferi che formano i primi 300/450 ÷ 500 m del sottosuolo, e le linee di eguale abbassamento del terreno (isocinetiche) (arpa.RER; [www.arpa.emr.it/dettaglio\\_generale.asp? Id2051 2 divello = 1423](http://www.arpa.emr.it/dettaglio_generale.asp?Id2051_2_divello=1423)), come evidenziano le sezioni idrogeologico strutturali.

Queste ultime che saranno successivamente descritte in dettaglio nel capitolo successione idrogeologica locale, sono caratterizzate da sequenze nelle quali prevalgono le unità ghiaioso sabbiose a basso grado di compressibilità nei primi 100/150 m del sottosuolo nelle zone a meridione dell'Autosole e da successioni nelle quali incrementano decisamente

gli orizzonti limoso argillosi – argillosi a grado di compressibilità relativo maggiore nelle aree a settentrione di detta autostrada.

#### **4.4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

L'analisi geomorfologica, individuando la passata evoluzione territoriale, consente di valutare le possibili modificazioni morfologico paesaggistiche naturali future.

Detta disamina si è redatta mediante un'analisi delle caratteristiche topografiche del microrilievo, dei fotogrammi aerei e satellitari, del reticolo idrografico superficiale, degli interventi antropici, delle colonne litostratigrafiche di pozzi, sondaggi geognostici, prove penetrometriche, prospezioni geofisiche, basi topografiche IGM primo impianto 1881 e delle notizie e pubblicazioni storico - geomorfologiche.

L'analisi fotointerpretativa è stata eseguita in base ai fotogrammi PROV. RE/C, in scala approssimata 1:24.000 voli Aprile 1989, fotogrammi IGM/BN in scala 1:35.000 voli 1955, riprese consultabili in rete su Google Heart; l'esame topografico sulle basi cartografiche C.T.R. E.R. in scala 1:5.000 - 1:10.000.

#### **4.5 Caratteri Geomorfologici**

Il Territorio di Gattatico appartiene alla fascia di transizione tra i depositi alluvionali dell'Alta e Bassa Pianura Padana Appenninica costituita dalle evoluzioni idrografiche del Po e dei suoi affluenti che hanno colmato il golfo padano delimitato dagli affioramenti appenninici a sud e da quelli alpini a nord.

La parte meridionale dell'area comunale, sud dell'Autosole, appartiene al corpo sedimentario del cono alluvionale del T. Enza. Il bacino idrografico di detto corso d'acqua, sotteso alla sezione del ponte sulla via Emilia, è di circa 670,4 kmq ed ha un'altitudine media di 620 m s.l.m.

Il cono alluvionale d'Enza presenta forma sub-triangolare con apice rivolto verso Ciano - S. Polo e fronte ad assetto lobato rilevabile circa 1000÷1600 m a nord dell'asse ferroviario Bologna - Milano, quest'ultimo individua la fascia di passaggio tra i depositi prevalentemente ghiaioso sabbiosi di conoide, più permeabili, e quelli principalmente limoso sabbioso argillosi della media pianura a grado di permeabilità più basso.

Tale zona di transizione è rimarcata dall'area dei fontanili, che si rinviene circa tra le località, Gattatico-Podere Pantaro di Sotto, ad ovest, e Laghi di Gruma-Corte Valle dei Re ad est, secondo una fascia ad andamento nord ovest – sud est, estesa con andamento sub-parallelo al tracciato della autostrada A1, immediatamente a sud della stessa.

Il cono d'Enza presenta una geometria cuneiforme con spessori minori nelle zone meridionali e progressivamente maggiori verso settentrione, questa variazione è rilevabile anche in direzione Est-ovest con potenza massima nel settore mediano e minima ai bordi est ed ovest.

L'insieme descritto è contraddistinto da depositi alluvionali continentali di varie età oscillanti da quelle dei depositi pluviali-fluvio glaciali del *Riss*, terrazzi di Montecchio e



struttura del Ghiardo, alle alluvioni medio recenti riconoscibili ai bordi dell'attuale alveo dell'Enza e lungo il paleoalveo a direttrice sud nord estendenti circa da Taneto a Praticello – Pauli e nel simile corpo di canale fluviale estinto di età più antica, Calerno – La Razza.

Il cono alluvionale d'Enza formatosi in condizioni morfoclimatiche variabili ha costituito un insieme contraddistinto da interdigitazioni di orizzonti multipli più o meno terrazzati.

Infatti nelle aree più a sud, nei settori ad est e ad ovest di Montecchio ed alla Struttura del Ghiardo, si riscontrano depositi pre wurmiani formanti il pleistocene oggi rinvenibile secondo paleo-superfici terrazzate di 3÷4 m rispetto alle alluvioni medio recenti e wurmiane. Queste ultime si rinvengono a fasce sino a meridione della Via Emilia ed a luoghi in prossimità di Calerno.

L'evoluzione geomorfologica dei Coni d'Enza e del Torrente Parma è stata interessata anche da movimenti tettonici recenti che hanno portato all'innalzamento dell'anticlinale dell'altopiano del Ghiardo e dell'anticlinale di Montechiarugolo, come dimostrerebbero alcune scarpate di faglia (*Cremaschi e Papani, 1975*) a direttrice prevalente sud ovest – nord est.

A questi ultimi processi sono conseguite, tra Montecchio – Cavriago e Gattatico – Campegine, morfologie convesse movimentate da ampie ondulazioni in senso ovest est caratteristiche dei modelli di accrescimento alluvionale delle conoidi e di piana esondabile correlate ai mutamenti climatici che hanno interessato l'area in oggetto.

Le caratteristiche evolutive del territorio di Gattatico hanno generato un assetto topografico blandamente dorsato in senso ovest est movimentato da ondulazioni ad ampio raggio da occidente ad oriente. Dette morfologie nell'insieme definiscono corpi allungati più elevati rispetto ai settori circostanti o fasce sub ellittiche leggermente depresse. I primi sono contraddistinti dalla presenza di litotipi sabbioso ghiaiosi che, unitamente alle caratteristiche del microrilievo, evidenziano depositi attribuibili ad ambienti con energia idrodinamica elevata concordante con antichi tracciati fluviali naturali; i secondi sono caratterizzati da materiali sostanzialmente argilloso limosi che individuano zone a deposizione lenta di tipo palustre.

I fiumi Enza e Parma, unitamente all'azione antropica, sono i principali agenti che hanno portato alla conformazione attuale del territorio. Questo appartiene alla fascia dell'alta pianura nelle zone a meridione dell'allineamento Pantaro di Sotto – Giareto - Milanello ed a quella della media pianura nei settori a nord dello stesso.

A tale suddivisione corrispondono diversi assetti morfologici. Infatti nella zona dell'alta pianura si ha un andamento pianeggiante, movimentato da frequenti ondulazioni a medio raggio in senso ovest est, con pendenze mediamente comprese tra il 3‰ ed il 7‰ declinanti in direzione SSW – NNE; nelle aree di media pianura il territorio presenta ondulazioni a raggio molto più ampio e clivometrie mediamente comprese tra 3‰ e 1,5 ‰ declinanti in senso SSW-NNE.

La carta Geologico tecnica, tav. 1.2, evidenzia un sistema paleoidrografico chiaramente definito caratterizzato da tratti di canale fluviale estinto a direzione sud ovest - nord est, tra i quali si contraddistingue una morfostruttura ad ampio raggio, blandamente avvallata rispetto le fasce latitanti, estesa circa secondo le località Taneto - Praticello – Pauli – C. Canalazzo, correlabile ad un antico alveo dell'Enza.

Nelle zone della media pianura comprese tra i tratti residuali dei preesistenti assi idrici, si instaurano aree depresse a lenta deposizione di tipo palustre, testimonianti ritardi o difficoltà di colmamento delle stesse. Di tali ambiti, attualmente identificabili come aree vallive, quelli più evidenti sono riscontrabili nei settori orientali settentrionali del territorio di Gattatico.

I processi morfogenetici in atto, riconducibili sostanzialmente all'asta fluviale dell'Enza, indicano fenomeni di erosione laterale in prossimità delle anse d'alveo e di fondo nelle parti di detto torrente a meridione dell'Autosole.

I processi di erosione di sponda e di fondo si evidenziano nel tratto d'alveo circa compreso tra Pantaro di Sopra e l'intersezione del torrente con l'A1. In prossimità di quest'ultima sono presenti aree di ex cava parzialmente ripristinate. Analoghe zone di scavo si riscontrano in destra Enza a settentrione dell'asse ferroviario BO-MI e nel settore compreso tra i corpi arginali in essere, effettuate precedentemente al 1900, circa tra C. Torretta e Fornace di Sorbolo.

Ai paleoalvei relativamente più recenti, in base anche alla distribuzione delle tracce della Centuriazione Tanetana e Brescellese, è attribuibile il paleoalveo ad ampia convessità che si sviluppa da Podere Burrasca sino a Praticello.

In tale struttura geomorfologica, di importanza sovracomunale, tra nord di Taneto e sud di Praticello, sono riconoscibili le relitte scarpate di erosione fluviale degli antichi alvei di magra e di piena ordinaria e straordinaria.

L'attuale percorso dell'Enza è presente al margine occidentale dell'omonima conoide alluvionale ed in base all'analisi delle strutture geomorfologiche ed ai parametri ottenuti dalle prospezioni geofisiche precedentemente effettuate, si evince che detto torrente si è spostato in senso est ovest, come testimonia anche la maggior evidenza e grado di conservazione degli antichi canali fluviali estinti nella fascia occidentale del territorio. Nel contesto di quanto esposto si osserva inoltre che la parte più profonda della conoide, unità sottostante -40 m dal p.c., tende a svilupparsi in direttrice nord est mentre quella più superficiale, porzione soprastante i -30 m p.c., si amplia in verso nord ovest.

L'evoluzione con spostamenti successivi verso occidente è tipica dei fiumi appenninici ed è correlabile a movimenti tettonici ed alle mutazioni climatiche avvenute tra 80.000 e 10.000 anni b.p. (da glaciale a temperato).

L'odierno profilo dell'Enza assume una morfologia a fondo piatto con letti tra loro separati da terrazzi attuali, che nel tratto compreso circa tra il Frantoio Bertozzi e Ponte d'Enza risultano canalizzati ed incidono livelli argilloso limosi.

Questo fenomeno erosivo è correlabile ad un disequilibrio tra gli apporti naturali di materiali alluvionali gli interventi antropici, comprese le attività estrattive. Sempre nel contesto del bilancio negativo si possono includere anche opere di regimazione idraulica trasversali, eseguite lungo l'Enza, viste secondo ottiche locali che hanno determinato una minore possibilità di spostamento delle ghiaie e sabbie da monte a valle.

Oltre alle incisioni di fondo, si rilevano anche tratti dell'asse fluviale soggetti ad erosione di sponda che conseguono sia da deviazioni artificiali dei filoni di massima corrente che dalla scarsa efficacia attuale delle opere di protezione radente. Tale situazione deriva

dall'inalveamento dell'Enza che risulta sia stato maggiore di circa 2 ÷ 3 m successivamente al 1960.

In relazione a quanto descritto è auspicabile che vengano previste opere siano evitate realizzazioni di grandi bacini di ritenzione delle acque nei settori montani e vengono altresì previste opere che favoriscano il ripascimento dei letti fluviali e zone di rallentamento e laminazione delle piene, quali traverse, cassio di espansione/laminazione, riprofilature d'alveo che portino ad un miglioramento del regime idraulico del torrente diventando anche momenti di recupero per materiali inerti pregiati.

## 5 IDROGEOLOGIA

### 5.1 Idrografia di superficie

La rete idrica superficiale è costituita dai cavi e canali del *Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale* appartenenti quasi totalmente al bacino idrografico del T. Enza ad eccezione dell'estremità nord orientale nell'area di Nocetolo che rientra nel bacino idrografico del T. Crostolo. entrambi appartenenti al bacino idrografico principale del Po.

Il reticolo idrografico consegue, oltre che alla naturale evoluzione dei fiumi Enza e Po, da una serie di successive modificazioni antropiche del sistema scolante iniziate dagli Etruschi e continuate, con fasi alterne, dai Romani, dai Benedettini e successivamente dagli Enti e Consorzi di Bonifica.

Il sommarsi di tali agenti ha portato all'attuale conformazione dell'assetto idrografico superficiale costituito da un sistema di assi drenanti orientati prevalentemente in direzione sud nord e secondariamente in senso ovest est.

L'assetto morfologico territoriale, contraddistinto da pendenze che variano tra  $3 \div 7 \text{ ‰}$  nelle fasce meridionali, tra  $3,0 \div 1,5 \text{ ‰}$  nelle zone centrali e settentrionali, denota una conformazione blandamente convessa che si sviluppa, descrivendo una geometria a ventaglio, in direttrice sud ovest – nord est. In tale struttura topografica le fasce di spartiacque morfologico che contraddistinguono il territorio sono rappresentate dall'asse del T. Enza e dal dosso immediatamente ad est del Canale della Spelta che si estende in direttrice sud ovest - nord est, circa assecondando l'andamento dell'omonima via sino a Praticello e successivamente allo stesso a quello della SP n° 5 sino ad Olmo.

Nelle aree ad oriente di quest'ultimo allineamento le clivometrie territoriali indirizzano i moti di flusso dello scolo idrico superficiale in direttrice nord est; analoghe direzioni dei deflussi in verso nord – nord est caratterizzano il settore di territorio tra il Canale della Spelta ed il T. Enza.

L'asse principale della rete idrica superficiale della fascia occidentale del territorio comunale, aree ad ovest dell'allineamento Taneto Vecchia Puglia, a scala di tipo naturale (Acque Alte), è il Cavo Giarola, tributario del T. Enza mediante l'omonimo scaricatore, che raccoglie gli afflussi idrici dello Scolo Fontane Corte – Scolo Passarinaro che a sua volta riceve le acque dello Scolo Fontana Madone.

Ad oriente del suddetto allineamento il principale collettore idrico superficiale, a scolo naturale, è il Canalazzo di Brescello che affluisce al T. Enza in località Giarole, che raccoglie l'asse drenante primario della parte orientale dell'area comunale Canale di Casal Po.

Al primo affluiscono i corsi d'acqua secondari Scolo Canalino – Canale di Fiesso, Scolo Candella, Acque Chiare – Cavo Valle, Canale Spelta.

Il Canale di Casal Po raccoglie le acque del Cavo Pedriola al quale affluiscono lo Scolo Sorte il Cavo Larone e Cavo Pedriola; a settentrione di quest'ultimo i deflussi idrici superficiali giungono al Canale di Casal Po mediante lo Scolo Olmo.

Nel settore di territorio ad oriente del Cavo Pedriola le acque di superficie affluiscono allo Scolo Crocile affluente del Canale Bertona del sopracitato Canale di Casal Po.

Nella parte sud orientale dell'area comunale i deflussi idrici sono raccolti dallo Scolo Zatti e Cavo Fontana che affluiscono al Canale di Caprara a sua volta tributario del Canalazzo di Brescello.

Nella zona di Nocetolo, estremità nord orientale del territorio di Gattatico appartenente al Bacino Idrografico del F. Secchia, le acque di superficie sono raccolte dalla Fossa Marza alla quale affluiscono il Canale Zoppellazzo, Scolo di Nocetolo, Scolo via Nuova .

La sopraccitata Fossa Marza scarica il proprio carico idrico al Canale di Risalita tributario Cavo Parmigiana Moglia che a sua volta convoglia le acque al F. Secchia in località Bondello e successivamente detto fiume affluisce al F. Po nei pressi di Mirasole/Sabbioncello.

Dal confronto tra l'assetto morfologico del territorio e l'organizzazione dei bacini scolanti principali, le pendenze medie territoriali generalmente maggiori del 2,0‰, si evince lo scolo idrico superficiale nell'area comunale non presenta condizioni di criticità.

Per quanto riguarda gli assi idrici superficiali classificati come acque pubbliche (TU del 11-12/33 n°1775) che interessano il territorio di Gattatico RE risultano ad essi attribuiti:

- Canale dell'Olmo
- Canale la Valle, inf. N°89
- Canale di Fiesso inf. N°90
- Torrente Enza

### **5.1.1 Rete idrica superficiale / pericolosità idraulica del territorio comunale**

L'analisi relativa alle condizioni di pericolosità di allagamento o di esondazione è stata attuata in base agli elaborati del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni. Oltre a ciò si è fatto riferimento all'assetto topografico e geomorfologico del territorio di Gattatico.

Per quanto riguarda il reticolo primario, RP\_RSCM TAV.200 NO, PGRA, ad eccezione del tratto d'alveo del T. Enza compreso tra gli argini principali, si riscontra che la parte del territorio comunale ad occidente del Canale della Spelta sino a Il Castello a sud di Praticello ed a nord di quest'ultimo ad ovest di Via Pedriola – Via L. Cadorna – Viazza Enzola è classificata zona P1-L a scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi esterni, area ricompresa all'interno del limite della fascia C del PAI.

In tali ambiti, non soggetti a rigidi vincoli d'uso del territorio, gli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica competono alle Province e Comuni ed agli stessi sono demandati i Programmi di Previsione e Prevenzione e Piani di Emergenza di Protezione Civile.

Relativamente al tratto d'alveo del T. Enza sotteso dal territorio comunale di Gattatico la zona è classificata P3-H a pericolosità di alluvioni frequenti con tempo di ritorno tra 20 e 50 anni ad elevata probabilità, ad eccezione di due areali di limitata estensione uno dei quali nel settore orientale centrale al bordo dell'ansa fluviale orientale di detto torrente a nord ovest di Gattatico ad una seconda area all'estremità meridionale occidentale del comune ad occidente dal Canale della Spelta e sud dell'Alta di San Rocco classificate P2-M pericolosità di alluvioni poco frequenti con tempi di ritorno tra 100 e 200 anni a media probabilità, è inoltre presente una ridotta porzione areale immediatamente a nord di quest'ultima ad occidente del

sopracitato Canale e sino a Case Ponte Enza classificata P1-L a scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi, area interna al limite della fascia C del PAI.

Le zone P3, fascia A del PAI, sono soggette agli indirizzi dell'Art.58, specificate al titolo 2, ART.29.

Per quanto riguarda le zone P2, fascia B PAI, sono da applicare gli indirizzi dell'Art.85, specificate al titolo 2 Art.30.

Il reticolo secondario appartiene alla zona con pericolosità P2-M per la totalità della superficie comunale.

Dette aree (P2) sono soggette a pericolo di alluvionamento poco frequente con tempi di ritorno tra 100 e 200 anni – media probabilità, nelle quali sono da applicare misure indirizzate al rispetto del principio dell'invarianza idraulica finalizzate alla salvaguardia della capacità ricettiva del sistema idrico e che contribuiscano alla difesa idraulica del territorio.

Per quanto riguarda il rischio potenziale relativo al reticolo naturale principale la netta prevalenza del territorio comunale appartiene alla classe di pericolosità R1 (rischio moderato o nullo) con classe di danno potenziale D1.

Fanno eccezione gli areali di Capolungo, Praticello, e principali frazioni, le aree a destinazione produttiva Puglia Vecchia- Puglia Nuova, area stabilimenti Procter & Gamble, Taneto, area ad uso produttivo ad est di Case Ponte Enza e parte orientale di quest'ultima, zona ad ovest del Canale della Spelta e sud di La Castellana, a classe di pericolosità R2 (rischio medio) e di danno potenziale D4.

Oltre a ciò la fascia di territorio a sud della ferrovia MI-BO e ad ovest di Via Ponte delimitato a sud dalla via Emilia e quella a meridione dell'Ex Frantoio Bertozzi sino circa all'altezza della strada Montello, appartengono alla classe di pericolosità R4 (rischio molto elevato) e classe di danno potenziale D4.

Le sopracitate aree sede dell'Ex Frantoio Bertozzi appartengono alla classe di pericolosità R3 (rischio elevato) e classe danno D3.

Il rischio di danno potenziale relativo al reticolo secondario di pianura attribuisce la netta prevalenza dell'area comunale alla classe di pericolosità R1 (rischio moderato o nullo) a classe di danno D1.

Fanno eccezione il capoluogo Praticello e le principali frazioni, le aree a destinazione produttiva Puglia Vecchia – Puglia Nuova – Procter & Gamble, Taneto e zona produttiva dello stesso a Ponte Enza e quest'ultima frazione, a classe di pericolosità R2 e classe di danni D3.

In riferimento alle condizioni di criticità idraulica del territorio nel contesto delle previsioni d'uso del medesimo è opportuno prevedere l'adozione di accorgimenti rivolti a limitare gli incrementi di carico idrico sulla rete di scolo superficiale conseguenti all'aumento delle superfici impermeabilizzate nelle aree di nuovo insediamento.

In funzione di quanto esposto sono consigliabili le modalità di intervento di seguito esposte:

- Nelle nuove aree di zonizzazione che appartengono ad ambiti R2, dovrà essere prevista una sopraelevazione minima di  $0,4 \div 0,6$  m, rispetto al piano campagna esistente; tale quota dovrà essere idoneamente incrementata nei settori ove la presenza di barriere idrauliche, naturali o antropiche quali rilevati stradali, argini, ecc., non dotati di idonee

cunette con bypass, può determinare il formarsi di battenti idrici con altezza superiore a 0,4 m in occasione di piogge critiche. Oltre a ciò, in dette aree dovrebbero essere evitate realizzazioni di opere destinate allo stoccaggio temporaneo o permanente di liquidi e liquami potenzialmente inquinanti. Qualora risultassero in essere opere analoghe è opportuno prevedere la loro messa in sicurezza mediante interventi di presidio ambientale quali contro arginature, sopraelevazione dei corpi arginali, ecc.

- Per evitare incrementi di carico idraulico negli assi idrici di scolo superficiale, conseguenti all'aumento percentuale di aree impermeabilizzate, nei siti non interessati da fabbricati, è opportuno prevedere ed eseguire idonee aree di ritenzione delle acque piovane. Queste ultime saranno gradualmente restituite alla rete idrica superficiale dopo un adeguato intervallo di tempo dalla fase di piena della rete idrica. Le aree di laminazione, ad esclusione delle teste di pioggia, potranno essere costituite da superfici di terreno depresse rispetto ai settori circostanti collegate con idoneo scarico regolamentato o ai collettori di vettoriamento ad impianti di trattamento acque reflue (per le acque teste di pioggia: primi 5 mm), o alla rete idrica superficiale per le acque di pioggia successive ai primi 5 mm.
- Evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione, quali ad esempio: realizzazione delle pareti perimetrali del solaio di base a tenuta d'acqua;
- Favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino l'aggravo delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

In relazione al grado di efficienza dei corpi arginali, degli assi idrici superficiali, rilevazioni sul campo hanno evidenziato l'idonea funzionalità degli stessi data l'assenza di avvallamenti e depressioni significative anche su lunghezze superiori ai 500 m.

Oltre a ciò si osserva che le continue manutenzioni e ripristini operate dal competente Consorzio di Bonifica, mantengono in essere l'adeguata efficacia delle arginature dei canali.

Per quanto riguarda possibili fenomeni di esondazione dell'area, dal reticolo primario tali eventi risultano a scarsa probabilità in rapporto al periodo di ritorno atteso relativo ad alluvione per piena catastrofica. In riferimento alle mutate condizioni climatiche degli ultimi 10/20 anni che hanno portato a fasi di precipitazione meteorica intensa in tempi più ridotti è necessario che i controlli ed adeguamenti delle strutture per la sicurezza idraulica del territorio siano implementati.

## **5.2 Ambiente Idrico Sotterraneo**

L'analisi sulle caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo, per definire l'assetto del primo orizzonte acquifero, e gli elementi litostratigrafici che contraddistinguono gli orizzonti idrogeologici profondi: acquifero principale, si è attuata in base ai rilevamenti diretti nei pozzi

precedentemente eseguiti nel contesto delle analisi di PSC e PAE comunali e raccolta dati sulle stratigrafie di perforazioni per pozzi, sondaggi geognostici e indagini penetrometriche.

### **5.3 Definizione del sistema idrogeologico**

L'area in esame appartiene al Bacino Idrogeologico Padano, compreso tra le catene alpine ed appenniniche e terminante circa 50 km ad est della Costa Adriatica.

Le formazioni acquifere della zona in oggetto risultano costituite prevalentemente dai depositi dei fiumi appenninici appartenenti alla fascia idrogeologica del margine appenninico che qui si caratterizza ulteriormente come Unità Idrogeologica del Cono Alluvionale d'Enza per i settori meridionale e centro meridionale del territorio comunale, e della Media Pianura per quanto riguarda la zona settentrionale dell'Autosole.

La base dell'acquifero sfruttabile a scopo idropotabile è formata da orizzonti saturati da acque salmastre e/o salate e da livelli poco permeabili o impermeabili. Per quanto riguarda la base delle acque dolci nel settore al quale appartiene l'area comunale si rileva una conformazione che asseconda l'andamento del substrato pre pliocenico, attenuandolo.

#### **5.3.1 Tetto delle Acque Salate**

Le indagini ed analisi di: *AGIP, IDROSER, R.E.R, Studio Idrogeologico Della Bassa Reggiana, IRSA, P.R.G. 2000, Gattatico*, indicano che l'interfaccia acqua dolce - acque salmastre si rinviene generalmente tra -300 e -400 m dal piano campagna con profondità relative minori nelle zone a meridione dell'Autostrada A1 e maggiori procedendo in verso settentrionale; in direzione nord orientale detta interfaccia tende ad approfondirsi ulteriormente attestandosi a -500 m dal piano campagna in comune di Castelnovo di Sotto.

La profondità dell'interfaccia acque dolci - acque salmastre evidenzia che gli emungimenti idrici dal sottosuolo non hanno determinato un richiamo significativo verso il piano campagna delle acque salate nel territorio di Gattatico.

### **5.4 Definizione spaziale del Modello Idrogeologico Locale**

La serie idrogeologica di seguito descritta si è ricostruita utilizzando colonne litostratigrafiche di perforazioni per pozzi, sondaggi geognostici.

Il sottosuolo di Gattatico è attribuibile dal punto di vista idrogeologico all'unità: Unità Idrogeologica del Cono Alluvionale d'Enza per il settore di territorio a sud dell'Autosole ed a quella della media pianura per la parte a settentrione di detta autostrada, Gruppo Acquifero A, RER.



### 5.4.1 Successione Idrogeologica Locale

In riferimento alle sopra descritte indagini ed ai dati acquisiti da RER ed AGIP, la successione sedimentaria (età *Pleistocene medio – Olocene*) nei territori di Parma, Reggio Emilia e porzione occidentale del modenese è costituita da depositi di tipo continentale del supersintema Emiliano Romagnolo; la parte basale di quest'ultimo (AEI) procedendo in direzione orientale, zone est del modenese ed area bolognese, sono sostituite per eteropia di facies da depositi di ambiente marino marginale e costiere appartenenti alle Sabbie di Imola.

La sequenza deposizionale A: AES sovrastante il Gruppo Acquifero B: AEI, localmente è suddivisibile in cinque complessi acquiferi. Questi ultimi, in funzione del periodo nel quale si sono sedimentati, evidenziano variabili livelli di influenza dei processi deformativi e dei cambiamenti climatici che hanno coinvolto il bacino padano. Detti eventi hanno generato complessi delimitati alla base ed alla sommità da discontinuità significative, anche alla scala sub-regionale, che ne consentono la suddivisione in UBSU (*Unconformity Bounded Stratigraphic Unit*) e quindi in unità stratigrafiche, cartografabili. Queste ultime differiscono dalle unità sottostanti e soprastanti in funzione della presenza di superfici di discontinuità che passano verso il depocentro alle rispettive superfici di continuità che sono frequentemente caratterizzate alla base da depositi argilloso limosi torbosi di piana inondabile; tali litozone, mediante contatti netti che indicano la disattivazione delle deposizioni grossolane, sono generalmente seguite da orizzonti ghiaioso sabbiosi – sabbioso ghiaiosi – sabbie che formano il tetto del ciclo sottostante.

L'assetto geometrico e le profondità dei cicli deposizionali e relative unità stratigrafiche è visualizzato nella tav. 1.2.1 sezioni geologiche.

Complesso Acquifero A0 (Unità stratigrafica AES8): è correlabile a deposizioni di ambiente continentale di età olocenica (10.200 – 14.000 anni b.p fino all'attuale); non evidenzia generalmente influenze dei processi deformativi che hanno interessato il bacino padano ma altresì si riscontrano effetti correlabili a variazioni climatiche; è costituita prevalentemente da depositi limoso argillosi di interconoide e di piana inondabile ai quali si sostituiscono lateralmente e verticalmente corpi di conoide ghiaioso sabbiosi – sabbioso ghiaiosi – sabbiosi a geometria sia lentiforme che tabulare. Lo spessore di tale complesso diminuisce progressivamente in direzione meridionale attestandosi a 8/10 m e poi sino ad esaurirsi nelle aree a sud del territorio di Gattatico. La potenza dell'unità in oggetto oscilla mediamente tra 10/14 ÷ 15/18/20 m ad eccezione della zona a sud est di Gattatico tra Bettolino e Villa Spalletti e sud est di Calerno dove è sostituita dai depositi ghiaioso limoso argillosi di AE7b. Lo spessore complesso dell'acquifero A0 oscilla mediamente tra 10/14 m nelle zone occidentali a meridione della ferrovia MI-BO ed incrementa sia in direzione orientale, zone ad est di via Canale della Spelta assumendo potenza di 18/20 m che procedendo in verso settentrionale attestandosi a 18/20 m, tra la suddetta ferrovia e Praticello, aumenta ulteriormente a 20/22 m nelle zone di Olmo – Nocetolo.

Nelle aree più meridionali, sud di Taneto, gli orizzonti ghiaioso sabbiosi principali costituiscono i primi 3/5 ÷ 18/20 m del sottosuolo, nel settore centrale tra la sopracitata frazione e l'Autosole i corpi permeabili più significativi si rinvengono tra -10/-15 m pc e tra -

15/-20 m pc; nella parte di territorio a settentrione di detta autostrada gli orizzonti acquiferi si assottigliano e si arricchiscono decisamente nelle componenti sabbiose e si rilevano generalmente tra -5/-8 m pc e tra -10/-12 ÷ -15 m pc.

Complesso Acquifero A1 (Unità stratigrafica AES7b): è correlabile a deposizioni avvenute tra 20.000 e > 40.000 anni b.p. ed evidenzia influenze dei processi climatici che hanno interessato il bacino padano e l'assenza di deformazioni correlabili a movimenti tettonici; è costituita da alternanze limoso argillose e ghiaioso sabbiose – sabbiose di conoide ed interconoide con tendenziali prevalenza delle componenti fini; non è presente nel territorio comunale di Gattatico ed è osservabile nelle zone a meridione dello stesso; in tale zona forma una fascia larga 600/800 m che si estende in direzione sud nord da Costa Bassa/Gazzaro alla via Emilia tra Bettolino e Villa Spalletti dove si esaurisce. In tale area presenta spessore di 12/15 m e raggiunge profondità maggiori nelle aree più a sud.

Complesso Acquifero A1 (Unità stratigrafica AES7a): è correlabile a deposizioni avvenute tra 10.000 - 14.000 e 125.000 anni b.p., denota influenze dei processi climatici che hanno coinvolto il bacino padano nel settore orientale del territorio di Gattatico dove evidenzia un rapido incremento in spessore nelle zone a settentrione dell'Autosole correlabili oltre ai fattori climatici, ad influenze dell'assetto del substrato prepliocenico ed a processi deformativi dello stesso che hanno indotto un maggior tasso di subsidenza nelle successioni litologiche a nord est della SP n°39 Taneto – Campegine.

È costituito da alternanze di orizzonti ghiaioso sabbiosi ed argilloso limosi di conoide alluvionale con prevalenza delle unità più grossolane nelle zone centro meridionali è meridionali dell'area comunale e da sequenze prevalentemente limoso argillose (70/80%) nella parte a settentrione dell'Autosole. Tale insieme presenta spessori di 35/40 m nelle zone meridionali e centrali (sud A1) ed incrementa a 60/70 m nelle zone settentrionali – settentrionali orientali e sono tendenzialmente maggiori in queste ultime; si rinviene generalmente sino a -50 ÷ -65 m dal piano campagna nelle zone meridionali; si riscontra sino a -70/-90 m nelle fasce territoriali settentrionali e nord orientali. Gli orizzonti acquiferi, costituiti in prevalenza da ghiaie sabbiose, nelle aree a sud di Taneto, si rinvengono tra -20 e -40/-45 dal piano campagna, nelle zone tra detta frazione e l'Autosole tra -25/-30 m pc, -45/-55 m pc, -55/-65 m pc; nel territorio a settentrione dell'A1 le unità permeabili si arricchiscono decisamente nelle componenti sabbiose e si assottigliano, si rilevano generalmente tra -25/-30 m pc, -45/-50 m pc, -75/-80 m pc.

Complesso Acquifero A2 (Unità stratigrafica AES3): denota alla base dell'unità una moderata influenza dei movimenti tettonici che hanno interessato il bacino padano circa 220/230.000 anni b.p., che nel territorio di Gattatico sono osservabili nel settore orientale al confine con Campegine; etta successione delle zone a meridione dell'A1 è costituita da alternanze di orizzonti ghiaioso sabbiosi e limoso argillosi di conoide alluvionale depositarsi tra 125.000 e 225.000 anni b.p, nil tetto dell'unità è caratterizzato da corpi ghiaioso sabbiosi continui lateralmente con spessori di 5/10 m che aumentano a 15/20 m a sud della via Emilia e che nell'insieme dello spessore dell'unità sono percentualmente meno rappresentante rispetto al complesso soprastante (A1). A settentrione dell'Autosole prevalgono nettamente le sequenze limoso argillose e gli orizzonti più grossolani si arricchiscono decisamente nelle

componenti sabbiose. Presenta spessori mediamente compresi tra 35/45 m nelle zone meridionali e di 40/50 m nelle aree a settentrione dell'A1; si riscontra sino a profondità di -70/-80 m pc a sud della ferrovia MI-BO e sino a -80/-100 m pc tra la stessa e l'A1, sino a -120/-130 m pc a settentrione di detta autostrada. Gli orizzonti acquiferi principali si rilevano al tetto dell'unità nelle zone a sud della ferrovia MI-BO e Taneto tra -50/-60 m pc, tra queste ultimi è l'A1 tra -70/-75 e -80/-90 m pc e, nelle aree centrali: tra l'Autosole e praticelli fra 085 e -90 m pc nella parte del territorio a settentrione del capoluogo fra -90 e -100 m pc.

Complesso Acquifero A3 (Unità stratigrafica AES5): denota modeste influenze, analogamente al complesso sovrastante, dei movimenti tettonici che hanno interessato il bacino padano, tra 225.000 e 400.000 anni b.p., con effetti osservabili alla base dell'unità; è costituito prevalentemente da alternanze di orizzonti ghiaioso sabbiosi ed argilloso limosi con prevalenza dei materiali più grossolani nelle zone sud occidentali, sud ferrovia MI-BO, dove presenta spessori di 30/35 m che aumentano a 40 m nel sottosuolo di Taneto, in tali zone la percentuale nel sottosuolo dei corpi ghiaioso sabbiosi è maggiore rispetto a quella del complesso soprastante (A2). Gli spessori di detta unità rimangono praticamente costanti sino all'A1 ed a settentrione della stessa gli orizzonti più grossolani si assottigliano sino ad esaurirsi e sono sostituiti da litotipi sabbiosi che divergono decisamente meno rappresentati percentualmente rispetto alle sequenze argilloso limose e contestualmente nelle zone settentrionali la potenza aumenta a 45/50 m.

Si rinviene sino a -110/-120 m pc nella fascia meridionale a meridione della ferrovia MI-BO, sino a -110/-140 ÷ -150 m pc tra quest'ultima e l'Autosole, sino a -160/-180 m pc a nord dell'A1.

Gli orizzonti acquiferi principali, ghiaioso sabbiosi, si riscontrano al tetto del complesso dove individuano la transizione all'unità sovrastante (A2) tra -100/-120 m pc a sud della ferrovia MI-BO e tra -110/-120 m pc tra detta ferrovia e l'A1, nelle aree a settentrione dell'autostrada e ad est della sp n° 38 presentano assetto lentiforme discontinuo lateralmente e sono costituiti da sabbie; gli orizzonti acquiferi a maggior grado relativo di continuità in tale zona si riscontrano generalmente tra -140/-150 m pc, fra -180/-185 m pc, tra -195/-205 m pc.

Complesso Acquifero A4 indifferenziato (Porzione basale AES): denota modeste influenze dei movimenti tettonici che hanno interessato il bacino padano, tra 225.000 e 400.000 anni b.p., con effetti osservabili alla base dell'unità; è costituito da alternanze di orizzonti ghiaioso sabbioso ed argilloso limosi, con prevalenza di questi ultimi, nelle zone di conoide alluvionale della via Emilia. Tale complesso nel territorio centro settentrionale - settentrionale è caratterizzato dalla netta prevalenza delle sequenze argilloso limose ed i livelli permeabili sono principalmente sabbiosi di modesto spessore, lentiformi e si rinvencono tra -200/-210 m pc. Nelle zone a sud della via Emilia i corpi ghiaiosi sono in genere presenti tra -100/-110 ÷ -120/-125 m pc e si esauriscono rapidamente in direzione nord. È caratterizzato da spessori tra 45 e 50 m a sud della ferrovia MI-BO, tra 45 e 60 m tra la stessa e l'Autosole, tra 70 e 80 m a nord dei quest'ultima. Si riscontra sino a -160/>-180 m a sud dell'autostrada con incrementi della profondità in verso nord; ed è generalmente rinvenibile sino a -220/>-230 m pc a nord dell'A1 e del capoluogo.

Gruppo Acquifero B (Sintema Alluvionale Inferiore - AEI): denota localmente una moderata influenza dei processi tettonici che hanno coinvolto il bacino padano da 400.000 a 600.000 anni b.p., localmente sviluppatasi principalmente per fenomeni di subsidenza correlati all'assetto del substrato che in base alle isobate della base del quaternario (RER 2004) evidenzia tendenzialmente una blanda geometria sinforme che si approfondisce in direzione nord est. È riscontrabile sino a -250 m pc nelle zone a sud della via Emilia, sino a -300/-400 m pc tra Taneto e l'Autosole, sino a -450/-550 m pc a settentrione tra Praticello ed Olmo-Nocetolo.

#### **5.4.2 Serie Idrogeologica Locale**

I litotipi che caratterizzano il territorio meridionale di Gattatico ed a sud dell'Autosole - Taneto, sono costituiti da una successione di orizzonti prevalentemente ghiaiosi alternati a sequenze prevalentemente argilloso limose - limoso argillose. Dette unità litologiche formano acquiferi inclinati in senso sud nord ed i termini limoso argilloso sabbiosi tendono a costituire bancate che aumentano gradualmente in spessore e frequenza procedendo in direzione settentrionale; d'altra parte si evidenzia la convergenza dei livelli ghiaiosi procedendo in verso meridionale ed una più definita separazione degli stessi in direttrice nord. In senso est ovest si riscontra un assetto geometrico analogo a quello precedentemente descritto con la presenza di inclinazioni tendenzialmente in verso nord est.

Nelle aree centrali - centro settentrionali i livelli ghiaiosi tendono ad arricchirsi in materiali a granulometria sabbiosa che formano propaggini allungate ed inclinate in verso nord. In detto settore gli orizzonti acquiferi appaiono nettamente differenziati e presentano minori spessori con un netto incremento nelle percentuali di intercalazioni in unità a granulometrie fini argilloso limose.

La zona di transizione tra l'Unità del Cono Alluvionale d'Enza e l'Unità della Media Pianura, individuata dalla "linea" delle risorgive, si estende secondo una fascia orientata nord ovest - sud est che si sviluppa dai Pantari a Taneto - Pd.re S. Margherita (nord di Calerno) - la Razza/Corte Valle Re.

Gli orizzonti litostratigrafici di seguito descritti sono da considerarsi come unità nelle quali prevalgono nettamente le componenti granulometrico litologiche della principale descrizione ma non assimilabili a livelli omogenei. Ne consegue che gli orizzonti permeabili o acquiferi, sono livelli nei quali prevalgono le componenti grossolane ma contestualmente possono presentare sensibili variabilità in spessore degli strati ghiaioso sabbiosi, con marcate variazioni anche nelle percentuali in sabbie/ghiaie alle quali si possono intercalare strati argilloso limosi di spessore subordinato e percentualmente meno rappresentati rispetto ai materiali ghiaioso sabbiosi.

Analogamente per quanto riguarda le unità impermeabili risulta che esse costituiscono orizzonti continui lateralmente principalmente formate da materiali fini quali argille e limi che possono inglobare strati sabbioso ghiaiosi, più o meno lentiformi, percentualmente meno rappresentati e meno potenti rispetto alle componenti argilloso - limose.

La serie litostratigrafica nel sottosuolo del territorio di Gattatico è schematicamente discretizzabile come di seguito descritto, dall'alto in basso rispetto al piano campagna:

Serie Litostratigrafica

• AES8

**A<sub>8</sub>** - Complesso a litologia variabile prevalentemente costituito da alternanze di livelli lentiformi formati da argille, limi, ai quali si intercalano strati lenticolari sabbiosi - ghiaioso sabbiosi con sabbie e ghiaie in percentuali variabili prevalentemente più presenti a sud dell'Autosole. Ai cambiamenti laterali e verticali conseguono valori di permeabilità oscillanti tra  $1 \cdot 10^{-7}$  e  $2 \cdot 10^{-3}$  cm/sec. In funzione della struttura fortemente lentiforme la separazione tra il piano campagna e gli strati permeabili a scala territoriale non è continuo; l'acquifero in oggetto è interessato da ricarica per infiltrazione superficiale e fortemente suscettibile all'inquinamento. Gli spessori dei terreni coinvolti è mediamente compreso tra  $8 \div 10 \div 14$  m nel settore meridionale dell'area comunale, zone a sud della ferrovia MI-BO, tra 14/20 tra la stessa e l'Autosole, corrisponde a  $20 \div 22$  m nelle aree settentrionali: Praticello - Olmo - Nocetolo.

• AES7

**B<sub>7</sub>** - Orizzonte continuo formato in prevalenza da materiali ghiaioso sabbiosi - sabbioso ghiaiosi; presenta spessori variabili sia in senso laterale che verticale, compresi mediamente tra 15 e 20 m nelle zone a meridione di Taneto, sud dell'Autosole, e tende ad assottigliarsi in direttrice nord, assumendo spessori di 5 - 10 in prossimità di detta autostrada, a settentrione della stessa contestualmente alla diminuzione in spessore si arricchisce in componenti sabbiose; si rinviene tra -20 e -30 m pc nelle aree meridionali tra -20  $\div$  -25 m nella fascia centrale, tra -25  $\div$  -30 m pc a nord di Praticello.

**C<sub>7</sub>** - Unità prevalentemente impermeabile costituita da terreni argilloso limosi - limoso argillosi, continui lateralmente, contraddistinta da spessori mediamente compresi tra 5 e 10 m nelle aree a sud di Taneto, potenza tra 15  $\div$  20 m nelle zone centrali e settentrionali; si rinviene da -30 e -35 / -40 m p.c. nei settori meridionali, tra -30 e -40/-50 m dal piano campagna nelle zone centrali e settentrionali.

**D<sub>7</sub>** - Orizzonte permeabile costituito da alternanze di strati prevalentemente ghiaioso sabbiosi con intercalati in subordine sottili strati lentiformi argilloso limosi - limosi; presenta spessori variabili tra 5 e 10 m nei settori a meridione di Taneto e di 5 m nelle zone centrali e settentrionali nelle quali è prevalentemente sabbioso; si riscontra tra -70/-80 m pc nelle aree a settentrione di Praticello.

**E<sub>7</sub>** - Complesso sostanzialmente impermeabile formato in prevalenza da alternanze di strati argilloso limosi - limoso argillosi contenenti in subordinate orizzonti lentiformi sabbiosi - ghiaioso sabbiosi; lo spessore varia tra 5 e 10 m nelle fasce a meridione di Taneto, tra 10 e 15/20 m nelle zone settentrionali; si rinviene sino a profondità variabili -60/-70 m nei settori meridionali, sino a -90/-120 m pc nelle aree a settentrionali.

• AES3

**F<sub>3</sub>** - Unità permeabile formata da alternanze prevalentemente ghiaioso sabbiose - sabbioso ghiaiose continue lateralmente, inglobante in subordine lenti e/o strati limoso argillosi, contraddistinta da spessori variabili tra 15 e 20 m nelle zone a sud di Taneto che

diminuiscono a 10/5 m nelle aree tra quest'ultimo e l'Autosole; si arricchisce decisamente nelle componenti sabbiose ed è discontinuo lateralmente ed ha spessori di 3/5 m a nord di detta autostrada; si riscontra tra -100/-120 m pc a sud di Taneto e tra -110/-120 m pc tra lo stesso e l'Autosole, nelle zone settentrionali si assottiglia nettamente e si riscontra, in discontinuità laterale, tra -150 e -170 m pc.

**G<sub>3</sub>** - Orizzonte impermeabile formato da alternanze prevalentemente argilloso limose – limose con spessore mediamente variabile tra 10 e 25 m, nelle zone a sud dell'A1 e tra 20 e 50 m in quelle settentrionali; si rinviene generalmente sino a -150/-180 m pc nei settori a meridione dell'autostrada e sino a -180/-200 m pc, in quelle settentrionali in queste ultime contengono sottili unità sabbiose lentiformi tra -180/-190 m pc e tra -200/-210 m pc.

- AES basale indifferenziato

**H1** - orizzonte prevalentemente argilloso limoso con spessori di 50/60 m nelle zone sud e di 90/100 m in quelle settentrionali; si rinviene sino a -200/-250 m pc nei settori meridionali, sino a -300/-400 m pc nelle aree settentrionali.

### **5.5 Assetto strutturale dell'acquifero**

Gli spessi orizzonti ghiaiosi che formano il sottosuolo della zona meridionale del comune, presentano variazioni laterali di potenza e ad andamento blandamente ondulato al letto ed al tetto. Detti acquiferi si assottigliano ed arricchiscono approfondirsi procedendo in direttrice nord ed ovest e contestualmente ad arricchirsi nelle componenti sabbiose.

Sempre in tali direzioni si distinguono ed aumentano in percentuale rappresentata le intercalazioni in alternanze di livelli prevalentemente argilloso limosi - limosi.

Agli assottigliamenti laterali dei livelli acquiferi si associa un arricchimento in frazioni fini.

A ciò consegue una sensibile variazione della porosità efficace e quindi la presenza di setti che inibiscono sia la velocità di circolazione delle acque che la possibilità di ricarica naturale.

Il modello litostratigrafico è visualizzato nella tav. 1.2.1 Sezioni Geologiche

### **5.6 Trasmissività degli acquiferi profondi**

I valori di trasmissività degli acquiferi sono stati desunti dalle pubblicazioni IDROSER/RER. In base a tali parametri si rilevano variazioni zonali della trasmissività che non risulta siano influenzate prevalentemente dal numero di falde captate ma piuttosto dalla percentuale e dallo spessore dei livelli ghiaiosi – sabbioso ghiaiosi presenti nel sottosuolo e dalla loro permeabilità.

Infatti le fasce più meridionali del comune, contraddistinte da acquiferi sostanzialmente ghiaioso sabbiosi a granulometrie medio grossolane, presentano trasmissività mediamente equivalente a:

$$T = 2 \div 3,5 \cdot 10^{-2} \div 10^{-4} \text{ mq/sec}$$

D'altra parte i livelli idrogeologici delle aree settentrionali, formati da orizzonti nei quali tendono a prevalere percentualmente le componenti sabbiose e contestualmente si hanno diminuzioni in spessore delle unità acquifere, i valori di trasmissività sono in genere comprese tra:

$$T = 3 \div 5 \cdot 10^{-3} \text{ mq/sec}$$

Tali caratteri concordano con l'assetto geometrico degli acquiferi che tendono ad assottigliarsi e ad arricchirsi percentualmente in componenti sabbiose procedendo in direttrice settentrionale e nord orientale - orientale.

### **5.6.1 Ambiente Idrico Sotterrano**

In funzione delle condizioni di pericolosità che possono insorgere per sovrappressioni indotte sulla falda idrica sotterranea per sollecitazione sismica, con potenziale generazione di processi di liquefazione, è fondamentale disporre delle informazioni sulla profondità e geometria dei deflussi idrici nel sottosuolo.

Tale analisi è stata sviluppata in base ai rilevamenti diretti nei pozzi e raccolta dati sulle stratigrafie di perforazioni, eseguiti nel contesto delle elaborazioni del PRG e PAE del comune di Gattatico 2001-2006 (*Centrogeo*).

### **5.6.2 Isopieze dell'acquifero**

L'assetto isopiezometrico identifica una generale conformazione prevalentemente a falda conica divergente, con direttrici di moto dei deflussi idrici sotterranei territorialmente orientate in verso sud ovest - est nord est, evidenziando condizioni di ricarica correlate al serbatoio idrogeologico della conoide del T. Enza.

La conformazione della superficie piezometrica si articola in alti e bassi strutturali, correlati sia alla variazione in spessore degli orizzonti permeabili che alla geometria dell'acquifero di base.

Le fasce di alto corrispondono a zone di alimentazione idrica mentre le zone di basso sono correlate o a depressioni dell'acquifero di base o a locali intensi emungimenti idrici dai pozzi.

Detti ambiti, di ricarica o di drenaggio sotterraneo, a geometria sub nastriforme, suddividono il sottosuolo del territorio comunale in sottobacini idrogeologici.

Le fasce di ricarica principale, o spartiacque idrogeologici sotterranei, si estendono in direttrice sud - nord, nella fascia occidentale del territorio comunale evidenziando un effetto alimentante dell'acquifero dall'asse del T. Enza; un secondo asse di ravvenamento principale si estende in direzione sud ovest nord est circa da area produttiva di Case Ponte d'Enza a Giarretto/Giarile a intersezione Autosole/Canale della Spelta successivamente si orienta a nord in direzione di il Casello - intersezione Canalazzo/SP 55 - Olmo.

Nella zona compresa tra i suddetti assi di spartiacque le isopieze assumono un assetto a falda conica convergente che si contraddistingue con una fascia principale secondo la quale si

raccogliono i deflussi idrici sotterranei. Quest'ultima si estende in direttrice sud ovest – nord est circa secondo le località Musiara – la Bassa – via Don P. Borghi – Case Nuove e successivamente a queste ultime si orienta a nord – nord est verso Ca Vecchia.

La presenza di tale asse di drenaggio idrico sotterraneo è correlata all'approfondimento dell'acquifero di base e diminuzione in spessore degli orizzonti permeabili.

Nel settore orientale settentrionale dell'area comunale, zone ad ovest del Diversivo Sorte, l'assetto isopiezometrico, è sub cilindrico. Le direttrici territoriali dei deflussi idrici sotterranei sono orientate a nord est.

Nella zona sud orientale (est di Taneto) i moti dei flussi idrici sotterranei si sviluppano in verso orientale assumendo un assetto tendenzialmente conico convergente e la conformazione isopiezometrica evidenzia la zona di terminazione laterale orientale della conoide d'Enza e la presenza nell'adiacente territorio di Campegine di poli soggetti ad elevato emungimento idrico del sottosuolo all'intorno dei Laghi di Gruma.

Per quanto riguarda il gradiente idraulico, ovvero la perdita di carico idraulico per unità di lunghezza dell'acquifero, si riscontra un assetto articolato concordante con le caratteristiche geomorfologiche stratigrafiche, contraddistinte da valori medi compresi tra:

$$i_m = 2,2 \cdot 10^{-3}$$

all'estremità sud ovest del territorio comunale a meridione di la Castellana; si riscontra

$$i_m = 1,4 \div 1,8 \cdot 10^{-3}$$

nella fascia occidentale, ovest di via Bergamina sud Autosole, caratterizzate dalla prevalente presenza di ghiaie sabbiose nei primi 20 m del sottosuolo;

Analoghi valori si osservano ad est di Praticello tra l'A1 ed il Cavo Canalazzo nel cui sottosuolo sono presenti corpi di canale fluviale sepolti con spessori di 4 m; nel settore nord occidentale tra l'A1 e Paulli i valori del gradiente idraulico corrispondono a:

$$I_m = 3,0 \div 3,5 \cdot 10^{-3}$$

in accordo con la diminuzione nei primi 10/15 m del sottosuolo dello spessore e percentuale degli strati sabbiosi; equivalenti parametri e caratteristiche di prevalente presenza di alternanze limoso argillose caratterizzano la parte nord orientale del territorio tra lo Scolo Pedriola e Nocetolo – C. Reverberi dove:

$$I_m = 2,8 \div 3,0 \cdot 10^{-3}$$

Nella zona meridionale orientale tra Taneto ed il confine comunale con Campegine

$$I_m = 3,0 \div 4,0 \cdot 10^{-3}$$

che concorda con la presenza della fascia di terminazione laterale e frontale della porzione più superficiale (primi 20/30 m del sottosuolo) della conoide alluvionale del T. Enza.

### **5.6.3 Soggiacenza Acquifero freatico**

L'assetto della profondità dal piano campagna a cui si rinviene la falda idrica sotterranea evidenzia una suddivisione in tre ambiti nettamente distinti come caratteristiche.

Il primo di questi identificato dalla parte sud occidentale del territorio comunale, zone a sud della via Emilia contraddistinto da valori di soggiacenza mediamente compresi:



$$\delta H_2O = -10,0 \div -19,0 \text{ m p.c.}$$

con soggiacente maggiori, -15,0 ÷ -19,0 m p.c. a sud della Castellana.

Dette profondità procedendo verso settentrione nella zona tra la via Emilia e Taneto si attenuano gradualmente a:

$$\delta H_2O = -10,0 \div -5,0 \text{ m p.c.}$$

tra la ferrovia MI-BO e Taneto. Tra quest'ultimi e sino all'allineamento Pantaro di Sopra – Villa Bonazzi – Martinazzo Occidentale le profondità si attestano a:

$$\delta H_2O = -5,0 \div -3,0 \text{ m p.c.}$$

Dal sopracitato allineamento all'Autosole:

$$\Delta H_2O = -3,0 \div -2,0 \text{ m pc}$$

A settentrione di quest'ultima sino a Praticello e ad ovest – nord ovest dello stesso la soggiacenza corrisponde a:

$$\delta H_2O = -2,0 \text{ m p.c.}$$

Nelle zone settentrionali centrali e nord orientali del territorio comunale la profondità dell'acqua nel sottosuolo è riscontrabile tra:

$$\delta H_2O = -2,0 \div -1,5 \text{ m p.c.}$$

Fa eccezione la zona a nord di Olmo – Enzola Grande – Corte Ferri nella quale l'acqua nel sottosuolo si rinviene tra:

$$\delta H_2O = -1,5 \div -1,0 \text{ m p.c.}$$

Le profondità della falda sopra descritte, in funzione dell'andamento dei cicli stagionali al periodo dei rilevamenti sono mediamente rappresentative di periodi di submassimo di ricarica dell'acquifero. Quest'ultimo nella stagione estiva, in particolare nelle zone meridionali del territorio comunale, aree a sud della via Emilia, è soggetto a forti emungimenti per irrigazione, con sensibile abbassamento dei livelli piezometrici.

Fanno eccezione a ciò le parti di territorio interessate dalla presenza di pozzi acquadottistici, in dette zone e ad est in comune di Campegine dove la depressione piezometrica, anche se suscettibile di modificazioni, è relativamente costante durante l'anno.

La carta della soggiacenza dell'acquifero assume una rilevante importanza per la valutazione di pericolosità di liquefazione dei litotipi sabbiosi saturi.

### **Identificazione temporale del sistema Idrogeologico**

L'analisi comparata tra la carta della piezometria dell'acquifero, elaborata in base ai rilievi PRG 2001 e quelle precedentemente redatte nell'ambito sia della V.G. P.R.G. 1985 (Centrogeo) che di altri studi territoriali di corredo al PAE 2006 (*Centrogeo Survey*) evidenzia assetti dei deflussi idrici sotterranei a medio elevato grado di corrispondenza; le differenze conseguono essenzialmente dalle differenti condizioni climatiche di alimentazione dell'acquifero e del suo regime di sfruttamento.

Nell'ambito di tale disamina si evidenzia infatti che la fascia di ricarica principale nel settore centrale del territorio comunale, circa assecondante l'andamento del paleovalle Taneto - Praticello, presenta andamento e carattere praticamente equivalente nell'arco di tempo considerato.

Analoga considerazione risulta estendibile alla fascia di ricarica a direttrice sud - nord, in equilibrio con il T. Enza che contraddistingue il settore di territorio sud ovest, circa tra C. Ponte Enza e Casinetto.

Fa eccezione in parte il settore nord occidentale del territorio comunale, in corrispondenza dell'allineamento M.no di Fiesso - Villa Fiesso, ove localmente non si osserva un asse di alimentazione secondario precedentemente presente al quale si correlava un effetto drenante del T. Enza in detto settore del territorio.

Un'ulteriore zona dove si evidenziano condizioni dissimili si riscontra nella fascia centrale del territorio circa tra M.no di Mezzo e La Bassa di Praticello nella quale l'assetto a falda conica convergente è oggi meno pronunciato in direzione sud rispetto al 1985.

La definizione più marcata delle direttrici di moto dei flussi idrici sotterranei, registrata nella campagna di misurazione del PRG 2001, è correlabile alla piovosità verificatasi negli anni 1997 - 1998, rispetto alle rilevazioni degli anni precedenti, che hanno accentuato sia le caratteristiche degli acquitards che delle fasce di ricarica.

### **5.7 Condizioni al Contorno della Struttura Idrogeologica**

La condizione al limite dell'acquifero nell'area comunale è contraddistinta dalle caratteristiche identificabili come di seguito descritto:

- Limite sud:* idrodinamica a potenziale imposto con flusso in entrata
- Limite ovest:* idrodinamica a potenziale imposto con flusso in entrata
- Limite nord:* idrodinamica a potenziale imposto con flusso in uscita
- Limite est:* idrodinamica a potenziale imposto con flusso in uscita
- Limite di tetto:* nelle aree con presenza di orizzonti argilloso limosi - limoso argillosi nei primi 1 ÷ 5 m dal p.c., si ha un flusso molto basso, praticamente nullo, zone nord e nord est; d'altra parte nei settori in cui detto livello è sostituito da limi sabbiosi e sabbie limose fasce di paleoalveo, o dove si hanno incisioni di cavi e canali che si spingono a quote sottostanti i -2 m p.c., si ha un flusso idrodinamico in entrata a portata imposta (infiltrazione per piovosità, per irrigazione, per fertirrigazione).
- Limite di letto:* condizione geologica a flusso nullo per presenza di spessi orizzonti argillosi praticamente impermeabili.

## 6 CARATTERI GEOLOGICO TECNICI

Le caratteristiche litologiche relative ai primi 10 ÷ 20 m del sottosuolo del territorio di Gattatico sono state determinate in base alle analisi geomorfologiche, all'esame delle colonne litostratigrafiche di pozzi, sondaggi geognostici, prove penetrometriche statiche CPT e CPTU, prospezioni geofisiche, basi topografiche IGM primo impianto: 1881, alle documentazioni e pubblicazioni storico – geomorfologiche, allo Studio Geologico Ambientale del PRG 2001 di Gattatico, PAE 2006-2013 *Centrogeo Survey*.

Gli areali che delimitano le unità litotecniche visualizzate nell'elaborato in narrativa, Tav. 1.2, identificano gli orizzonti litologici presenti nel sottosuolo che principalmente influenzano il tipo di risentimento sismico in occasione di sollecitazione dinamica.

In funzione di quanto esposto sono state individuate come aree con prevalente presenze sabbiose – sabbioso limose anche le fasce di territorio dove detti litotipi non affiorano in superficie ma sono presenti con spessori significativi, maggiori di 2/3 m, nei primi 5 ÷ 10/15 m del sottosuolo (paleoalvei). Le classificazioni delle unità prevalentemente limoso argillose – argilloso limose - argillose, esprimono la netta prevalenza di detti litotipi nei primi 5 ÷ 10 m dal piano campagna.

### 6.1 Carta geologico tecnica

Il settore meridionale del territorio in oggetto appartiene alla fascia dell'alta pianura, costituita dai depositi di conoide alluvionale, interconoide, piana inondabile, e la parte centro settentrionale – settentrionale dell'area comunale alla zona della media pianura.

Dette unità morfologico deposizionali sono conseguite alle evoluzioni idrografiche dei T. Enza e T. Parma, condizionati da quelle del F. Po che ha governato le possibilità al suo afflusso dei corsi d'acqua appenninici ed alpini.

Le principali azioni di deposizione in tali ambiti si sviluppano prevalentemente in corrispondenza delle fasce degli assi fluviali che costituiscono corpi sedimentari più rilevati rispetto ai settori ad essi latitanti. In concomitanza delle variazioni climatiche che comportano onde di piena si generano rotte e/o tracimazioni alle quali conseguono cambiamenti della sede di scorrimento dell'alveo.

I tratti dei corpi fluviali abbandonati così originati costituiscono ostacoli alle successive impostazioni del nuovo reticolo idrografico che influiscono sulle direzioni degli alvei e determinano presenza di zone a difficoltoso drenaggio superficiale con insediamento di ambienti vallivi/palustri.

A tali sistemi deposizionali è attribuibile la zona settentrionale orientale del territorio comunale dove a sud di Poviglio si osserva un orientamento degli antichi percorsi degli alvei fluviali provenienti dalle zone meridionali che tende a flettere in direzione nord est – est correlata alla difficoltosa affluenza ad un antico percorso del Po, che ha indotto difficoltà dei deflussi in verso settentrionale determinando pertanto discontinuità laterali dei corpi fluviali ed una maggiore continuità laterale delle unità prevalentemente argilloso limose che hanno generato zone planiziali vallive.

Un ambito con tali caratteristiche si è impostato nelle aree orientali centrali al confine comunale con Campegine nelle quali l'antico percorso fluviale del paleoalveo di Taneto, ha condizionato le direzioni degli assi idrici superficiali verso est inducendo condizioni di ambienti vallivi planiziali.

Le azioni deposizionali hanno generato una morfologia pianeggiante con principali ondulazioni, ad ampio raggio, sviluppate in senso sud ovest-nord est, nelle quali sono tuttora riconoscibili i corpi arginali e le depressioni del sopracitato corpo dell'alveo estinto con la subordinata presenza di forme e dossi minori debolmente pronunciati ad oriente dello stesso.

Gli interventi antropici principali sul territorio sono rappresentati dall'intensa urbanizzazione nell'areale sede del capoluogo, Zona Industriali Puglia Vecchia – Puglia Nuova, area di Taneto – Ponte Enza, nelle quali sono state modificate le caratteristiche dei suoli mediante riporti e scavi che hanno coinvolto i primi 1/2 m del sottosuolo; sensibili influenze sono inoltre state esercitate nella fascia adiacente al T. Enza tra la ferrovia MI-BO e Podere Bosco per attività estrattive.

L'analisi di insieme del territorio comunale evidenzia una sua discretizzazione schematica in cinque macro unità geotecniche: zona meridionale sud ferrovia MI-BO fascia occidentale latitante il torrente Enza dalla Ferrovia MI-BO, a Fontana Madonne/Enza e la fascia adiacente a detto torrente che si estende in direzione nord sino a C. Bertani, area centrale allungata in verso sud nord da Taneto a Praticello, settore occidentale a sud dell'A1 e circa tra SP 38 e via S. Grisendi a nord di detta autostrada, settore orientale: aree a est di via Canale della Spelta e fascia settentrionale estesa ovest est a nord dell'allineamento Paulli – Pd.re Cicalini – SP 112.

La prima di queste: zona occidentale a sud della ferrovia MI-BO, è principalmente costituita da alternanze ghiaioso sabbiose addensate con locali subordinate aree, di limitata estensione, prevalentemente argilloso limose consistenti nei primi 5/10 m del sottosuolo.

La fascia occidentale adiacente al T. Enza è formata prevalentemente da alternanze ghiaioso sabbiose – sabbioso ghiaiose, con subordinate intercalazioni di strati limoso argillosi – limoso sabbiosi a medio elevato – medio grado di addensamento che si arricchiscono nelle componenti sabbiose in direzione settentrionale.

La striscia centrale estesa sud nord da Taneto a Praticello è costituita da alternanze sabbioso ghiaiose – ghiaiose addensate a spessore variabile lateralmente, da 5 a 10/15 m che si arricchiscono nelle componenti sabbiose in verso settentrionale.

La fascia sud nord via Don G. Minzoni – SP 38 e via Bergamina – via Grisendi è principalmente formata da alternanze di unità limoso argillose – argilloso limose con intercalati in subordinate strati sabbiosi – limoso sabbiosi mediamente consistenti. Analoghe caratteristiche presentano la parte di territorio comunale orientale ad est di via Canale della Spelta e la fascia settentrionale estesa ovest est costituite prevalentemente da alternanze limoso argillose con arricchimenti nelle componenti argillose in direzione settentrionale e nord orientale.

**6.2 Caratteristiche litotecniche**

Gli areali sopra descritti in funzione delle indagini geognostiche precedentemente eseguite nel territorio di Gattatico, sono schematicamente suddivisibili nelle zone litotecniche di seguito descritte: la denominazione delle aree corrisponde alle zone visualizzate nella carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica Tav. 1.8.

**6.3 Successioni Geotecniche**

**Zona 1 – Stato di consistenza: addensato (11) /moderatamente consistente – consistente (24/23).**

<b>Ia Unità</b> Da piano campagna a - 0,5 ÷ - 2 m p.c.	Argille limose – limi argillosi, con locali sottili intercalazioni limose e limoso sabbiose, caratterizzati da valori di resistenza alla punta pari a $q_{cm} = 10 \div 40$ kgf/cm <sup>2</sup> e valori di resistenza ad attrito laterale locale oscillanti tra $f_{sm} = 0,5 \div 1,1$ kgf/cm <sup>2</sup> . Il grado di compressibilità, moderatamente variabile in senso orizzontale, risulta generalmente di tipo medio basso - basso.
<b>Iia Unità</b> da - 0,5 ÷ - 2,0 m a -20,0/-25,0 m p.c.	Orizzonte ghiaioso – ghiaioso sabbioso, contraddistinto da valori di $q_{cm} > 180$ kgf/cm <sup>2</sup> , a grado di compressibilità molto basso, praticamente incompressibile con intercalati locali subordinati strati limoso argillosi con spessore di 1 – 2 m. L'elevato addensamento e/o la maggior pezzatura granulometrica dei depositi ha impedito prosecuzione delle indagini geognostiche cpt.

**Zona 2 - Stato di consistenza: addensato (11) / moderatamente consistente (24).**

<b>Ia Unità</b> Da piano campagna a -1,0 ÷ -3,0 m p.c.	Limi argillosi – argille limose, con locali sottili intercalazioni limose e limoso sabbiose, caratterizzati da valori di resistenza alla punta variabili $q_{cm} = 10 \div 14/18$ kgf/cm <sup>2</sup> ; la resistenza ad attrito laterale locale oscilla tra $f_{sm} = 0,4 \div 1,1$ kgf/cm <sup>2</sup> . Il grado di compressibilità, variabile in senso orizzontale, risulta generalmente di tipo medio ad eccezione degli orizzonti limoso sabbiosi dove è di tipo medio basso.
<b>Iia Unità</b> da -1,0 ÷ -3,0 m a - 10,0 ÷ -20,0 m p.c.	Orizzonte ghiaioso – ghiaioso sabbioso contraddistinto da valori di $q_{cm} > 180$ kgf/cm <sup>2</sup> , a grado di compressibilità molto basso, praticamente incompressibile; l'elevato addensamento e/o la maggior pezzatura granulometrica dei depositi ha impedito l'ulteriore prosecuzione delle indagini geognostiche.

**Zona 3 – Stato di consistenza: moderatamente consistente (24) / moderatamente addensato (12).**

<b>Ia Unità</b> Da piano campagna a -4 ÷ -5 m p.c.	Limi argillosi con intercalati subordinati strati limoso sabbiosi lentiformi, a grado di compressibilità medio; i valori di resistenza alla punta variano tra $q_{cm} = 8/10 \div 14/16$ kgf/cm <sup>2</sup> ; la resistenza ad attrito laterale locale oscilla tra $f_{sm} = 0,3 \div 0,9$ kgf/cm <sup>2</sup> ; nelle componenti limoso sabbiose $q_{cm} = 8 \div 10$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm} = 0,15 \div 0,30$ kgf/cm <sup>2</sup> .
--	--

<b>IIa Unità</b> da -4 ÷ -5 m a -7 ÷ -8,0 m p.c.	Orizzonte a pronunciata variabilità litologica laterale costituito da limi argillosi a luoghi orizzontalmente sostituiti da sabbie limose; i valori di resistenza alla punta variano tra $q_{cm} = 6/8 \div 10/12$ kgf/cm <sup>2</sup> per i limi argillosi e tra $q_{cm} = 20 \div 24$ kgf/cm <sup>2</sup> con massimi di $q_{cm} = 40/60$ kgf/cm <sup>2</sup> per le sabbie; analogamente $f_{sm} = 0,3 \div 0,4$ kgf/cm <sup>2</sup> nei limi ed $f_{sm} = 0,1 \div 0,2$ kgf/cm <sup>2</sup> nelle sabbie.
<b>IIIa Unità</b> Da -7 ÷ -8 m a -10 m p.c.	Unità a marcata variabilità laterale sia litologico granulometrica che di consistenza costituita da alternanze argilloso limose e limoso argillose sostituite lateralmente da limi con intercalati livelli sabbioso limosi, caratterizzati da valori di $q_{cm} = 8 \div 12$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm} = 0,4 \div 0,6$ kgf/cm <sup>2</sup> nei limi argillosi ed argille limose e da $q_{cm} = 8 \div 10$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm} = 0,3 \div 0,4$ kgf/cm <sup>2</sup> nei limi - limi sabbiosi; il grado di compressibilità è medio.
<b>IVa Unità</b> da -10 m a -15 m p.c.	Orizzonte argilloso limoso - argilloso a grado di compressibilità basso, contraddistinto da valori di resistenza la punta $q_{cm} = 12/16 \div 20$ kgf/cm <sup>2</sup> , e di resistenza all'attrito laterale $f_{sm} = 0,8 \div 1,2$ kgf/cm <sup>2</sup> .

**Zona 4 – Stato di consistenza: molto consistente (22) - moderatamente consistente (24) moderatamente addensato (12).**

<b>Ia Unità</b> Da piano campagna a -5 ÷ -7 m p.c.	Alternanze argilloso limose e limoso argillose con locali intercalazioni limose - limoso sabbiose, con valori di resistenza alla punta generalmente variabili tra $q_{cm} = 12/14 \div 12/16$ kgf/cm <sup>2</sup> che giungono a $q_{cm} = 20 \div 40$ kgf/cm <sup>2</sup> nelle zone meridionali; la resistenza ad attrito laterale locale oscilla tra $f_{sm} = 0,4 \div 0,8$ kgf/cm <sup>2</sup> e nelle aree a sud $f_{sm} = 1,2 \div 1,6$ kgf/cm <sup>2</sup> ; il grado di compressibilità varia in senso orizzontale da medio a molto basso.
<b>IIa Unità</b> da -5 ÷ -7 m a -9 ÷ -10 m p.c.	Unità a pronunciata variabilità laterale litologico granulometrica e di consistenza costituita da argille limose con intercalati ed in saturazione laterale corpi sabbiosi, contraddistinta da $q_{cm} = 8 \div 10/12$ kgf/cm <sup>2</sup> per le argille limose e $q_{cm} = 40/50 \div 80/100$ kgf/cm <sup>2</sup> per le ghiaie sabbiose; la resistenza all'attrito varia tra $f_{sm} = 0,3 \div 0,5$ kgf/cm <sup>2</sup> nelle argille limose e tra $f_{sm} = 0,1 \div 0,2$ kgf/cm <sup>2</sup> nelle sabbie; il grado di compressibilità oscilla da medio elevato ad elevato generalmente continuo in senso orizzontale nelle argille limose; nelle sabbie ghiaiose il grado di compressibilità è basso - molto basso.
<b>IIIa Unità</b> da -9 ÷ -10 m a -13 ÷ -15 m p.c.	Orizzonte a pronunciata variabilità laterale del grado di consistenza costituito prevalentemente da argille limose da moderatamente consistenti a consistenti, a luoghi sono intercalati subordinati strati sabbiosi o ghiaiosi addensati; i valori di resistenza alla punta variano tra $q_{cm} = 10/12 \div 20$ kgf/cm <sup>2</sup> nelle argille e tra $q_{cm} = 40 \div 70$ per le sabbie ghiaiose; la resistenza all'attrito laterale nelle argille limose oscilla tra $f_{sm} = 0,5 \div 0,7$ kgf/cm <sup>2</sup> ; nelle sabbie ghiaiose $f_{sm} = 0,1 \div 0,3$ kgf/cm <sup>2</sup> .
<b>IVa Unità</b> da -13 ÷ -15 m a -20 ÷ -24 m p.c.	Argille limose a moderata variabilità laterale del grado di consistenza caratterizzate da $q_{cm} = 12 \div 14$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm} = 0,6 \div 0,8$ kgf/cm <sup>2</sup> .
<b>Va Unità</b> da -20 ÷ -24 m a -26 ÷ -30 m p.c.	Unità a pronunciata variabilità litologico granulometrica laterale, costituita da sabbie ghiaiose addensate contraddistinte da $q_{cm} = 90 \div 150$ kgf/cm <sup>2</sup> orizzontalmente sostituite da argille limose con $q_{cm} = 14 \div 18$ kgf/cm <sup>2</sup> .

**Zona 5 – Stato di consistenza: addensato - moderatamente addensato (11)  
moderatamente consistente (24).**

<b>Ia Unità</b> Da piano campagna a -1 ÷ -2 m p.c.	Argille limose – limi argillosi, con locali sottili intercalazioni limoso sabbiose, caratterizzati da valori di resistenza alla punta pari a $q_{cm} = 10/14 \div 16/20$ kgf/cm <sup>2</sup> e valori di resistenza ad attrito laterale locale oscillanti tra $f_{sm} = 0,4 \div 0,7/1,0$ kgf/cm <sup>2</sup> . Il grado di compressibilità, variabile in senso laterale, è generalmente di tipo medio - medio basso.
<b>IIa Unità</b> da -1 ÷ -2,0 m a -4 m p.c.	Unità a pronunciata variabilità laterale sia granulometrica che di consistenza costituita da ghiaie sabbiose – sabbie addensate sostituite lateralmente da limi – limi argillosi a grado di consistenza da medio a medio elevato. I valori di resistenza alla punta nelle ghiaie sabbiose variano tra $q_{cm} = 40/50 \div >180$ kgf/cm <sup>2</sup> e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,15 \div 0,3$ kgf/cm <sup>2</sup> ; NSPT > 50; nei limi - limi argillosi $q_{cm} = 6/8 \div 10/14$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm} = 0,3 \div 0,6$ kgf/cm <sup>2</sup> . Nei livelli ghiaioso sabbiosi l'elevato addensamento e la maggior pezzatura granulometrica dei depositi ha impedito l'ulteriore prosecuzione delle indagini geognostiche.
<b>IIIa Unità</b> da -4 m a -8/-9 m p.c.	Orizzonte prevalentemente ghiaioso sabbioso - sabbioso a luoghi sostituito lateralmente da limi argillosi – limi sabbiosi; i valori di resistenza alla punta nelle sabbie ghiaiose variano tra $q_{cm} = 40/50 \div >180$ kgf/cm <sup>2</sup> , NSPT > 50, e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,1 \div 0,3$ kgf/cm <sup>2</sup> ; nei limi argillosi – limi sabbiosi $q_{cm} = 8 \div 10$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm} = 0,3 \div 0,4$ kgf/cm <sup>2</sup> .
<b>IVa Unità</b> da -8/-9 m a -10/-12 m p.c.	Unità prevalentemente argilloso limosa – limoso argillosa a luoghi sostituita da sabbie mediamente addensate. I valori di resistenza alla punta nelle argille limose – limi argillosi variano tra $q_{cm} = 12 \div 14$ kgf/cm <sup>2</sup> e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $q_{cm} = 0,4 \div 0,6$ kgf/cm <sup>2</sup> ; nelle sabbie $q_{cm} = 30/40$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm} = 0,1 \div 0,2$ kgf/cm <sup>2</sup> .
<b>Va Unità</b> da -10/-12 m a -15 m p.c.	Orizzonte prevalentemente argilloso limoso – argilloso consistente a luoghi lateralmente sostituito da sabbie – sabbie fini limose mediamente addensate; i valori di resistenza alla punta nelle argille limose variano tra $q_{cm} = 14/18$ kgf/cm <sup>2</sup> e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra $f_{sm} = 0,6 \div 0,9$ kgf/cm <sup>2</sup> ; nelle sabbie – sabbie limose $q_{cm} = 30/40$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm} = 0,2 \div 0,3$ kgf/cm <sup>2</sup> .
<b>VIa Unità</b> da -15 m a -20 m p.c.	Argille limose consistenti con intercalati locali strati limosi – limoso sabbiosi, contraddistinte da $q_{cm} = 14 \div 18$ kgf/cm <sup>2</sup> ed $f_{sm} = 0,6 \div 0,8$ kgf/cm <sup>2</sup> .



**Zona 6 – Stato di consistenza: addensato (11) moderatamente consistente (24).**

<p><b>Ia Unità</b> Da piano campagna a -1 ÷ -2 m p.c.</p>	<p>Limi argillosi – argille limose, con locali sottili intercalazioni limose e limoso sabbiose, caratterizzati da valori di resistenza alla punta variabili tra <math>q_{cm} = 8 \div 10</math> kgf/cm<sup>2</sup> e da resistenza ad attrito laterale locale oscillante tra <math>f_{sm} = 0,5 \div 0,7</math> kgf/cm<sup>2</sup>. Il grado di compressibilità, variabile in senso orizzontale è di tipo medio.</p>
<p><b>Ia Unità</b> da -1 ÷ -2,0 m a -2 ÷ -3/-4 m p.c.</p>	<p>Limi argillosi – limi, con locali sottili intercalazioni limoso sabbiose, caratterizzati da valori di resistenza alla punta variabile <math>q_{cm} = 5 \div 10/12</math> kgf/cm<sup>2</sup> e da resistenza ad attrito laterale locale oscillante tra <math>f_{sm} = 0,2 \div 0,4</math> kgf/cm<sup>2</sup>. Il grado di compressibilità, variabile in senso orizzontale, oscilla da medio elevato a medio ad eccezione degli orizzonti limoso sabbiosi dove è di tipo medio basso.</p>
<p><b>IIIa Unità</b> da -2 ÷ -3/-4 m a -7 ÷ -9 m p.c.</p>	<p>Unità sabbiosa – sabbioso ghiaiosa, con intercalati strati ghiaioso sabbiosi, i valori di resistenza alla punta nelle sabbie variano tra <math>q_{cm} = 30 \div 40</math> kgf/cm<sup>2</sup> e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra <math>f_{sm} = 0,1 \div 0,2</math>; negli strati ghiaiosi <math>q_{cm} &gt; 180</math> kgf/cm<sup>2</sup> ed <math>f_{sm} = 0,1 \div 0,3</math> kgf/cm<sup>2</sup>.</p>
<p><b>IVa Unità</b> da -7 ÷ -9 m a -12 m p.c.</p>	<p>Argille limose – limi argillosi, con locali sottili intercalazioni limoso sabbiose, caratterizzati da valori di resistenza alla punta pari a <math>q_{cm} = 8 \div 12</math> kgf/cm<sup>2</sup> e di resistenza ad attrito laterale locale oscillanti tra <math>f_{sm} = 0,4 \div 0,6</math> kgf/cm<sup>2</sup>. Il grado di compressibilità, moderatamente variabile in senso orizzontale, è generalmente di tipo medio.</p>
<p><b>Va Unità</b> da -12 m a -16 ÷ -17 m p.c.</p>	<p>Orizzonte argilloso limoso a grado di compressibilità basso con intercalati locali subordinati strati sabbioso limosi – sabbiosi. I valori di resistenza alla punta nelle argille limose variano tra <math>q_{cm} = 12 \div 14/16</math> kgf/cm<sup>2</sup> e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra <math>f_{sm} = 0,5 \div 0,6</math> kgf/cm<sup>2</sup>; negli strati sabbiosi <math>q_{cm} = 24 \div 30</math> kgf/cm<sup>2</sup> ed <math>f_{sm} = 0,2 \div 0,3</math> kgf/cm<sup>2</sup>.</p>
<p><b>VIa Unità</b> da -16 ÷ -17 m a -20 m p.c.</p>	<p>Unità a pronunciata variabilità litologica laterale costituito da sabbie ghiaiose a luoghi orizzontalmente sostituite da limi – limi argillosi; i valori di resistenza alla punta nelle ghiaie sabbiose variano tra <math>q_{cm} = 30/80 \div &gt; 180</math> kgf/cm<sup>2</sup>, nei limi argillosi sono compresi tra <math>q_{cm} = 18 \div 20</math> kgf/cm<sup>2</sup>; la resistenza all'attrito laterale oscilla tra <math>f_{sm} = 0,2 \div 0,3</math> kgf/cm<sup>2</sup> nelle sabbie ghiaiose e tra <math>f_{sm} = 0,3 \div 0,5</math> kgf/cm<sup>2</sup> nei limi argillosi</p>

**Zona 7 – Stato di consistenza: addensato (11) moderatamente consistente (24).**

<p><b>Ia Unità</b> Da piano campagna a - 0,5 ÷ - 2 m.p.c.</p>	<p>Argille limose – limi argillosi, con locali intercalazioni limose e limoso sabbiose, caratterizzati da valori di resistenza alla punta pari a <math>q_{cm} = 8 \div 12</math> kgf/cmq e valori di resistenza ad attrito laterale locale oscillanti tra <math>f_{sm} = 0,3 \div 0,6</math> kgf/cmq. Il grado di compressibilità, moderatamente variabile in senso orizzontale, risulta generalmente di tipo medio.</p>
<p><b>Ia Unità</b> da -0,5 ÷ - 2,0 m a -4 ÷ -5 m.p.c.</p>	<p>Limi argillosi – limi, con locali intercalazioni limoso sabbiosi e, caratterizzati da valori di resistenza alla punta variabile <math>q_{cm} = 8 \div 10</math> kgf/cmq; la resistenza ad attrito laterale locale oscilla tra <math>f_{sm} = 0,3 \div 0,6</math> kgf/cmq. Il grado di compressibilità, variabile in senso orizzontale è generalmente medio.</p>
<p><b>IIIa Unità</b> da -4 ÷ -5 m a -7 ÷ -8 m.p.c.</p>	<p>Unità a pronunciata variabilità laterale sia litologico granulometrica che di consistenza costituita da argille limose con intercalati o con sostituzione laterale di corpi sabbiosi localmente sabbioso ghiaiosi; nelle argille limose e <math>q_{cm} = 8 \div 12</math> kgf/cmq e nelle sabbie <math>q_{cm} = 20 \div 26</math> kgf/cmq; la resistenza all'attrito laterale varia tra <math>f_{sm} = 0,3 \div 0,5</math> kgf/cmq nelle argille limose e tra <math>f_{sm} = 0,1 \div 0,2</math> kgf/cmq nelle sabbie; il grado di compressibilità oscilla da medio elevato a medio ed è variabile in senso orizzontale nelle argille limose, il grado di compressibilità nelle sabbie è medio – medio basso.</p>
<p><b>IVa Unità</b> da -7 ÷ -8 m a -11 ÷ -12 m.p.c.</p>	<p>Argille limose – limi argillosi, con locali sottili intercalazioni limose e limoso sabbiose, caratterizzati da valori di resistenza alla punta pari a <math>q_{cm} = 8/10 \div 12</math> kgf/cmq e valori di resistenza ad attrito laterale locale oscillanti tra <math>f_{sm} = 0,4 \div 0,6</math> kgf/cmq. Il grado di compressibilità, moderatamente variabile in senso orizzontale, è generalmente di tipo medio.</p>
<p><b>Va Unità</b> Da -11 ÷ -12 m a -14 ÷ -15 m.p.c.</p>	<p>Unità argilloso limosa, con subordinate intercalazioni limose, caratterizzata da valori di resistenza alla punta variabili tra <math>q_{cm} = 16/22 \div 30</math> kgf/cmq e valori di resistenza ad attrito laterale locale oscillanti tra <math>f_{sm} = 0,7 \div 1,2</math> kgf/cmq. Il grado di compressibilità, moderatamente variabile in senso orizzontale, è generalmente medio – medio basso.</p>
<p><b>Via Unità</b> da -14 ÷ -15 m a -20 ÷ -22,0 m.p.c.</p>	<p>Orizzonte argilloso limose, contraddistinto da valori di <math>q_{cm} = 12 \div 14</math> kgf/cmq e di resistenza all'attrito laterale <math>f_{sm} = 0,5 \div 0,7</math> kgf/cmq; il grado di compressibilità è medio.</p>

**Zona potenziali cedimenti differenziali – Stato di consistenza: poco consistente/moderatamente consistente (25/24) poco addensato (13).**

<b>Ia Unità</b> Da piano campagna a - 2 m p.c.	Argille limose – limi argillosi, con locali sottili strati limosi a grado di compressibilità medio; i valori di resistenza alla punta variano tra qcm = 8 ÷ 12 kgf/cmq; la resistenza ad attrito laterale locale oscilla tra fsm = 0,4 ÷ 0,6 kgf/cmq.
<b>IIa Unità</b> da - 2,0 m a -3 ÷ -4 m p.c.	Limi argillosi – argille limose, contraddistinti da variabilità laterale del grado di consistenza; i valori di resistenza alla punta variano tra 6/8 ÷ 10/12 kgf/cmq ed fsm = 0,25 ÷ 0,4 kgf/cmq.
<b>IIIa Unità</b> da -3 ÷ -4 m a -6 m p.c.	Unità a pronunciata variabilità laterale sia granulometrica che del grado di consistenza costituito da argille limose – limi argillosi sostituiti orizzontalmente da sabbie – sabbie limose a medio – medio basso grado di addensamento; i valori di resistenza alla punta nelle argille limose variano qcm = 10 ÷ 12 kgf/cmq e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra fsm = 0,4 ÷ 0,6 kgf/cmq; nelle componenti sabbioso – sabbioso limose qcm = 20/26 ÷ 30/36 kgf/cmq ed fsm = 0,2 ÷ 0,4 kgf/cmq.
<b>IVa Unità</b> da -6 m a -8 ÷ -9 m p.c.	Unità a marcata variabilità laterale sia litologico granulometrica che di consistenza, costituita da alternanze argilloso limose e limoso argillose sostituite lateralmente da livelli sabbiosi – sabbioso limosi mediamente addensati; nelle argille – argille limose la resistenza alla punta varia tra qcm = 7 ÷ 10/14 kgf/cmq e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra fsm = 0,3 ÷ 0,5 kgf/cmq; nelle sabbie – sabbie limose qcm = 10/22 ÷ 38 kgf/cmq ed fsm = 0,1 ÷ 0,4 kgf/cmq.
<b>Va Unità</b> Da -8 ÷ -9 m a -12/-13,0 m p.c.	Argille limose – limi argillosi, con intercalati locali strati lentiformi limoso sabbiosi, a grado di compressibilità oscillante da medio a medio basso; i valori di resistenza alla punta nelle argille limose variano tra qcm = 9/10 ÷ 14/16 kgf/cmq e la resistenza ad attrito laterale oscilla tra fsm = 0,4 ÷ 0,8 kgf/cmq; nelle componenti limoso sabbiose qcm = 8 ÷ 10 kgf/cmq ed fsm = 0,2 ÷ 0,3 kgf/cmq; localmente sono presenti lenti limoso argilloso torbose contraddistinte da qcm = 4/5 kgf/cmq ed fsm = 0,2/0,3 kgf/cmq.
<b>VIa Unità</b> da -12/-13,0 m a -15 m p.c.	Orizzonte a pronunciata variabilità laterale e verticale del grado di consistenza e componenti granulometriche, costituito prevalentemente da alternanze limoso argillose – limose – limoso sabbiose; a luoghi localmente sostituite da sabbie limose – sabbie moderatamente addensate; nei limi argillosi i valori di resistenza alla punta variano tra qcm = 8/10 ÷ 12/16/27 kgf/cmq e la resistenza all'attrito laterale oscilla tra fsm = 0,4/0,5 ÷ 0,8/1,2 kgf/cmq nelle lenti sabbiose qcm = 22 ÷ 30/40 kgf/cmq ed fsm = 0,1 ÷ 0,2 kgf/cmq.

## 7 MODELLI GEOTECNICI

Le verticali litotecniche individuate assumono estensioni areali notevolmente differenziate e ad esse sono attribuibili diverse proprietà per gli utilizzi edificatori come di seguito descritto:

- **Verticale litotecnica Zona A:** caratterizza il settore meridionale occidentale dell'area comunale che si estende tra il T. Enza e via Imperiale, dal confine comunale sud alla via Emilia; costituisce circa il 1,6 % del territorio.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme evidenziano la presenza di una successione ghiaioso sabbiosa a grado di densità relativo elevato praticamente incompressibile sino a -15/-20 m pc, che a luoghi in aree di limitata estensione è sostituita nei primi 4/5 ÷ 10 m del sottosuolo da limi argillosi – argille limose sovraconsolidate a grado di compressibilità molto basso. In funzione di dette caratteristiche per strutture che non impongono carichi elevati al terreno e per pilastri che trasmettano tensioni al terreno non eccedenti 100/150 Ton, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti a:

$$q_a = 1,0 \div 1,5 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,0 \div 2,0 \text{ m}$$

per corpi di fabbrica con altezze maggiori di 10 m e/o per pilastri trasmettono tensioni al terreno maggiori di 100/150 Ton sono eventualmente da valutarsi fondazioni a platea e/o su pali.

- **Verticale litotecnica Zona B:** è costituita dall'area di Ponte Enza ed Area ad uso Produttivo ad est della stessa sino alla SP 39 – Ferrovia MI-BO; forma circa lo 0,7 % dell'area comunale.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme, evidenziano la presenza sino a -4 m pc di alternanze di limi argillosi – argille limose sovraconsolidate, seguite da ghiaie sabbiose addensante sino a -7/-12 m pc.

In funzione del grado di consistenza dei terreni che costituiscono i primi 4/10 m del sottosuolo, in subordine alla valutazione dei cedimenti nel contesto dell'interazione terreno/struttura, per fabbricati che non impongano elevate tensioni sul suolo, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 1,0 \div 1,2 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,5 \div 2,0 \text{ m}$$

Nelle zone con presenza delle unità ghiaioso sabbiose – sabbioso ghiaiose a profondità

$$D = -2,0 \div 2,5 \text{ m pc}$$

sono utilizzabili, per piani di posa sulle stesse, carichi in termini di tensioni ammissibili mediamente corrispondenti a:

$$q_a = 1,2 \div 1,5 \text{ kgf/cm}^2$$

Per edifici con più di tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100/120 Ton per pilastro, ad eccezione delle aree con presenza di ghiaie sabbiose a profondità di -2/-2.5 m pc, è consigliabile valutare anche l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

- **Verticale litotecnica Zona B2:** è costituita dall'area compresa tra il bordo est di Ponte Enza e la SP 39 delimitata a nord della ferrovia MI-BO; appartengono a tale zona anche aree di limitata estensione a sud di Ex Frantoio Bertozzi; forma circa lo 0,5 %.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme, evidenziano la presenza nei primi 7/8 m del sottosuolo di argille limose – limi argillosi consistenti a basso grado di compressibilità, seguiti da -8 a -11 m pc da limi argillosi mediamente consistenti ai quali soggiacciono ghiaie sabbiose addensate.

In subordine alla verifica della compatibilità dei cedimenti in funzione dell'interazione terreno struttura, per fabbricati che non impongano elevate tensioni sul terreno sono adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti a:

$$q_a = 1,0 \div 1,2 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,0 \div 2,0 \text{ m}$$

Per edifici con più di tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100/120 Ton per pilastro, è consigliabile valutare anche l'adozione di fondazione a platea o di tipo profondo su pali.

- **Verticale litotecnica Zona C:** è costituita dal settore di Taneto ad ovest di Corte Rainusso – C. Bertana, delimitata a nord da via C. Battisti ed est da via Montegrappa – via Manfredi; forma circa il 2,3 % della area comunale.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme, evidenziano la presenza nei primi 6/7 m del sottosuolo di alternanze di strati argilloso limosi - limoso argillosi a medio – medio basso grado di compressibilità; alle profondità sottostanti sino a -13 m pc, si riscontrano alternanze limoso argillose – argilloso limose con intercalati subordinati strati lentiformi sabbiosi – sabbioso limosi a medio baso grado di consistenza e basso grado di densità relativa.

In subordine alla verifica della compatibilità dei cedimenti nel contesto dell'interazione terreno/struttura, in funzione del grado di consistenza dei litotipi che costituiscono i primi 7 m del sottosuolo, per strutture che non impongano elevate tensioni sul suolo sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 0,9 \div 1,2 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,0 \div 2,0 \text{ m}$$

Per edifici con più di tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100/120 Ton per pilastro, è consigliabile valutare l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

- **Verticale litotecnica Zona C2:** costituisce il settore orientale di Taneto tra via Manfredi – via Montegrappa e via Europa – SP 39 che delimita la zona anche a settentrione; forma circa il 1,3 % del territorio.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme, evidenziano la presenza di argille – argille limose consistenti nei primi 1 – 2 m dal piano campagna seguite da ghiaie sabbiose addensate sino a -3/-10 m pc. In funzione alla valutazione della compatibilità dei cedimenti nel contesto dell'interazione terreno/struttura, in funzione del grado di consistenza dei terreni che costituiscono i primi 3/10 m del sottosuolo, per strutture che non impongano elevate tensioni sul suolo sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 1,0 \div 1,2 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,0 \div 2,0 \text{ m}$$

Per piani di posa delle fondazioni direttamente sulle ghiaie sono utilizzabili carichi in termini di tensioni ammissibili mediamente corrispondenti a:

$$q_a = 1,2 \div 1,4 \text{ kgf/cm}^2$$

Per edifici con più di tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100/120 Ton per pilastro, è consigliabile valutare anche l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

- **Verticale litotecnica Zona D:** costituisce la fascia estesa sud - nord nel settore occidentale del territorio comunale tra il T. Enza e via Don G. Minzoni; forma circa il 8,3 % del territorio.

- Le caratteristiche geotecniche d'insieme evidenziano la presenza di alternanze limoso sabbiose - limose mediamente consistenti nei primi 1/3 m dal sottosuolo, seguite da ghiaie sabbiose a grado di addensamento alto con intercalati strati sabbiosi – limoso argillosi mediamente consistenti sino a -10/-20 m pc.

In subordine alla verifica della compatibilità dei cedimenti nel contesto dell'interazione terreno/struttura, per fabbricati che non impongano elevate tensioni sul terreno sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 0,8 \div 1,2 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,5 \div 2,5 \text{ m}$$

Per piani di posa delle fondazioni ubicate direttamente sulle ghiaie sono utilizzabili carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti a:

$$q_a = 1,2 \div 1,4 \text{ kgf/cm}^2$$

Per edifici con più di tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100/120 Ton per pilastro, è consigliabile valutare l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

- **Verticale litotecnica Zona E:** costituisce una stretta fascia estesa sud nord adiacente il T. Enza circa compresa tra C. Pesci – Pd.re Bosco - Rio Fontana Madonne; forma circa il 2,7 % del territorio.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme, escluse le zone interessate da pregresse attività estrattive con presenza di materiali di riporto e/o rimaneggiati, evidenziano la presenza di materiali prevalentemente ghiaioso sabbiosi – sabbiosi mediamente addensati – addensati sino a -5/-8 m pc.

In funzione del grado di consistenza dei terreni che costituiscono i primi 8 m del sottosuolo in subordine alla verificata di assenza di pericolo di liquefazione e della compatibilità dei cedimenti nel contesto dell'interazione terreno/struttura, per fabbricati che non impongano elevate tensioni sul terreno, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 0,8 \div 1,0 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,5 \div 2,0 \text{ m}$$

Per piani di posa delle fondazioni direttamente attestati sulle ghiaie – ghiaie sabbiose sono utilizzabili carichi in termini di tensioni ammissibili, corrispondenti a:

$$q_a = 1,2 \div 1,4 \text{ kgf/cm}^2$$

Per edifici con più di tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100/120 Ton per pilastro, è consigliabile valutare anche l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

- **Verticale litotecnica Zona F:** è costituita dalla fascia estesa sud – nord nella parte occidentale del territorio comunale circa compresa tra via Don G. Minzoni e via Bergamina, delimitata a nord dall'Autosole ad e sud dalla Ferrovia MI-BO, forma circa il 5,6 % del territorio.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme, evidenziano la presenza di una sequenza prevalentemente argilloso limosa – limoso argilloso a medio grado di compressibilità con intercalati subordinati strati lentiformi sabbiosi – sabbioso limosi mediamente addensati nei primi 10/15 m del sottosuolo; a questi ultimi seguono alternanze argilloso limose contenenti in subordine locali strati sabbioso ghiaiosi sino a -20/-25 m pc.

In funzione del grado di consistenza dei terreni che costituiscono i primi 8/15 m del sottosuolo, in subordine alla verifica della compatibilità dei cedimenti nel contesto dell'interazione terreno struttura, per fabbricati che non impongano elevate tensioni sul suolo sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 0,9 \div 1,0 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,2 \div 2,0 \text{ m pc}$$

Per edifici con più di tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100/120 Ton per pilastro, è consigliabile valutare l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

- **Verticale litotecnica Zona F2:** costituisce la fascia settentrionale occidentale estesa sud nord circa compresa tra via Don P. Borghi e la SP n° 38, delimitata a sud dall'Autosole ed a nord dal confine comunale; forma circa il 12,1 % del territorio.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme evidenziano la presenza di alternanze prevalentemente argilloso limose – limoso argillose consistenti, con subordinate intercalazioni sabbioso limose mediamente addensate, nei primi 12/14 m del sottosuolo; a queste ultime seguono analoghe alternanze alle quali si intercalano strati sabbiosi lentiformi mediamente addensati a profondità sottostanti -16/-18 m pc.

In funzione del grado di consistenza dei terreni che costituiscono i primi 10/15 m del sottosuolo, in subordine alla verifica di compatibilità dei cedimenti nel contesto dell'interazione terreno struttura, per fabbricati che non impongano elevate tensioni sul terreno, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 1,0 \div 1,2 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,2 \div 1,5 \text{ m}$$

Per edifici con più di tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100/120 Ton per pilastro, è consigliabile valutare anche l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

- **Verticale litotecnica Zona G:** costituisce la fascia centrale del territorio comunale estesa sud – nord da Taneto e l'Autosole compresa tra la SP n° 38 e via Canale della Spelta; forma circa il 4,4 % del territorio.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme evidenziano la prevalente presenza di alternanze limoso argillose a medio grado di consistenza nei primi 1 – 3 m del sottosuolo, seguite da sequenze prevalentemente sabbioso ghiaiose addensate con intercalati subordinati strati sabbioso limosi – limoso argillosi sino a -10/-15 m pc.

In funzione del grado di consistenza dei terreni che costituiscono i primi 4/15 m del sottosuolo, in subordine alla verifica della pericolosità di liquefazione e della compatibilità dei cedimenti nel contesto dell'interazione terreno/struttura, per fabbricati che non impongano elevate tensioni sul suolo, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretti con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 1,0 \div 1,2 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,5 \div 2,0 \text{ m}$$

Nelle zone con presenza delle unità ghiaioso sabbiose – sabbioso ghiaiose a profondità



$$D = -1,0 \div 2,0 \text{ m pc}$$

per piani di posa ubicati direttamente sulle stesse sono utilizzabili carichi in termini di tensioni ammissibili mediamente corrispondenti

$$q_a = 1,2 \div 1,4 \text{ kgf/cm}^2$$

Per edifici con più di tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100/120 Ton per pilastro, è consigliabile valutare anche l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

- **Verticale litotecnica Zona G2:** costituisce la fascia centrale dell'area comunale estesa sud – nord circa compresa tra via Don P. Borghi e via F.lli Gennaroli, delimitata a sud dall'Autosole ed a nord da C. Nova – C. Carrozza - C. Andreana; forma circa il 9 % del territorio.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme evidenziano la presenza di alternanze argilloso limose mediamente consistenti nei primi 2/3 m del sottosuolo, luoghi sostituite da -2 a -3 m pc da limi argillosi scarsamente consistenti; successivamente si riscontrano ghiaie sabbiose – sabbie, addensate sino a -8/-10 m pc.

In funzione del grado di consistenza dei terreni che costituiscono i primi 2/4 m del sottosuolo, in subordine alla valutazione della pericolosità di liquefazione e della compatibilità dei cedimenti nel contesto dell'interazione terreno/struttura, per fabbricati che non impongano elevate tensioni sul suolo, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 0,7 \div 1,0 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,5 \div 2,0 \text{ m}$$

Nelle zone con presenza delle unità ghiaioso sabbiose – sabbiose a profondità

$$D = -1,5 \div 2,0 \text{ m pc}$$

per piani di posa ubicati direttamente sulle stesse, sono utilizzabili carichi in termini di tensioni ammissibili mediamente corrispondenti

$$q_a = 1,2 \div 1,4 \text{ kgf/cm}^2$$

Per corpi di fabbrica con altezze maggiori di 10 m o con pilastri con trasmettono carichi al terreno maggiori di 100/120 Ton sono da valutarsi fondazioni a platea e/o su pali.

- **Verticale litotecnica Zona G3:** caratterizza il settore nord orientale del capoluogo circa tra via Valle – Collettore Vittoria – SP 55 Taneto/Nocetolo – Via Libertà, forma circa il 2,5 % del territorio.

Le caratteristiche geotecniche di insieme evidenziano la presenza di alternanze prevalentemente limoso sabbiose – sabbioso limose moderatamente addensate – poco addensate, potenzialmente liquefacibili, intercalate ad unità limoso argillose – argilloso limose mediamente consistenti, che a zone si arricchiscono decisamente in componenti sabbiose a medio grado di addensamento.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme, in subordine alla valutazione della pericolosità di liquefazione e dalla compatibilità dei cedimenti nel contesto dell'interazione terreno/struttura, indicano che per fabbricati che non impongano carichi elevati al terreno e per pilastri che trasmettono tensioni al terreno non eccedenti 100/120 Ton, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi sul terreno in termini di tensioni ammissibili corrispondenti a:

$$q_a = 0,8 \div 1,0 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,5 \div 2,0 \text{ m}$$

- **Verticale litotecnica Zona H:** è costituita dalla zona Industriale Vecchia Puglia e Zona Industriale di Gattatico a nord dell'Autosole, forma circa il 2,9 % del territorio comunale.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme evidenziano la presenza di alternanze prevalentemente argilloso limose – limoso argillose a grado di consistenza variabile da medio basso a medio, contenenti in subordine strati lentiformi sabbioso limosi – sabbiosi, nei primi 10 m del sottosuolo, a queste ultime seguono analoghe sequenze con intercalati strati sabbiosi – sabbioso ghiaiosi mediamente addensati tra -11/-12 m pc e -17/-20 m pc.

In subordine alla verifica della compatibilità dei cedimenti nel contesto dell'interazione terreno/struttura, per fabbricati che non impongano elevate tensioni sul suolo, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 0,8 \div 1,0 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,2 \div 2,0 \text{ m}$$

Per edifici con più di tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100/120 Ton per pilastro, è consigliabile valutare anche l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

- **Verticale litotecnica Zona I:** è costituita dalla fascia estesa sud – nord nella parte orientale del territorio comunale circa compresa tra Canale della Spelta ed il confine comunale orientale con Campegine, delimitata a nord dall'Autosole ed a sud dalla ferrovia MI-BO, ad eccezione dell'area di Martinazzo orientale appartenente alla zona CD di seguito descritta e dalla fascia all'estremità sud orientale appartenente dalla zona G3 precedentemente descritta; forma circa il 7,2 % del territorio comunale.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme evidenziano la presenza una sequenza prevalentemente argilloso limosa – limoso argillosa a medio grado di compressibilità da medio a medio elevato con intercalati subordinati sottili strati lentiformi sabbiosi mediamente addensati nei primi 9/10 m del sottosuolo; a questi ultimi soggiacciono alternanze argilloso limose consistenti con lenti sabbiose poco addensate sino a -14 /-15 m pc e successivamente limose.

Analoghe alternanze seguono sino a -25 m pc nelle quali sono presenti locali intercalazioni lentiformi sabbioso ghiaiose tra -17/-18 m pc.

In funzione del grado di consistenza dei terreni che costituiscono i primi 8/9 m del sottosuolo, in subordine alla verifica della compatibilità dei cedimenti nel contesto dell'interazione terreno struttura, per fabbricati che non impongano elevate tensioni sul suolo sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 0,7 \div ,09 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,5 \div 2,0 \text{ m}$$

Per edifici con più di tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100/120 Ton per pilastro, è consigliabile valutare anche l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

- **Verticale litotecnica Zona L:** costituisce il settore orientale del territorio a settentrione dell'Autosole delimitato ad ovest di via Canale della Spelta ed a settentrione dalla SP 55 - via G. Garibaldi e la fascia ovest - est a nord del capoluogo tra Laghetti Pesca Sportiva ed Olmo - Canalazzo di Brescello; forma circa il 26,4 % del territorio.

Le caratteristiche geotecniche d'insieme evidenziano la presenza di alternanze prevalentemente argilloso limose - limoso argillose consistenti, con subordinate intercalazioni sabbioso limose mediamente addensate, nei primi 5/6 m del sottosuolo, alle quali seguono alternanze limose - limoso sabbiose poco consistenti sino a -7/-8 m pc; successivamente si rinvengono argille limose - limi argillosi mediamente consistenti con locali lenti sabbiose - sabbioso limose poco addensate sino a -10/-12 m pc; a queste ultime soggiacciono argille limose - argille consistenti sino a -15/-20 m pc. In funzione del grado di consistenza dei terreni che costituiscono i primi 5/10 m del sottosuolo, in subordine alla verifica di compatibilità dei cedimenti nel contesto dell'interazione terreno struttura, per fabbricati che non impongano elevate tensioni sul terreno, sono generalmente adottabili fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili corrispondenti mediamente a:

$$q_a = 0,8 \div 1,0 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,5 \div 2,0 \text{ m}$$

Per edifici con più di tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100/120 Ton per pilastro, è consigliabile valutare anche l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

- **Verticale litotecnica Zona M Cedimenti differenziali:** costituisce la fascia settentrionale del territorio estesa ovest est dal confine orientale al Canalazzo S. Sisto ad ovest, sita a nord di via G. Garibaldi, ad eccezione delle aree allungate sud nord appartenenti alle zone G2 e G3; caratterizza inoltre un'areale nella parte occidentale centrale della superficie comunale tra Molino di Fiesso e stabilimenti Proctor & Gamble e la zona orientale centro meridionale all'intorno di Martinazzo Orientale; forma circa il 12,2 % della superficie comunale.

Le verticali litotecniche evidenziano una sensibile variabilità laterale del grado di consistenza che caratterizza aree a medio - medio elevato grado di compressibilità costituite da alternanze limoso argillose e limoso sabbiose con intercalate lenti sabbiose da mediamente a poco addensate nei primi 6/8 m del sottosuolo; successivamente si riscontrano sequenze argilloso limose – limoso argillose mediamente consistenti con intercalati strati sabbiosi lentiformi poco addensati sino a -15 m pc.

In funzione del grado di consistenza e della sua variabilità laterale dei terreni che costituiscono i primi 6/8 m del sottosuolo, in subordine alla valutazione della compatibilità dei cedimenti nel contesto dell'interazione terreno/struttura e della pericolosità di liquefazione di locali strati lentiformi sabbioso limosi, per fabbricati che non impongano elevate tensioni sul suolo è possibile valutare l'adozione di fondazioni di tipo diretto con utilizzi di carichi in termini di tensioni ammissibili mediamente corrispondenti a:

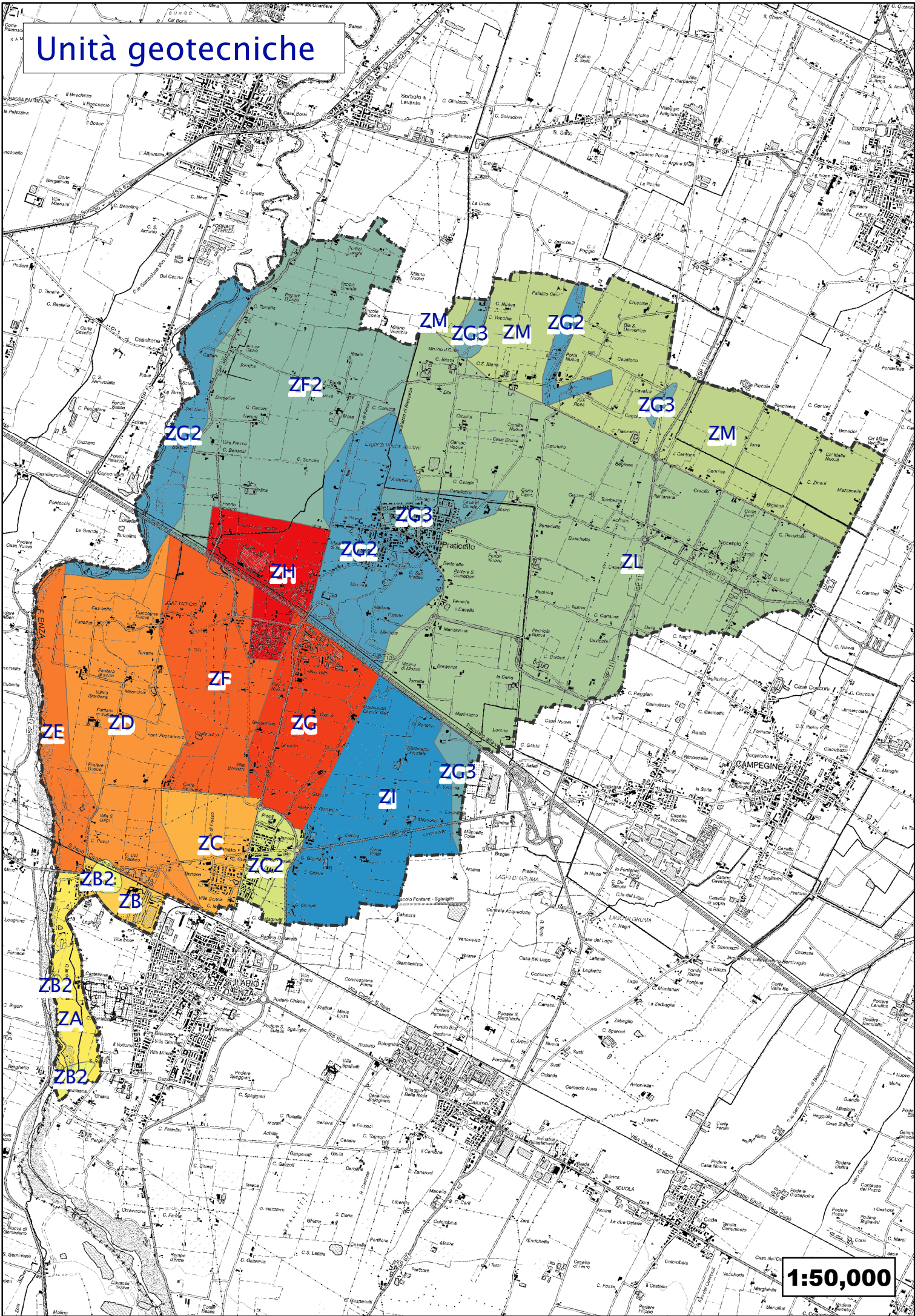
$$q_a = 0,8 \div 1,0 \text{ kgf/cm}^2$$

per piani di posa situati a profondità dal piano campagna equivalenti a:

$$D = 1,5 \div 2,0 \text{ m}$$

Per edifici con più di tre piani fuori terra o carichi totali superiori alle 100/120 Ton per pilastro, è consigliabile valutare anche l'adozione di fondazioni a platea o di tipo profondo su pali.

# Unità geotecniche



1:50,000

## 7.1 SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

In relazione alla presenza nei primi 10/15/20 m del sottosuolo di strati sabbiosi – sabbioso fini e sabbioso limosi, in percentuale rappresentata frequentemente inferiore rispetto alle componenti limoso argillose ed argilloso limose, saturati dalla falda idrica sotterranea, si è effettuata l'analisi di risposta dei terreni in rapporto a condizioni di sollecitazione dinamica.

In funzione delle condizioni locali le verifiche sono state sviluppate per i terreni saturi escludendo da tale analisi i litotipi con contenuto in granulometria più fine di 0,005 mm superiore al 20%, poiché non liquefacibili.

La valutazione è stata eseguita in condizioni *free field* poiché è la configurazione più sfavorevole per il rischio di liquefazione.

### **Accelerazione attesa nel sito**

In funzione delle risultanze ottenute nell'analisi di risposta sismica locale si sono applicate accelerazioni al suolo ottenute dall'analisi di risposta sismica locale effettuata con codice di calcolo, comprese tra:

$$a_{\max}/g = 0.18 \div 0,24$$

In riferimento a detto parametro e considerando una magnitudo  $M_w = 6,14$ , è stata sviluppata la verifica della suscettività alla liquefazione.

### **Suscettività alla liquefazione**

L'analisi delle condizioni di rischio per i litotipi potenzialmente liquefacibili si è eseguita mediante il metodo di *Robertson & Wride modificato (1997b)*, utilizzando il fattore di scala della magnitudo per  $M_w < 7,5$  raccomandato da *Yould ed alii (2001)* che definisce la suscettività alla liquefazione in rapporto ai valori di  $q_c$  ed alla sollecitazione tangenziale ciclica.

Il coefficiente di sicurezza alla liquefazione è stato determinato mediante la relazione:

$$FSL = \frac{CRR_{7,5}}{CSR} \cdot MSF$$

dove:

**FSL** = coefficiente di sicurezza

$$CRR = 93 \cdot \left[ \frac{(qc_{ln})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0.08$$

dove:

$(qc_{ln})_{cs}$  = valore resistenza alla punta normalizzato, funzione di CF (% componenti fini) e di K, funzione di IC (indice del tipo di terreno); kPa

$$CSR = \frac{\tau_d}{\sigma'_0} = 0,65 \frac{A}{g} \frac{\sigma_0}{\sigma'_0} (1 - 0,015z)$$

dove

$\tau_d$  = tensione tangenziale ciclica;  $\tau_e$  = resistenza del terreno

$\sigma_0$  = tensione verticale totale;  $\sigma'_0$  = tensione verticale efficace

A/g = valore di accelerazione; z = profondità dello strato



$\Delta n_f$  = coefficiente funzione del contenuto in materiali fini

$CRR_{7,5}$  = capacità di resistenza ciclica riferita a  $M = 7,5$

$MSF$  = fattore di magnitudo riferito all'intensità attesa in sito

Il modello di calcolo elabora gli intervalli potenzialmente suscettibili alla liquefazione in funzione del contenuto di materiali fini, restituendo i coefficienti di sicurezza sulla verticale della prova penetrometrica.

I risultati sono espressi mediante il valore dell'indice del potenziale di liquefazione  $I_L$  ( $I_L$ ), definito come:

$$I_L = \int_0^{20} F(z)w(z)dz$$

in cui  $z$  è la profondità dal piano campagna in metri e  $w(z) = 10 - 0,5z$ .

Ad una data quota  $z$  il fattore  $F(z) = F$  vale (Sonmez, 2003):

$$\begin{array}{ll} 0 & \text{per } F_L > 1,2 \\ 2 * 10^6 * e^{-18.427 * F_L} & \text{per } 0,95 < F_L \leq 1,2 \\ 1 - F_L & \text{per } F_L \leq 0,95 \end{array}$$

dove  $F_L$  è il fattore di sicurezza alla liquefazione alla quota considerata.

In riferimento al valore di accelerazione al sito come sopra esposto, si è sviluppata l'analisi di suscettività alla liquefazione, considerando presenza della falda freatica a quote variabili tra -5 e -2,5 dal piano campagna nella fascia di territorio ovest est tra Taneto e l'Autosole, tra -2,5 e -2,0 m pc tra detta autostrada ed il Cavo Canalazzo, tra -1,0 e -2,0 m pc tra quest'ultimo ed il confine comunale settentrionale, come hanno mostrato le quote dei livelli idrici rilevati e visualizzati nella carta della soggiacenza dell'acquifero.

Le elaborazioni sviluppate hanno evidenziato, nelle verticali di indagine, la presenza di strati sabbiosi – sabbioso limosi, saturati dalla falda idrica sotterranea con valori del coefficiente di sicurezza alla liquefazione inferiori a 1 ed in netta prevalenza prossimi a tale valore.

In funzione di detti coefficienti è stato calcolato l'Indice del Potenziale di Liquefazione ( $LPI - Iwasaki, 1982$ ).

La classificazione proposta da Sonmez (2003), per potenziale liquefazione pari a 0 definisce una pericolosità di liquefazione assente nulla, per  $0 \leq IL < 2$  la pericolosità è bassa, per  $2 \leq IL < 5$  la pericolosità è moderata, per  $5 \leq IL < 15$  è elevata.

I valori puntuali di  $IL$  sono visualizzati, per le prove analizzate, nelle carte dei fattori di amplificazione.

I valori ottenuti hanno evidenziato per il 75,7 % delle verticali  $IL = 0 \div 0,2$  e pertanto un grado di pericolosità di liquefazione nullo; per quanto riguarda il campo dei valori di  $IL$   $0,2 \div 1$  corrispondente al 19,8 %, la pericolosità di liquefazione è di grado molto basso – praticamente nullo, per i valori,  $IL = 1 \div 2$  corrispondenti al 2,7%, la pericolosità di liquefazione è molto bassa – bassa; in percentuale nettamente inferiore: 0,9 % (1 verticale) i terreni appartengono al campo  $2 \div 5$  a pericolosità moderata; una percentuale ridotta: 0,9% (1

verticale), denota pericolosità elevata  $IL > 5$ . Le condizioni di pericolosità bassa – molto bassa sono sostanzialmente localizzate nella fascia centrale estesa sud nord del territorio comunale della zona Industriale di Gattatico, dal capoluogo ad Olmo costituita dal paleoalveo di Taneto - Praticello.

Le valutazioni effettuate evidenziano che la netta prevalenza del territorio comunale è contraddistinta da pericolosità di liquefazione da nulla a molto bassa – praticamente trascurabile ( $I_L < 1,0$ ) per il 95% delle verticali esaminate ed una percentuale molto inferiore a grado di pericolosità bassa 3%, una percentuale molto ridotta 2% denota pericolosità moderata risulta in un'area di limitata estensione a nord di Muraglie capoluogo nella quale è presente una verticale a pericolosità elevata.

Tali condizioni concordano con le caratteristiche geomorfologiche territoriali: area di media pianura.

Nell'insieme le analisi svolte esprimono un indice di pericolosità di liquefazione da nullo a basso 98% non liquefacibile e pertanto un indice territoriale di potenziale suscettività alla liquefazione di tipo estremamente basso.



## 8 INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Per determinare le velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio Vs, delle unità litotecniche che costituiscono i primi 40 ÷ 60/70 m del sottosuolo, sono state effettuate prospezioni geofisiche a rifrazione a doppia acquisizione dei segnali sismici con metodo integrato Re.Mi/MASW, mediante stendimenti ad antenna monodirezionale con lunghezza di 69 m, e verticali puntuali a stazione singola con acquisizione di microtremori con metodo Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr).

Queste ultime sono state sempre eseguite congiuntamente alle prospezioni Re.Mi/MASW.

Dette indagini, che saranno in maggior dettaglio di seguito elencate, sono state distribuite sul territorio sia in funzione delle finalità di caratterizzazione sismica dell'urbanizzato, degli ambiti suscettibili di urbanizzazione e delle principali infrastrutture; oltre a ciò sono state effettuate verticali di acquisizione delle Vs anche in altri siti al fine di individuare i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio dei vari tipi di terreni e loro spessore, presenti nel territorio di Gattatico.

Le indagini effettuate in rapporto all'estensione dell'area comunale, hanno esaminato il territorio con 1 punto di analisi con mappa 0,6/0,9 km (0,5 ÷ 0,8 kmq) per le aree urbanizzate del capoluogo di 0,8/1,0 km per le zone industriali – uso produttivo (0,9 ÷ 1,2 kmq) e di 1,0 ÷ 1,2 km per le zone extraurbane (1,2 ÷ 1,6 kmq).

Il totale dei punti di indagine utilizzati per le analisi di microzonazione sismica è visualizzato nell'allegata omonima figura G2 in scala 1:25.000.

### 8.1 Microtremori con la tecnica HVSr

Le indagini a stazione singola con acquisizione di microtremori ambientali si sono effettuate in 51 punti, che sono stati integrati 10 analoghe verticali precedentemente eseguite in territorio di Gattatico e da 7 nell'adiacente comune di Campegine; pertanto nella zona analizzata sono stati utilizzati in totale di 68 punti, distribuiti con maglia statisticamente rappresentativa che rapportata all'estensione del territorio comunale: 42.36 kmq, ha consentito di esaminare lo stesso secondo dimensioni areali di 0,5 ÷ 1 kmq.

Le prospezioni sono state eseguite utilizzando un sismometro modello "SR04 GeoBox" (Sara Electronic Instruments) attrezzato con sensori da 4,5 Hz di frequenza propria ed un sismometro Tromino, entrambi ad elevata dinamica (24 bits).

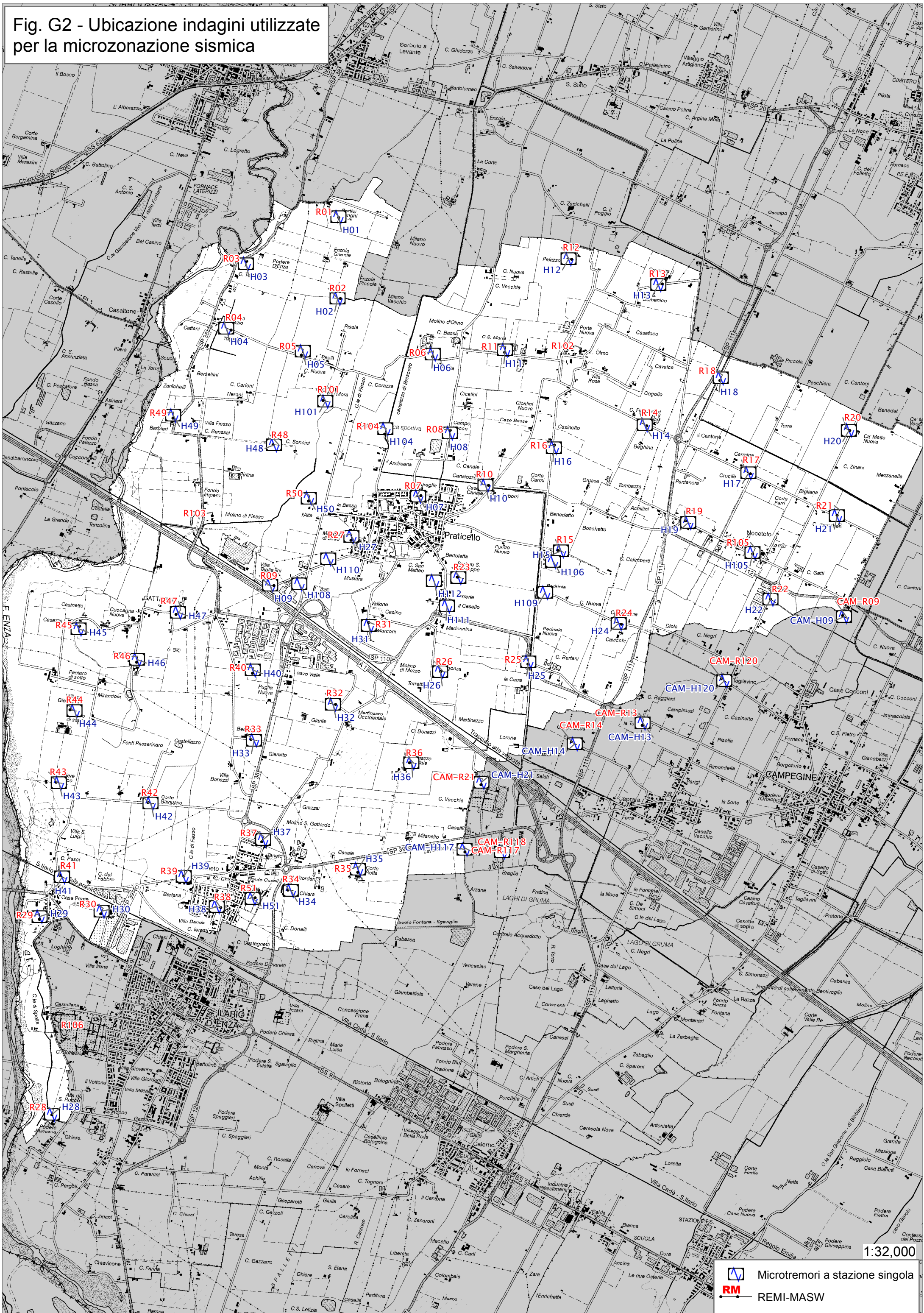
Le acquisizioni sono state effettuate campionando il segnale a 200 Hz per una durata di circa 30 minuti.

Tali dati sono stati analizzati con la tecnica HVSr (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) utilizzando il programma *Grilla*.



L'elaborazione dei dati acquisiti ha evidenziato i risultati riportati nelle allegate schede "Indagine HVSr" in cui la linea rossa continua in grassetto evidenzia la media delle finestre di calcolo, mentre le linee sottili rappresentano l'intervallo di confidenza al 90% rispetto alla media calcolata.



Fig. G2 - Ubicazione indagini utilizzate per la microzonazione sismica



1:32,000

 Microtremori a stazione singola  
 REMI-MASW



## **8.2 Prospezione sismica a rifrazione passiva/attiva Re.Mi./MASW**

Le prospezioni, effettuate in numero complessivo di 51, sono state eseguite con un sismografo digitale a 24 canali ad elevata dinamica *GEOMETRICS GEODE*, attrezzato con 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, disposti ad interasse di 3 m per una lunghezza totale di ogni stendimento di 69 m, dette indagini sono state integrate da 6 analoghe prospezioni precedentemente eseguite.

Nella procedura del “metodo attivo” le onde superficiali sono generate mediante una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e sono registrate da uno stendimento lineare costituito ricevitori posti a distanza costante.

Il procedimento del “metodo passivo” presenta caratteristiche geometriche dello stendimento uguali a quelle del sistema attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (microtremore) prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali).

Le due tecniche esaminano bande spettrali differenti: il metodo attivo consente di acquisire in modo dettagliato una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce significative informazioni relative alla parte più superficiale del sottosuolo (fino a circa 10-20 m di profondità); il metodo passivo permette di determinare e definire una curva di dispersione nelle bande di frequenza tra 2 e 20 Hz e fornisce informazioni di maggior dettaglio sugli strati più profondi.

La combinazione delle due tecniche, mediante elaborazione integrata, consente di ottenere uno spettro completo nella banda di frequenza comprese tra 2 e 40 Hz e permette una dettagliata ricostruzione dell'andamento della velocità delle onde di taglio fino a circa 40-80-100 m di profondità, in funzione della lunghezza dello stendimento e della densità dei terreni.

Nell'esecuzione della prova MASW (attiva) è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di 10 Kg battente su piattello metallico. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di stacking). La sorgente è stata posta ad una distanza di 6 e 10 m dal primo geofono (“Optimum Field Parameters of an MASW Survey”, *Park et al., 2005; Dal Moro, 2008*).

Per l'acquisizione dei microtremori ambientali (Re.Mi.) sono state effettuate venti registrazioni della durata di 30/50 sec con una frequenza di campionamento di 500 Hz.

L'elaborazione del segnale consiste nell'operare, tramite un opportuno software, una trasformata bidimensionale “*slowness-frequency*” ( $p$ - $f$ ) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentare lo spettro di potenza su un grafico  $p$ - $f$ . Gli spettri delle singole acquisizioni sono quindi mediati, escludendo eventualmente quelli che presentano una bassa coerenza.

In tale spettro mediato si evidenziano gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza significativa, permettendo un riconoscimento visivo delle onde di superficie (che hanno carattere dispersivo), da quelle riconducibili ad altri modi e tipi (onde di superficie di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente).

In funzione di quanto esposto è possibile effettuare un “*picking*”, attribuendo ad un certo numero di punti una o più *slowness* ( $p$  o  $1/velocità$  di fase) ed ottenere una “*curva di dispersione*”.

Quest'ultima è visualizzata su un diagramma in cui appare anche la curva di dispersione calcolata in base ad un modello di Vs che è modificabile in sede di elaborazione. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità, la curva di dispersione calcolata è adattata sino ad aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking.

I risultati ottenuti ed i relativi diagrammi di elaborazione sono visualizzati nelle allegate schede "indagine Re.Mi.- Re.Mi./MASW, riportanti lo spettro di potenza mediato, la curva di dispersione, sia sperimentale che calcolata, ed il relativo modello interpretativo.

## 9 PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

### 9.1 Carta delle indagini

In riferimento all'analisi delle caratteristiche litotecniche territoriali è stata effettuata una raccolta dati, mediante un censimento, delle indagini geognostiche e geofisiche realizzate per varie finalità nel territorio oggetto di analisi, presso le Amministrazioni Pubbliche Locali: Ufficio Tecnico Comunale, Servizio Tecnico Degli Affluenti del Po, database Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli Regione Emilia Romagna.

In considerazione del contesto geo-litologico in primo luogo sono state considerate, tutte le indagini sismiche di tipo Re.Mi, HVSR prove penetrometriche statiche CPT Rm, CPTU, sondaggi meccanici.

Successivamente è stata effettuata una selezione di dette documentazioni in base alla valutazione dell'attendibilità del dato.

In sintesi tra le indagini esistenti sono stati selezionati complessivamente:

- 305 prove penetrometriche statiche, CPT-RM.
- 7 prove penetrometriche CPTE
- 22 prove penetrometriche CPTU
- 30 Sondaggi meccanici a carotaggio continuo (SM)
- 27 Stratigrafie derivanti da perforazioni di pozzi per acqua (PA)
- 64 prospezioni sismiche a rifrazione con metodo passivo ad antenna monodimensionale: Re.Mi.
- 68 prospezioni sismiche con metodo sismico passivo con tecnica a stazione singola H.V.S.R.

In riferimento alla caratterizzazione degli ambiti: urbanizzati a quelli di prevedibile nuovo sviluppo, frazioni e principali reti infrastrutturali, preventivamente selezionati in accordo con l'U.T. Comunale, per i quali risulta necessario effettuare gli approfondimenti sismici prescritti dai testi di indirizzo riportati in premessa, sono state eseguite le seguenti indagini:

- 51 prospezioni di sismica a rifrazione con metodo integrato passivo/attivo con antenna monodirezionale Re.Mi./MASW; pertanto comprendendo quelle precedentemente eseguite nell'area comunale che in quelle adiacenti si ottiene un n° complessivo di 64 siti di misura
- 51 prospezioni di sismica passiva con tecnica a stazione singola H.V.S.R., comprendendo quelle precedentemente eseguite nel territorio comunale e di quelli adiacenti si ottiene un n° complessivo di 68 siti di misura.

Le indagini, distinte in esistenti e nuove, sono state georeferenziate in apposito elaborato cartografico in scala 1:10.000 comprensivo dell'intero territorio comunale; le prospezioni geofisiche hanno coperto quest'ultimo secondo una maglia sub quadrata – rettangolare con lati

di 500 ÷ 1000 m nell'area sede del capoluogo, zona industriale e delle principali frazioni, con interassi di 1000 ÷ 1300 ÷ 1500/2000 m nelle zone extraurbane.

## 9.2 Carta delle frequenze naturali del terreno

La campagna di prospezioni geofisiche eseguite nell'area comunale di Gattatico, unitamente a quelle precedentemente effettuate nella medesima, ha permesso di determinare le caratteristiche in termini di frequenza di vibrazione dei tipi litologici che formano il sottosuolo delle zone sede dell'urbanizzato, di previsto sviluppo, frazioni, case sparse, del territorio di Gattatico.

A tale finalità sono state utilizzate:

- 68 verticali a stazione singola con acquisizione di microtremori (HVSR)

Nel contesto delle indagini effettuate, relativamente alle analisi di approfondimento di primo livello, sono risultate significativamente efficienti le verticali con acquisizione di microtremori con stazione singola: HVSR. I dati ottenuti dalle elaborazioni di tali indagini consentono infatti 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 diretta (anche se non lineare) tra i fenomeni di "risonanza" e l'amplificazione del moto del suolo in concomitanza di sollecitazione sismica (effetti di sito), è evidente l'efficienza di detta tipologia d'indagine 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 e di ampiezza del picco HVSR nelle seguenti classi:

Frequenze Hz	Ampiezze A
$F_0 < 0,8$	
$0,8 \leq F_0 < 1$	
$1 \leq F_0 < 2$	$1,0 \leq A < 2$
$2 \leq F_0 < 3$	$2,0 \leq A < 3,0$
$3 \leq F_0 < 7$	$A \geq 3,0$
$7 \leq F_0 < 10$	
$F_0 > 10$	

Dette associazioni sono riportate nella tavola "Frequenze Naturali Terreni" - Tav. 1.7); 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.

Mediante questa indicizzazione dei risultati è stato possibile valutare la distribuzione delle classi di frequenza e ampiezza sul territorio e sviluppare alcune considerazioni qualitative sull'area oggetto di studio.

I valori delle frequenze principali nel territorio di Gattatico presentano significativo campo di variabilità prevalentemente compreso tra 0.7/1.0 HZ nella parte settentrionale (nord Autosole) e nella fascia centrale meridionale estesa sud nord da Taneto a vecchia puglia, ad eccezione di un locale massimo con  $F_0 > 10$  a nord ovest di Praticello correlabile ad un locale arricchimento in sequenze sabbiose nei primi 3/10 m del sottosuolo.

I valori delle frequenze principali aumentano nettamente nella fascia occidentale centrale ed in quella meridionale occidentale da Cuccagna Nuova a Pod.re Burasca nelle quali le frequenze sono mediamente variabili tra  $F_0 = 7 \div >10$  Hz ad eccezione della zona dei Pantari dove  $F_0 = 0,65$  Hz.

Tali parametri concordano con il modello litostratigrafico del sottosuolo dell'area in esame (tav. 1.7) che nelle zone meridionali e occidentali centro meridionali, è caratterizzata sino a -30/-100 m dal piano campagna da sequenze prevalentemente ghiaiose addensate in percentuale rappresentata nettamente superiore in rapporto alle componenti fini e minore profondità dal piano campagna delle ghiaie rispetto alle aree più ad oriente (est di via Don Minzoni) correlata alla presenza della parte più recente del corpo di conoide del T. Enza (G.P. Mazzetti, A. Z. Nasser, S. Gilli; 2002). Procedendo in direzione occidentale il complesso delle unità ghiaiose più profonde evidenzia uno sviluppo in direttrice nord ovest, nel sottosuolo del territorio di Campegine, con ampliamento del ventaglio del fronte di conoide. Concorre inoltre all'incremento del comportamento più rigido la minore profondità in tale zona del tetto di Sintema Emiliano Romagnolo Inferiore AEI che si rinviene a -150/-200 m dal piano campagna.

D'altra parte i valori relativi inferiori (0.7/1.0 Hz) generalmente si riscontrano nelle zone settentrionali e nella fascia centrale meridionale Taneto – Vecchia Puglia nelle quali prevalgono nei primi 70/100 m del sottosuolo gli orizzonti argilloso limosi – limoso argillosi rispetto a quelli ghiaioso sabbiosi che in tali settori si approfondiscono maggiormente rispetto al piano campagna; oltre a ciò nelle zone in oggetto il tetto del sintema AEI incrementa in profondità attestandosi a -220 /-230  $\div$  >-300/-400 m dal piano campagna.

La distribuzione sul territorio dei valori relativi maggiori individuano una fascia orientata sud – nord sub parallela al T. Enza da Pod.re Burasca a Ponte Enza – P.dre. Bosco Nuova con  $F_0 = 6 > 10$  Hz; nell'area dei Pantani si riscontrano minimi di  $F_0 = 0,65/0,75$  Hz concordanti con la sopra citata profondità del tetto di AEI; a settentrione di questi ultimi nella zona tra Casazza e Cuccagna Nuova la frequenza principale incrementa ad  $F_0 = -9,9$  Hz in accordo con l'aumento dello spessore dei corpi ghiaiosi con l'approssimarsi al T. Enza.

Gli areali con valori relativi intermedi (3/4 Hz) caratterizzano il territorio ad ovest di Taneto ed a sud di via Battisti nelle quali la profondità di AEI si rinviene a -150/-170 m pc e le percentuali e spessori degli orizzonti ghiaiosi sono decisamente maggiori rispetto alla zona ad oriente del Rio Fontana Corte/Cavo Giarola.

Le frequenze inferiori  $F_0 = 0.65/1.0$  Hz, caratterizzano la netta prevalenza del territorio a settentrione dell'Autosole e la zona allungata sud nord centro meridionale Taneto – Vecchia Puglia ad est di via Bergamina, nel sottosuolo della quale si evidenzia una fascia di discontinuità tra la parte superiore della conoide d'Enza e quella più profonda meno recente;

i minori valori di  $F_0$  a nord dell'Autosole concordano con l'approfondimento del tetto di AEI e con la netta diminuzione in presenza e spessore degli orizzonti ghiaioso sabbiosi e sabbiosi nei primi 250/400 m del sottosuolo.

### **9.3 Tetto delle ghiaie e del substrato a comportamento rigido: bedrock sismico**

Gli elementi nel sottosuolo delle zone di pianura che influenzano il moto in superficie sono rappresentati da depositi a comportamento relativo più rigido quali le unità o corpi prevalentemente ghiaioso sabbiosi - sabbiosi più o meno lentiformi nei primi 10 ÷ 20/30 m del sottosuolo e la profondità del substrato a comportamento rigido: bedrock sismico.

#### **9.3.1 Tetto Ghiaie e sabbie**

La carta del tetto delle ghiaie - ghiaie sabbiose e delle unità sabbiose, ottenuta dall'analisi congiunta delle prove penetrometriche CPT - stratigrafie di sondaggi meccanici, dei pronunciati contrasti d'impedenza nei primi 5 ÷ 20 m del sottosuolo evidenziati da alcune delle verticali Re.Mi/MASW eseguite, visualizza la profondità in m rispetto al piano campagna delle litozone nelle quali prevalgono le componenti ghiaioso sabbiose - sabbiose.

Il tetto delle sabbie ghiaiose e sabbie evidenzia le profondità relative minori -2/-10 m pc, nella fascia occidentale del territorio comunale (tra T. Enza e Corte Rainusso - Gattatico) e nella zona allungata sud nord Taneto - Praticello tra via Bergamina / canale di Fiesso e via Canale della Spelta.

L'assetto spaziale nel sottosuolo di dette litozone evidenzia che i corpi di maggior estensione e spessore sopra descritti sono correlabili al tratto di corso più recente del T. Enza ed alla propaggine nastriforme del corpo di canale fluviale al fronte della conoide alluvionale del paleoalveo di Taneto - Praticello che in direzione settentrionale tende ad arricchirsi in componenti sabbiose.

Le profondità relative maggiori >-20 m pc, del tetto delle ghiaie si rilevano nella fascia occidentale tra via Bergamina ed allineamento Corte Rainusso/Gattatico e nel settore orientale del territorio comunale ad ovest di via Canale della Spelta ed analogamente a nord dell'Autosole ad eccezione della fascia di Praticello.

In queste ultime le unità rappresentate sono quelle sabbiose che descrivono fasce discontinue allungate in verso sud nord nelle quali gli spessori dei corpi sabbiosi variano mediamente tra 4 e 6 m; dette unità si osservano tra Molino dell'Olmo - C. Vecchia, Olmo - Palazzo Ceci, Olmo - Casafuoco, tra Cantone e Cavalca, nelle zone settentrionali, nell'area di Pedriola nel settore centro orientale, all'intorno di Martinazzo Orientale e tra Milanello e Martinazzo nel territorio sud orientale.

La distribuzione areale delle profondità minori del tetto delle ghiaie e delle sabbie concorda con le caratteristiche di accrescimento deposizionale territoriale: Paleoalveo di Taneto - Praticello e la fascia delle risorgive nella zona Corte Rainusso - Pantaro di Sotto, come evidenziato dall'analisi geomorfologica.



### 9.3.2 Tetto del substrato a comportamento rigido: bedrock sismico

Le profondità dal piano campagna e l'assetto spaziale, dell'unità litotecnica che localmente indica comportamento relativo più rigido, con caratteristiche assimilabili al bedrock sismico, sono state individuate in funzione dei valori di frequenza principale ottenuti dalle prospezioni HVSR e dalle velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio della successione litotecnica che costituisce i primi 200/300 m del sottosuolo, valutate in base ai dati di  $V_s$  ottenuti dalle prospezioni linear array Re.Mi.

In riferimento a tali dati mediante la relazione:

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

si è stimata la profondità dal piano campagna alla quale sono rinvenibili gli orizzonti litotecnici assimilabili al bedrock sismico, assunto con  $V_s = 700$  m/sec.

Tale stima è stata integrata in base al prolungamento in profondità dell'inclinazione delle parti terminali dei profili  $V_s$  delle verticali Re.Mi/MASW, nelle quali tale analisi risultava affidabile, sino al raggiungimento dei sopra indicati valori di  $V_s$ .

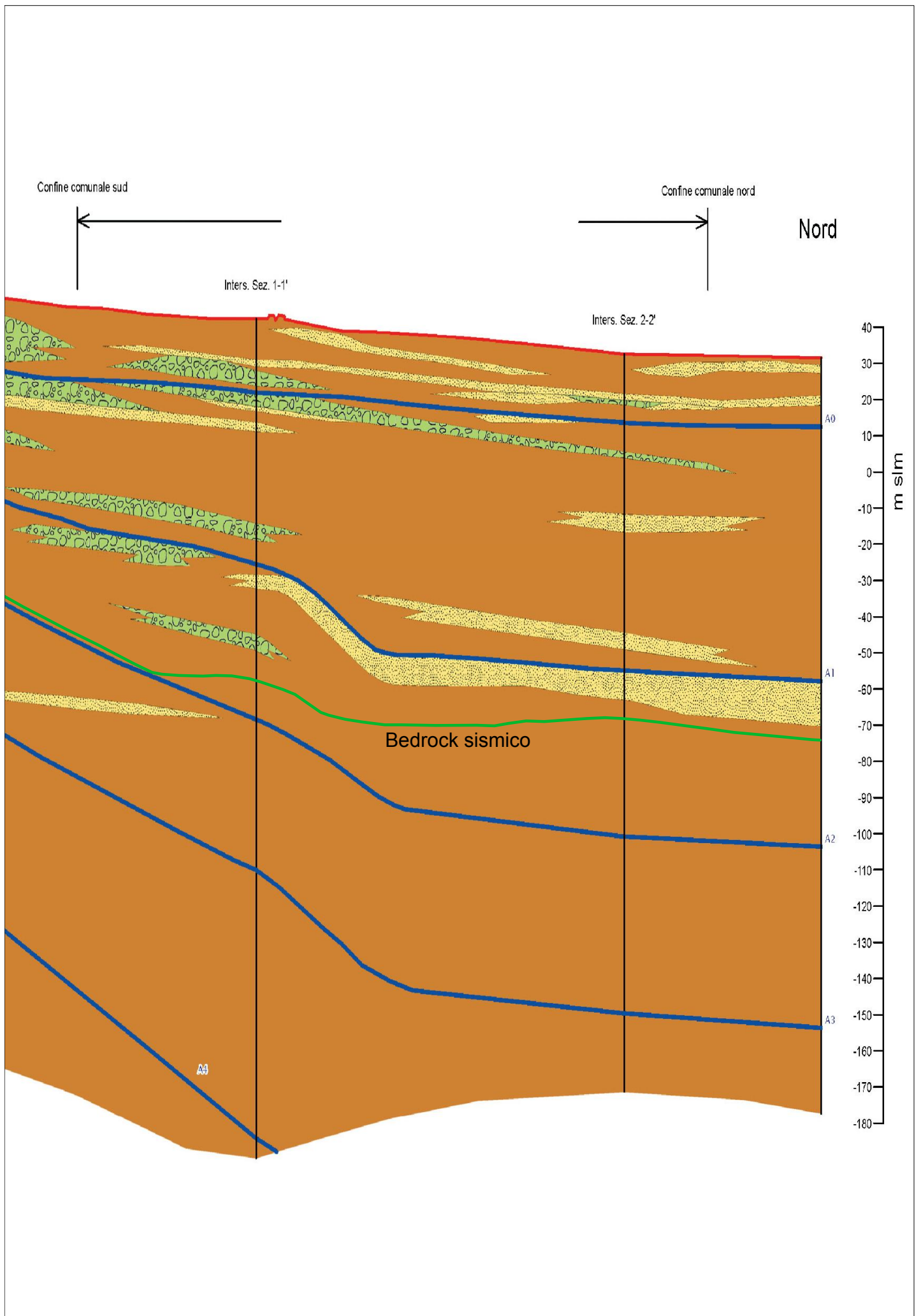
L'andamento spaziale denota una generale tendenza ad assecondare l'assetto della base dei depositi continentali del Sintema Emiliano Romagnolo Superiore ed in particolare dell'unità stratigrafica AES2. Il tetto dell'unità assimilabile al bedrock sismico evidenzia geometrie con gradiente di incremento della profondità più accentuate nel sottosuolo delle zone meridionali occidentali del territorio comunale: settori a sud di via C. Battisti e denota assetti che assecondano l'orientamento dello sovrascorrimento a forma arcuata esteso in direzione sud est circa secondo l'allineamento Pantaro di Sotto – Villa Bonazzi – Cabassa – Villaggio Bella Rosa.

Procedendo in direzione settentrionale l'assetto denota una graduale diminuzione del gradiente di aumento della profondità con progressivo approfondimento in direzione nord ovest a settentrione dell'Autosole e con l'incremento della distanza dal sopracitato sovrascorrimento; analoghe condizioni si osservano procedendo in verso orientale con l'approssimarsi all'ala meridionale occidentale della Dorsale Ferrarese presente nel sottosuolo del territorio 5 km ad oriente del confine comunale est del comune di Gattatico.

Le profondità minori del substrato assimilabile al bedrock sismico si rilevano nel sottosuolo della parte meridionale occidentale dell'area comunale a sud di via C. Battisti ed ovest di via Don G. Minzoni dove è generalmente rinvenibile tra -70/-100 m pc e presenta le profondità minori a sud della Ferrovia MI-BO nella quale si attesta a -70 m pc.

A nord di via C. Battisti si approfondisce gradualmente a -100/-110 m pc sino circa all'Autosole e successivamente a quest'ultima con un'attenuazione del gradiente di incremento delle profondità raggiunge -110/-115 m pc con valori maggiori nelle zone a nord e nord est del capoluogo con approfondimenti che giungono a -120 m pc.

Il tetto dell'unità litostratigrafica assimilabile al bedrock sismico è tendenzialmente correlabile alla parte mediana basale del Sintema AES circa corrispondente alla base dell'unità AES2 nei settori meridionali del sottosuolo dell'area comunale (sud A1) ed alla



parte media di detta unità nelle zone a settentrione di detta autostrada e da nord est della SP n° 111.

#### **9.4 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 P.A., DGR.ER 573/2016, e DAL 2193/2015, sono state individuate e delimitate le zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica.

Per dette aree sono stati definiti gli approfondimenti di indagine ed analisi per la microzonazione sismica ed i livelli di approfondimento da effettuarsi in funzione delle condizioni di pericolosità sismica che ad esse compete.

Nell'individuazione e delimitazione di dette zone oltre alle documentazioni territoriali prove penetrometriche CPT, sondaggi meccanici, sono state utilizzate le verticali di indagine geofisica di tipo lineare ed antenna monodirezionale (Re.Mi/MASW) che puntuali a stazione singola (HVSR) per una più attendibile individuazione delle unità litologiche contraddistinte da Vs considerabili tra essi praticamente equivalenti.

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica MOPS tav. 1.8, scala 1:10.000, costituisce pertanto una zonazione di primo livello di approfondimento di tipo avanzato.

Al fine di individuare le zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica sono stati utilizzati gli elaborati cartografici, prospezioni geognostiche precedentemente descritti, integrando detti dati con valutazioni di carattere geotecnico.

In tale contesto sono inoltre state usate le documentazioni della Regione Emilia Romagna, in particolare le carte topografiche di dettaglio, il modello digitale del terreno e la banca dati geologica del territorio comunale, resi 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 del PTCP della Provincia di Reggio Emilia, gli elaborati della relazione geologica – analisi sismica PSC 2000 di Gattatico (Centrogeo), alla banca dati del U.T. del Comune di Gattatico. Le sopradescritte disamine e documentazioni hanno consentito di delimitare ambiti litotecnici contraddistinti da differenti caratteristiche geotecniche e di rigidezza, definendo le diverse condizioni di pericolosità sismica locale.

##### **9.4.1 Definizione successioni a comportamento sismico equivalente**

L'individuazione delle sequenze litotecniche - sismiche delle aree a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica, è stata definita in funzione delle prospezioni direttamente eseguite, quelle reperite presso Servizio Geologico Sismico e dei suoli RER – UT comunale – STB.

La discretizzazione delle verticali litotecniche, redatta in conformità alle simbologie e criteri degli standard di MS versione 4.0b dell'ottobre 2015, è stata eseguita in funzione delle

caratteristiche litologiche e geotecniche che principalmente influenzano gli effetti dello scuotimento sismico in superficie, relativamente ai primi 20 – 30 m del sottosuolo.

In riferimento a quanto esposto sono state quindi individuate le sequenze delle zone stabili nelle quali gli effetti sono correlati ad amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche: zone 1 – 2 – 3 – 4 e le zone suscettibili di instabilità: zone ZA<sub>LQ</sub>: 2005 – 2006 – 2007 e zone soggette a potenziali cedimenti differenziali ZA<sub>CD</sub>. Tali classificazioni per le zone LQ distinguono le successioni nelle quali sono presenti nei primi 5 - 15 - 20 m del sottosuolo orizzonti sabbiosi da moderatamente a poco addensati con  $V_s < 200$  m/sec, nei primi 5/10 m del piano campagna con spessori compresi tra 2 e 4/7 m, soggetti a potenziale suscettività alla liquefazione, da quelle in cui sono attesi incrementi dei consolidamenti per effetti sismici ZA<sub>CD</sub>.

Queste ultime si sviluppano nelle condizioni in cui le successioni litologiche prevalentemente limose – argilloso limose contengono intercalazioni di strati sabbioso limosi – limoso sabbiosi, ad assetto prevalentemente lentiforme, con spessori inferiori ad 1 m e che nell'insieme dei primi 15 m pc sono inferiori a 2/3 m, contraddistinti da  $V_s < 150/160$  m/sec nei primi 7 m pc; in detti casi possono insorgere effetti correlabili ad addensamenti differenziati e/o a potenziali addensamenti di sottili strati sabbioso limosi, ai quali conseguono cedimenti differenziali.

Analoghi effetti caratterizzano le successioni prevalentemente limoso argillose – limoso sabbiose ed argillose, nei primi 7/10 m del sottosuolo, contenenti livelli sabbiosi lentiformi con spessore inferiore a 1 m, contraddistinte da valori di resistenza alla punta di insieme al penetrometro statico corrispondenti a  $q_c < 7$  kgf/cm<sup>2</sup> e valori di velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio equivalenti a  $V_s < 130/160$  m/sec; tali caratteristiche definiscono le aree nelle quali sono attesi cedimenti differenziali.

#### **9.4.2 Aree Suscettibili di Effetti Locali e di Instabilità**

Per la redazione “Carta delle aree suscettibili di effetti locali (MOPS)”, prevista come elaborato del presente studio al primo livello di approfondimento, le porzioni di territorio urbanizzato o suscettibili di trasformazione urbanistiche, classificate in conformità alle categorie previste nell'allegato C della D.G.R. 573/2010, sono state suddivise in:

Zone stabili suscettibili di amplificazione locali

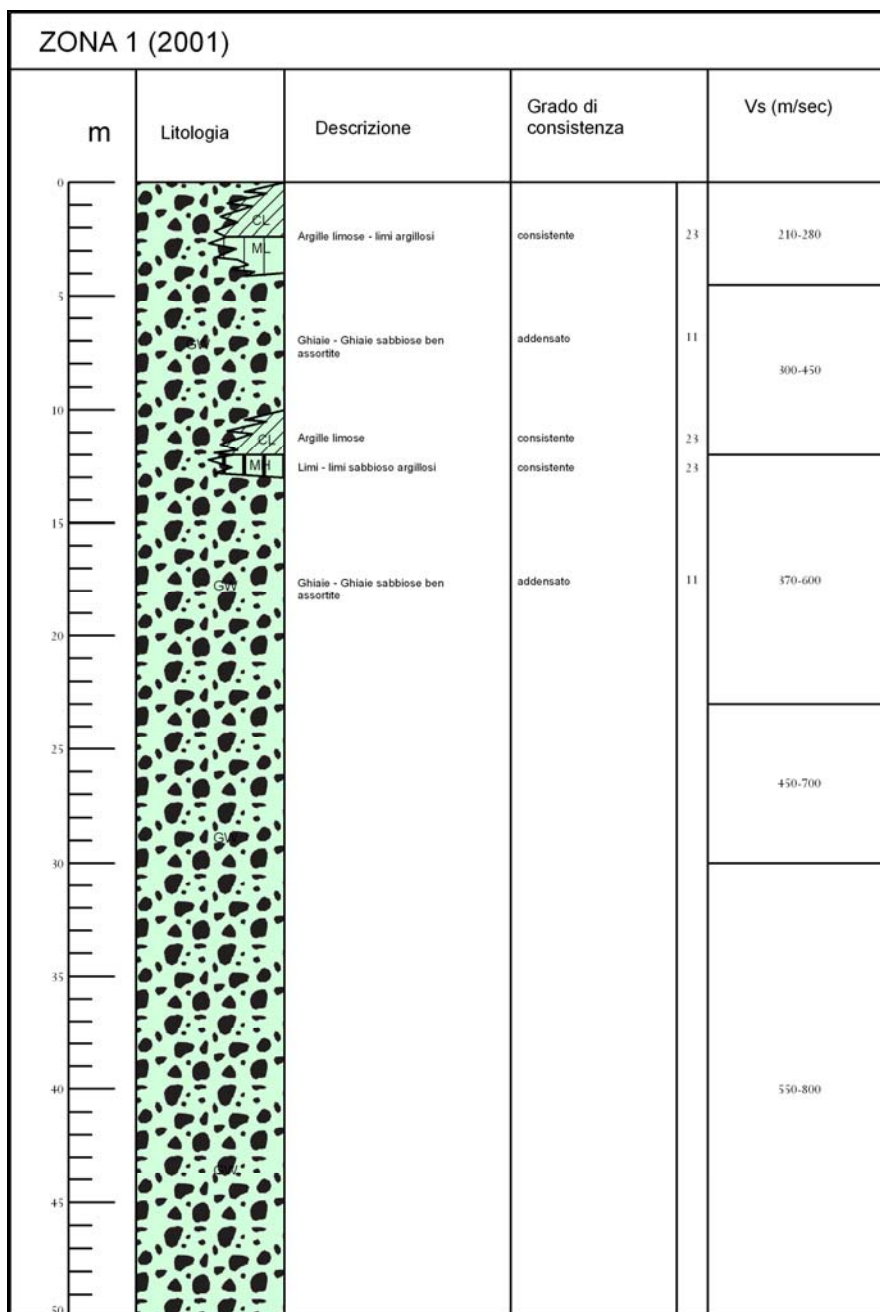
Zone di attenzione per instabilità

alle quali sono riconducibili le caratteristiche di seguito descritte:

- **Zone stabili suscettibili di amplificazione locali:** appartengono a tale categoria tutte le aree con caratteristiche stratigrafiche tali da indurre effetti locali, zone 1 – 2 – 3 – 4 di legenda, secondo quanto previsto dai testi di riferimento indicati in premessa, in particolare dall'allegato 1 della DGR 2193/2015.
- **Zone suscettibili di instabilità:** appartengono a tale categoria tutte le aree suscettibili di deformazioni permanenti nelle quali le caratteristiche litostratigrafiche evidenziano la presenza di alternanze di strati sabbiosi –

sabbioso limosi che nei primi 3 ÷ 5 ÷ 15 m del sottosuolo con spessori compresi tra 2/3 ÷ 4/7,5 m, potenzialmente suscettibili di liquefazione (zone LQ 2005 – 2006 – 2007); le zone a sequenze prevalentemente limose – limoso argilloso sabbiose che contengono corpi lentiformi sabbioso limosi con spessori inferiori o uguali a 1 m, da moderatamente a poco addensati, suscettibili di cedimenti differenziali; le successioni argilloso limose – limoso argillose poco consistenti nei primi 7/10 m del sottosuolo e con velocità di propagazione delle  $V_s < 130 \div 160$  m/sec, suscettibili di cedimenti differenziali; le sequenze prevalentemente limoso argillose con intercalati corpi lentiformi con spessore inferiore a 1 m sabbioso limosi poco addensati nei primi 6 ÷ 7 m del sottosuolo e con  $V_s < 150/160$  m/sec soggette a potenziali cedimenti differenziali e le successioni litotecniche con orizzonti di spessore di 3/4 m nei primi 10 m del sottosuolo a medio elevata compressibilità ( $q_c \leq 7$  kgf/cmq).

Le delimitazioni delle zone e relative colonne stratigrafiche, esposte nella legenda della tav. 1.6, si sono articolate come di seguito esposto:

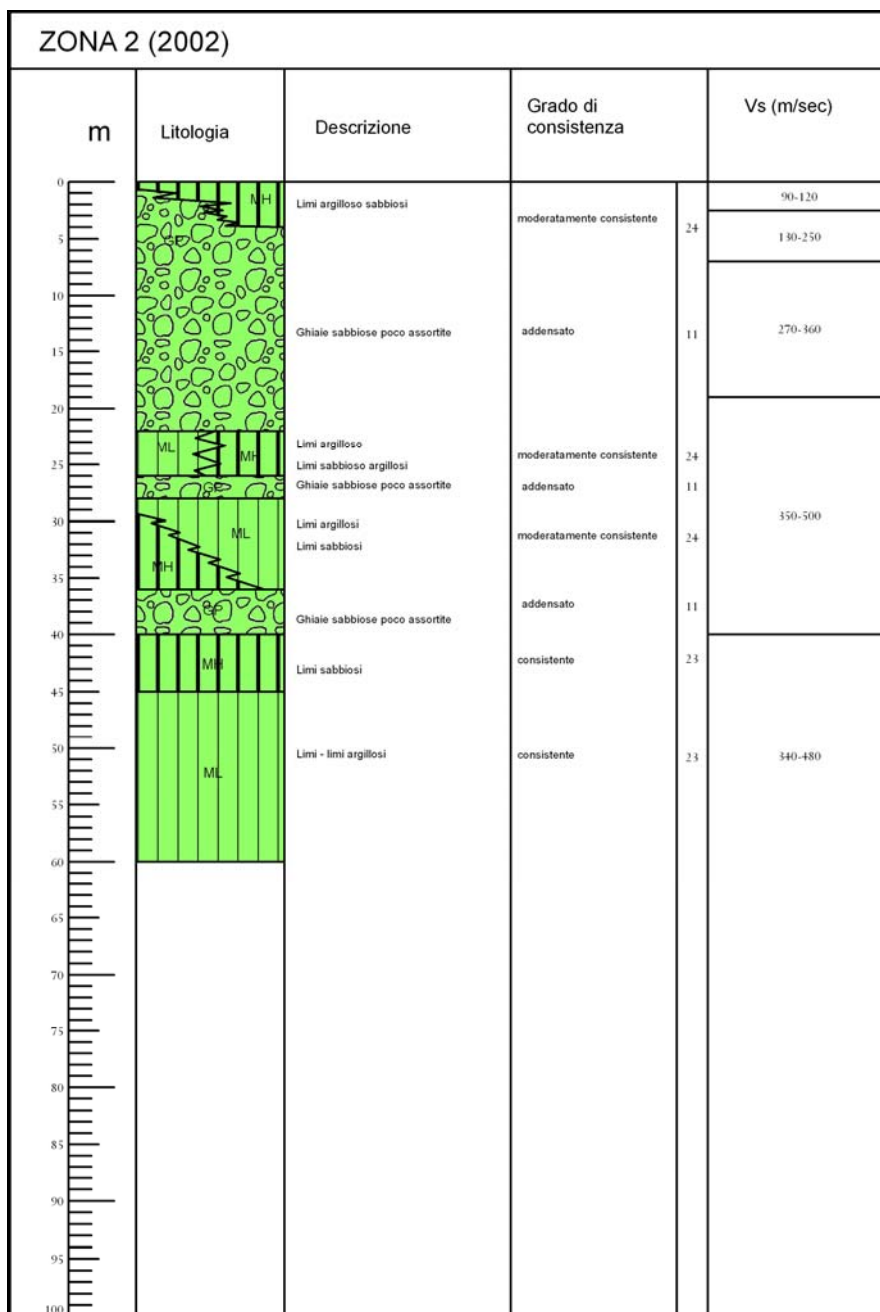


**ZONA 1** – Aree stabili costituite da depositi di conoide alluvionale e di canale fluviale prevalentemente ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi addensati, con intercalati in percentuale subordinata orizzonti lentiformi limoso sabbiosi e limoso argillosi – argilloso limosi, con Vs > 200/250 m/sec nei primi 5 m del sottosuolo e Vs > 300/400 m/sec alle profondità sottostanti

**effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

**studi richiesti:** valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

**microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

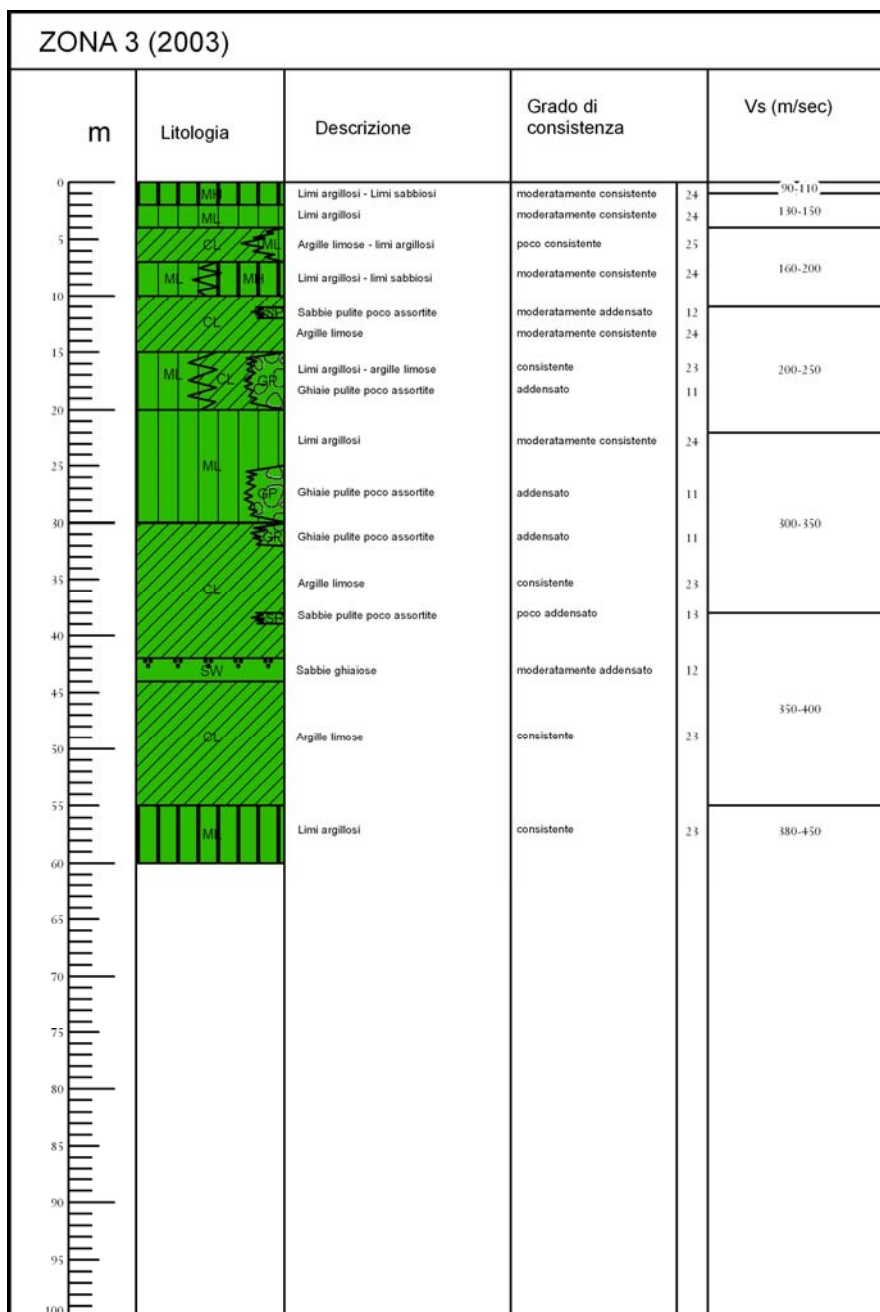


**ZONA 2** – Aree stabili, costituite da depositi di conoide, di interconoide e fluviale di conoide, prevalentemente ghiaioso sabbiosi – sabbioso ghiaiosi, addensati, con intercalati subordinati orizzonti limoso sabbiosi – limoso argillosi mediamente consistenti, con Vs > 250/350 m/sec a profondità sottostanti 4/5 m dal piano campagna.

**effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

**studi richiesti:** nelle aree senza sovrapposizione di retino valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

**microzonazione sismica:** approfondimenti di II livello.



**ZONA 3** - Aree stabili costituite da depositi di interconoide, conoide distale e piana inondabile prevalentemente limoso argillosi - limoso sabbioso argillosi moderatamente consistenti, con intercalati in subordine copri lentiformi sabbiosi - ghiaioso sabbiosi addensati, con Vs < 150 m/sec nei primi 5 m del sottosuolo e Vs > 200/250 m/sec alle profondità sottostanti.

**effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, potenziale liquefazione e cedimenti;

**studi richiesti:** valutazione dell'amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche;

**microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.



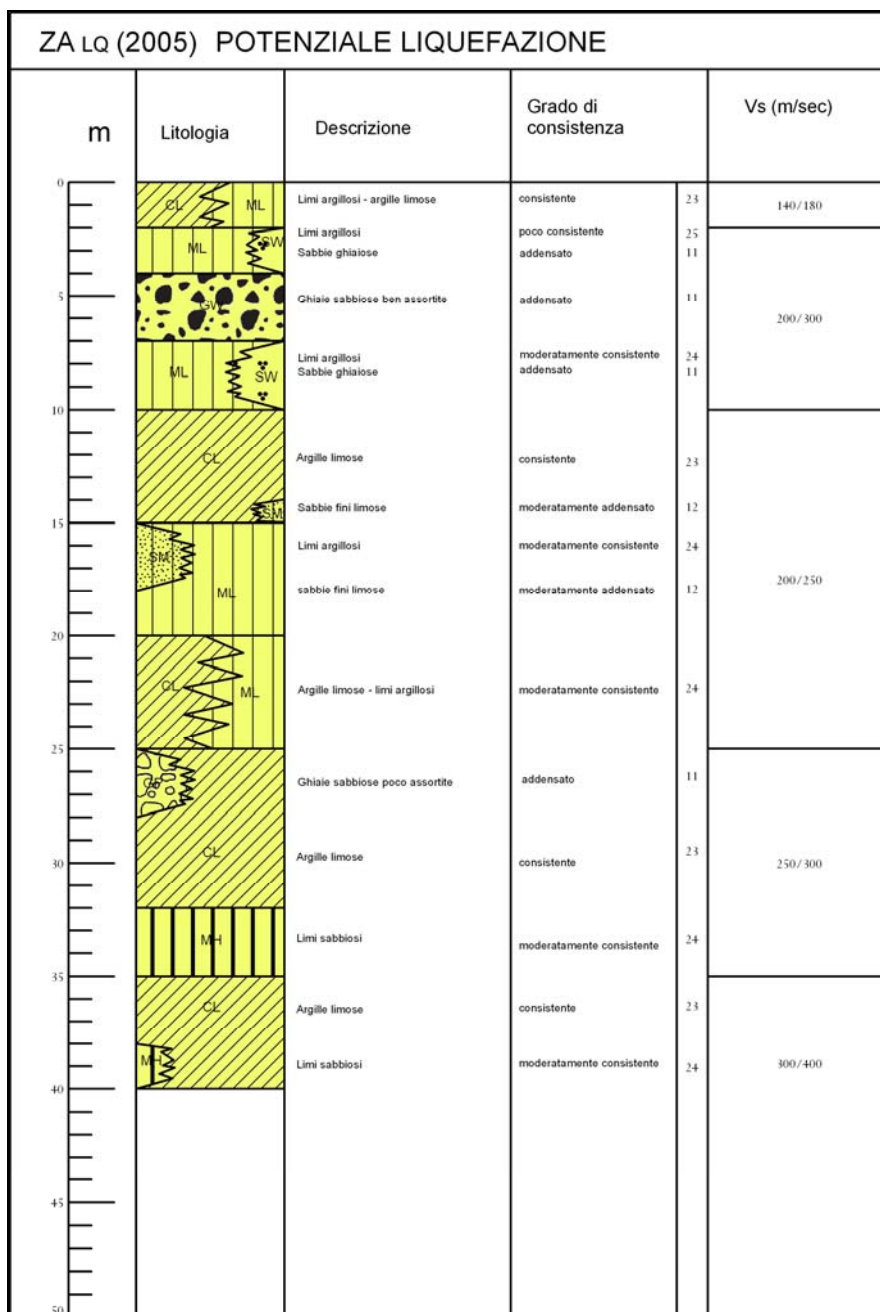
ZONA 4 (2004)				
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza	Vs (m/sec)
0		Limi argillosi sabbiosi	consistente	90-120
		Argille limose	consistente	
5		Ghiaie sabbiose pulite poco assortite	addensato	150-200
		sabbie pulite poco assortite	moderatamente addensato	
10		Ghiaie e ghiaie sabbiose pulite ben assortite	moderatamente addensato	170-220
		Limi argillosi - argille limose	moderatamente consistente	
15		Sabbie pulite poco assortite	addensato	200-300
		Argille limose	moderatamente consistente	
25		Sabbie ghiaiose ben assortite	moderatamente addensato	250-350
		Argille limose	consistente	
35		Sabbie pulite poco assortite	poco addensato	300-400
		Argille limose	moderatamente consistente	

**ZONA 4 – Aree stabili di piana inondabile e di interconoide alluvionale distale, costituite da depositi prevalentemente argilloso limosi da consistenti a moderatamente consistenti nei primi 10/15 m dal piano campagna con intercalati in subordinate copri lentiformi sabbiosi – sabbioso ghiaiosi con spessore inferiore a 1/2 m, con Vs<200 m/sec, nei primi 8 m del sottosuolo e Vs>200/250 m/sec alle profondità sottostanti; nelle aree meridionali occidentali a profondità sottostanti 5 m dal piano campagna presenza di locali sostituzioni laterali con corpi ghiaioso sabbiosi addensati con Vs>300 m/sec.**

**effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, cedimenti differenziali;

**studi richiesti:** valutazione dell'amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, stima dei cedimenti;

**microzonazione sismica:** approfondimenti di II° livello.

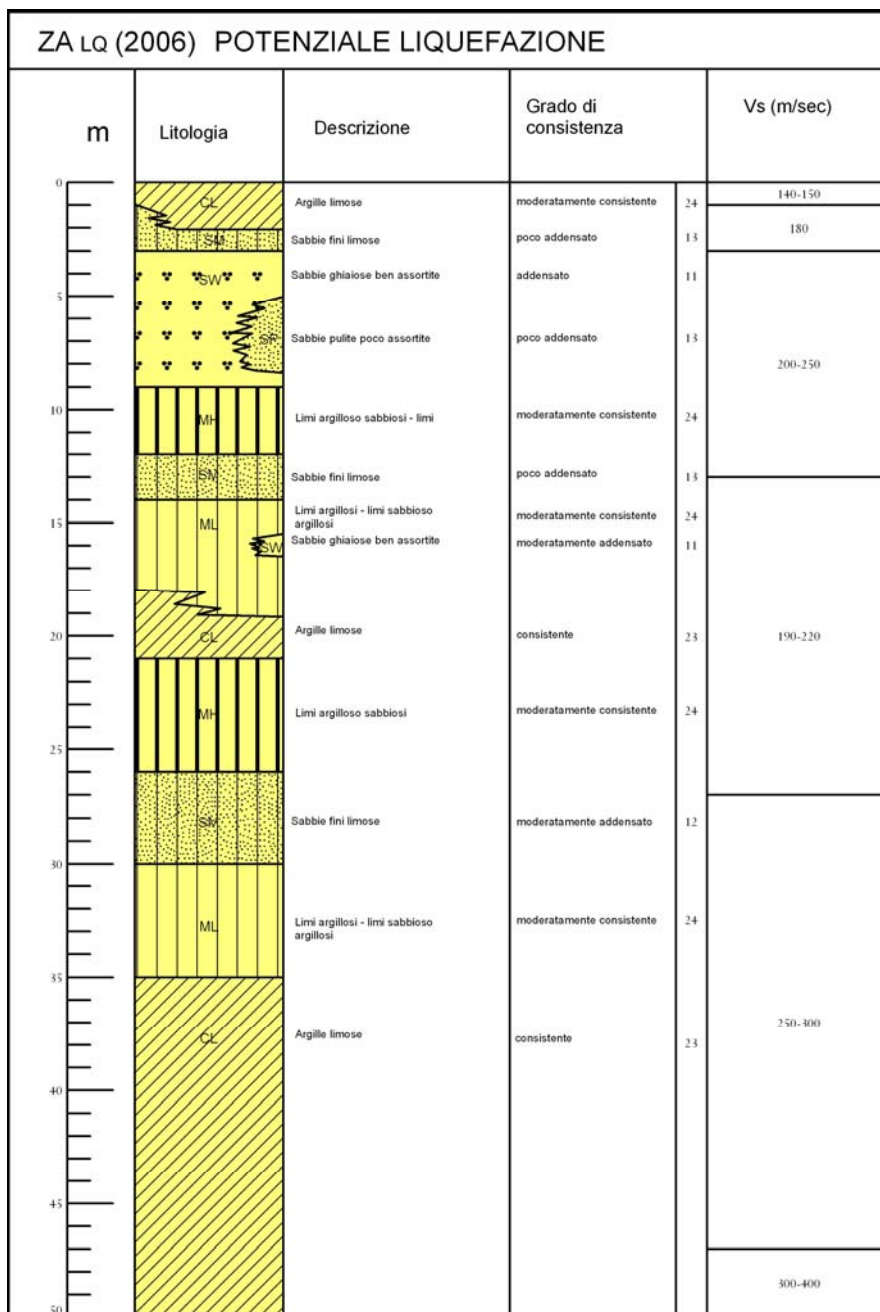


**ZONA 2005 - ZA<sub>LQ</sub> – Aree potenzialmente instabili costituite da depositi di canale fluviale di piana inondabile ed interconoide prevalentemente sabbioso ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi addensati in strati con spessori tra 2 e 3 m, intercalati a limi argillosi nei primi 10 m del sottosuolo, con Vs = 200/300 m/sec, seguiti da alternanze argilloso limose – limoso argilloso moderatamente consistenti con intercalati corpi lentiformi sabbiosi – sabbioso limosi moderatamente addensati con Vs = 200/250 m/sec da -10 a -20 m pc e Vs > 250/300 ÷ 400 m/sec alle profondità sottostanti.**

**effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, potenziale liquefazione;

**studi richiesti:** valutazione dell'amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, valutazione suscettività alla liquefazione;

**microzonazione sismica:** approfondimenti di III° livello per valutazione di suscettività alla liquefazione.



**ZONA 2006 - ZA<sub>LQ</sub>** - Aree potenzialmente instabili, costituite da depositi di canale fluviale di interconoide, di conoide e di piana inondabile, prevalentemente sabbioso ghiaiosi addensati e sabbioso limosi - sabbiosi localmente poco addensati, con intercalati orizzonti limoso sabbiosi - limoso argillosi moderatamente consistenti, con Vs <180 m/sec nei primi 3 m del sottosuolo e Vs = 200/250 m/sec da -3,0 a -15 m pc.

**effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, potenziale liquefazione;

**studi richiesti:** valutazione amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, valutazione della suscettività alla liquefazione.

**microzonazione sismica:** approfondimenti di III° livello per la stima di suscettività alla liquefazione.

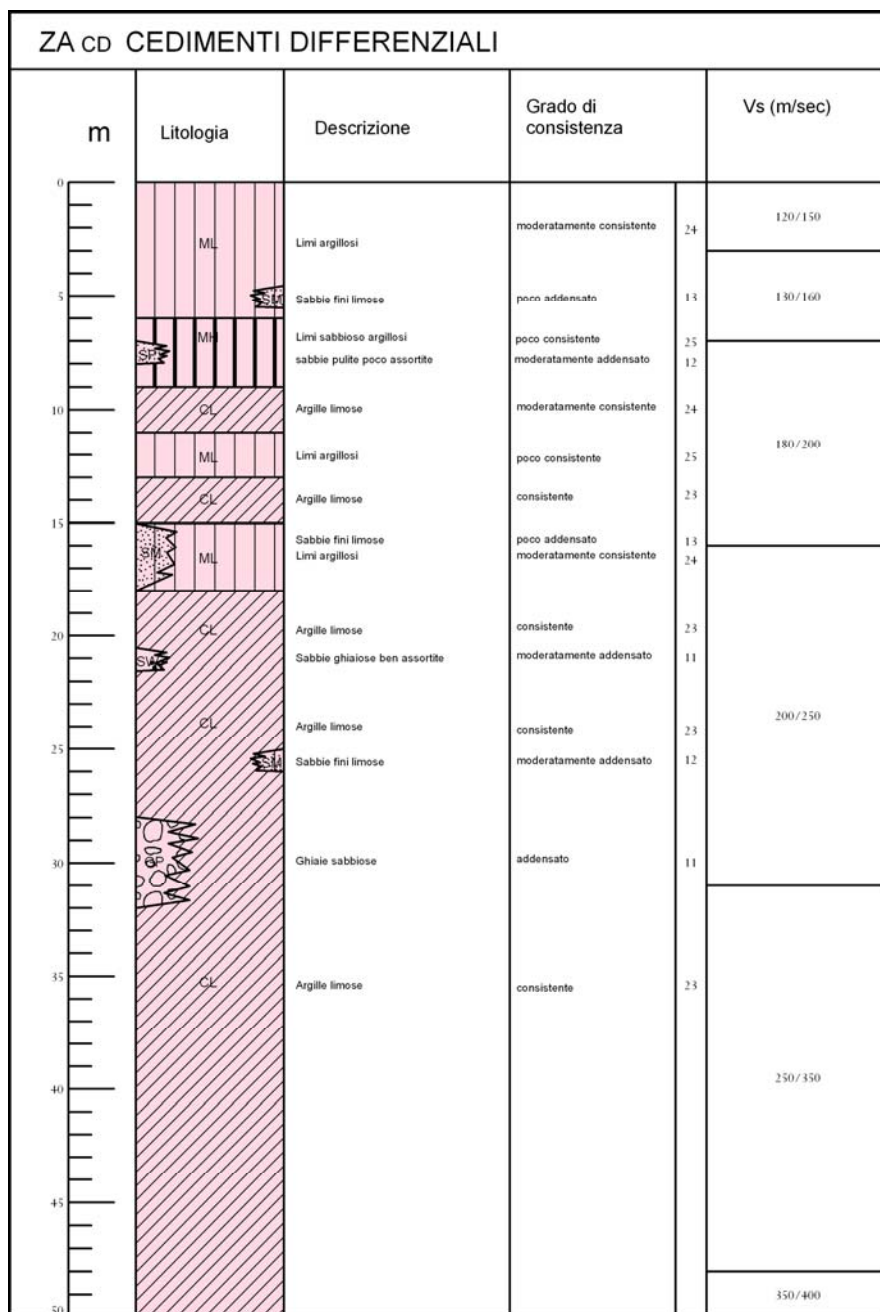
ZA LQ (2007) POTENZIALE LIQUEFAZIONE				
m	Litologia	Descrizione	Grado di consistenza	Vs (m/sec)
0	ML	Limi argillosi	moderatamente consistente	24
	MH	Limi sabbioso argillosi	moderatamente consistente	24
	SM	Sabbie fini limose	poco addensato	13
5	SP	Sabbie pulite poco assortite	poco addensato	13
	GH	Ghiaie sabbiose poco assortite	moderatamente addensato	24
	ML	Limi argillosi	moderatamente consistente	12
10	CL	Argille limose	moderatamente consistente	24
	CL	Argille limose	consistente	23
15	ML	Limi argillosi	consistente	23
20	ML	Limi argillosi	moderatamente consistente	24
25	ML	Limi argillosi	moderatamente consistente	24
30	MH	Limi sabbioso argillosi	consistente	23
35	ML	Limi argillosi	consistente	23
40	MH	Limi sabbioso argillosi	consistente	23
	SW	Sabbie ghiaiose ben assortite	moderatamente addensato	12
	CL	Argille limose	consistente	23
45	ML	Limi argillosi	moderatamente consistente	24
	MH	Limi sabbioso argillosi	moderatamente consistente	24
	SM	Sabbie fini limose	poco addensato	13
50	CL	Argille limose	consistente	23

**ZONA 2007 - ZA<sub>LQ</sub>** – Aree potenzialmente instabili costituite da depositi di canale fluviale di piana inondabile prevalentemente limoso sabbiosi e sabbioso limosi da moderatamente a poco addensati, intercalati a strati limoso argillosi moderatamente consistenti; con Vs <150 m/sec nei primi 5 m del sottosuolo e Vs = 200 m/sec da -5 a -15 m dal piano campagna; alle quote sottostanti alternanze prevalentemente argilloso limose – limose argillose con Vs = 230/275 m/sec;

**effetti attesi:** amplificazione litostratigrafica, potenziale liquefazione;

**studi richiesti:** valutazione dell'amplificazione, per effetti della stratigrafia, stima della pericolosità di liquefazione;

**microzonazione sismica:** approfondimenti di III° livello per stima della suscettività alla liquefazione con terreni poco consistenti (25).



**ZONA CED** – Aree potenzialmente instabili per cedimenti differenziali costituite da depositi limoso argilloso – limoso sabbiosi da moderatamente a poco consistenti (ML/MH – 24/25) contenenti corpi sabbioso limosi lentiformi, con spessori di 1/2 m poco addensati (SM - 13), con Vs<160 m/sec nei primi 7/9 m del sottosuolo; alle profondità sottostanti; argille limose – limi argillosi moderatamente consistenti (CL/ML - 24) con Vs<260 m/sec con intercalati corpi lentiformi sabbioso limosi, poco addensati (SM 13) da -15 a -18 m pc con Vs<200 m/sec.

Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, cedimenti differenziali, addensamenti  
**effetti attesi:** amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche, cedimenti differenziali, addensamenti

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

**microzonazione sismica:** approfondimenti di III° livello per stima dei cedimenti, in condizioni statiche e dinamiche.

Il terzo livello di approfondimento è comunque richiesto nelle aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico come specificato nella DGR 1661/2009: *“Elenco categorie di edifici di interesse strategico e opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile ed elenco categorie di edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso..”*.

Analogamente nelle aree in cui sono previsti interventi in sottoterraneo che richiedano scavi che si approfondiscano nel sottosuolo per altezze maggiori di

$$H > 2 \text{ m}$$

nelle quali dovranno essere sviluppate le verifiche di stabilità dei fronti di scavo con metodo pseudostatico o dinamico, e per i fabbricati con periodo  $T > 1$  sec, approfondimenti di III° livello.

### **9.5 Zone a comportamento sismico equivalente**

Il territorio Comunale di Gattatico è prevalentemente costituito da zone stabili (79%) ed in subordine da zone di attenzione per potenziale instabilità (21%). Nelle prime di queste, visualizzate nella Tav. 2.4, MOPS con colore pieno e senza sovrassegno, ad eccezione di quello di conoide alluvionale, gli effetti dello scuotimento sismico sono correlati ad amplificazione per effetti delle condizioni litostratigrafiche. Detti areali assumono gli sviluppi maggiori nei settori occidentali ed orientali nei primi dei quali nella fascia a sud dell'Autosole prevalgono le sequenze ghiaioso sabbiose rispetto a quelle argilloso limose; analoghe caratteristiche di zona stabile caratterizzano il settore orientale esteso sud nord ad est di via Canale della Spelta e la fascia settentrionale estesa ovest est a nord di Praticello, nelle quali nei primi 30/40 m del sottosuolo sono percentualmente più rappresentate le litozone argilloso limose rispetto a quelle ghiaioso sabbiose – sabbiose.

Una significativa parte della superficie comunale (15%) evidenzia condizioni di potenziale instabilità per pericolosità di liquefazione correlata alla presenza di unità sabbioso fini limose – sabbiose e sabbioso ghiaiose poco addensate – moderatamente addensate contraddistinte da  $V_s < 200/250$  m/sec nei primi 7/8 m del sottosuolo.

Le aree di attenzione per potenziale pericolosità di liquefazione sono principalmente costituite dalla fascia centrale del territorio allungata sud nord che si estende dalla zona a settentrione di Taneto sino a Praticello ed è delimitata ad ovest da via Bergamina – SP 38 e ad est da via Canale della Spelta; detta area si estende a settentrione del capoluogo assecondando il Cavo Canalazzo sino circa Case Corazza.

Equivalenti condizioni caratterizzano la fascia sud nord al bordo occidentale della superficie comunale che si estende assecondando il T. Enza circa dall'Autosole al confine nord occidentale; sono inoltre presenti zone con simili situazioni, di estensione areale più ridotta e principalmente allungate in direzione sud nord, nella parte settentrionale centrale del territorio comunale a nord di Molino d'Olmo, Olmo di il Cantone ed all'estremità sud orientale della superficie comunale.

Una modesta ma non trascurabile percentuale del territorio comunale è caratterizzata da condizioni di potenziale instabilità per cedimenti differenziali collegati alla presenza nei primi 3/9 m del sottosuolo di unità litotecniche a basso grado di consistenza ( $q_c \leq 7$  kgf/cm<sup>2</sup>;  $V_s < 160$  m/sec) che frequentemente includono in subordinate strati lentiformi sabbioso limosi – sabbiosi a grado di densità relativa medio basso,  $D_r \leq 30\%$  ( $q_c \leq 25$  kgf/cm<sup>2</sup>;  $V_s < 180$  m/sec).

Le zone suscettibili di potenziale instabilità per cedimenti differenziali caratterizzano prevalentemente la fascia settentrionale orientale estesa ovest est che asseconda il Canale di Casalpo circa da Il Cantone al confine comunale e la parte settentrionale centro orientale tra C. Nuova – Olmo – Palazzo Ceci.

Analoghe condizioni contraddistinguono l'area occidentale centrale tra Molino di Fiesso e stabilimenti Proctor e Gamble ed il settore sud occidentale all'intorno di Martinazzo Orientale.

In dette zone nelle successive fasi saranno da eseguire analisi di caratterizzazione sismica di III° livello di approfondimento per la valutazione dei cedimenti.

Nelle aree di attenzione per potenziale pericolosità di liquefazione nelle successive fasi saranno da eseguire analisi di caratterizzazione sismica di III° livello di approfondimento.

## 10 TERZO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il terzo livello di approfondimento definisce la suddivisione in dettaglio del territorio delle aree oggetto di microzonazione sismica individuate negli elaborati di primo e secondo livello (carta MOPS) con ridefinizione dei limiti delle condizioni di pericolosità per liquefazione densificazione, quando necessario, ed in funzione di un indice quantitativo, in base alle condizioni stratigrafiche, che definisce l'amplificazione sismica attesa ( $T_r = 475$  anni;  $\zeta = 5\%$ ) in questo studio determinata con codice di calcolo Proshake.

Contestualmente alla classificazione del territorio con detta analisi sismica, le elaborazioni, limitatamente alle aree urbanizzate ed urbanizzabili (sviluppi) quantificano la pericolosità per liquefazione utilizzando i parametri di accelerazione orizzontale massima in superficie a/g max determinata con codice di calcolo che compete a dette microzone individuate nelle Tav. 2.2.1-2.2.2 - 2.2.3-2.2.4 descritte nei seguenti paragrafi.

### 10.1 Definizione degli input sismici

L'analisi della pericolosità sismica del territorio comunale è stata sviluppata in base al modello di studio – elaborazione per la definizione della pericolosità sismica a scala locale proposto da A. Marcellini et alii (1998)<sup>3</sup>.

Tale schema prevede:

- *Caratterizzazione della pericolosità sismica a scala locale:* attuata mediante la definizione dello scuotimento al bedrock col 10% di probabilità di almeno una eccedenza in 50 anni mediante metodologia di tipo probabilistico.
- *Scelta dei moti di riferimento:* mediante la selezione di accelerogrammi reali da banche dati attraverso la comparazione degli spettri di risposta con quello determinato con metodo probabilistico.
- *Parametrizzazione geotecnica e sismostratigrafica dei terreni:* mediante la definizione sismostratigrafica e litotecnica delle verticali esaminate e la scelta delle opportune curve di decadimento per la simulazione del comportamento non lineare dei terreni in occasione di sollecitazione sismica.
- *Analisi delle amplificazioni a scala locale:* mediante simulazioni di propagazione verticale delle onde SH.
- *Zonazione finale:* determinazione di aree a caratteristiche omogenee.

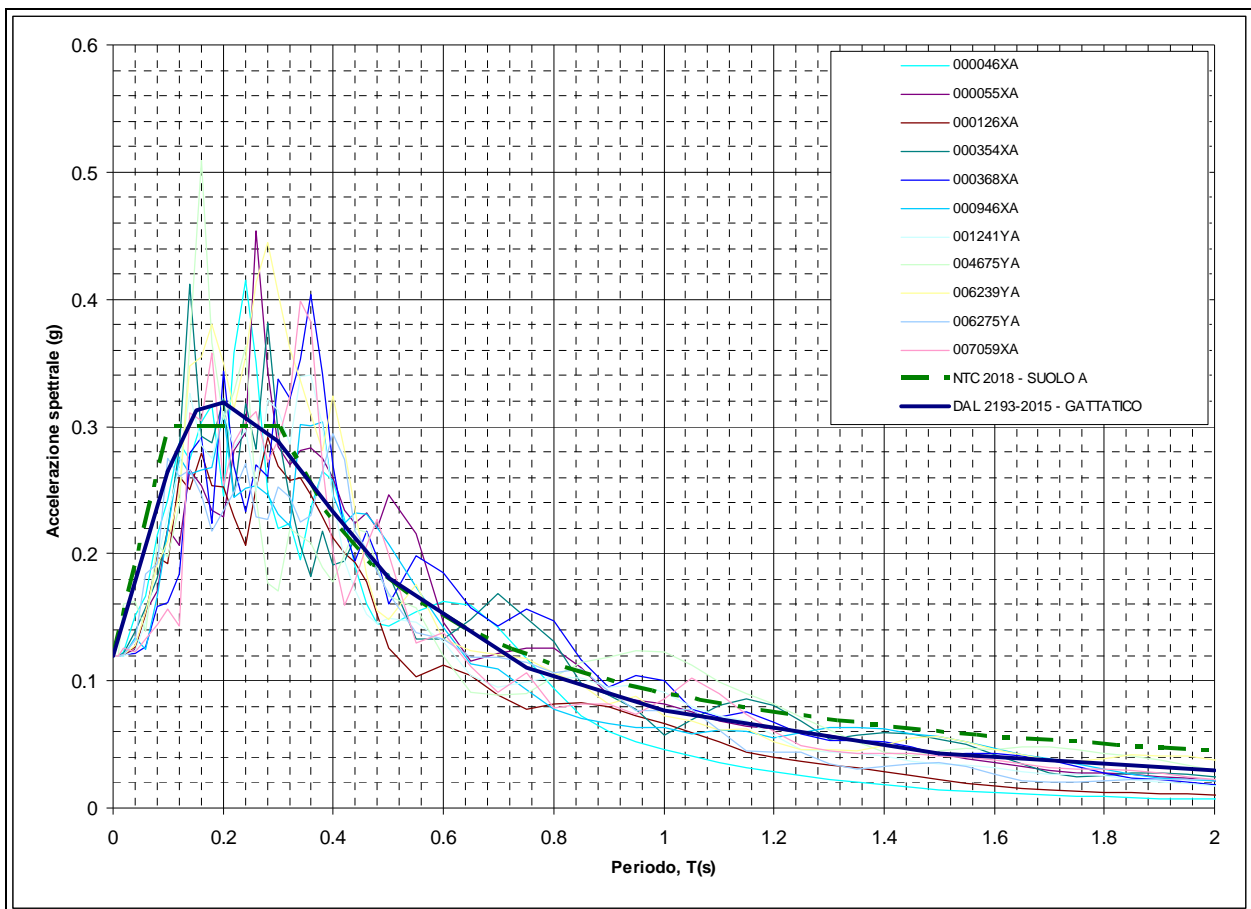
La definizione degli input sismici utilizzati per le simulazioni di scuotimento in superficie è stata eseguita confrontando lo spettro di risposta degli accelerogrammi selezionati opportunamente scalati, con quella dello spettro a probabilità uniforme determinato secondo

---

<sup>3</sup> Marcellini, A., Daminelli, R., Pagani, M., Riva, F., Tento, A., Crespellani, T., Madiari, C., Vannucchi, G., Frassinetti, G., Martelli, L., Palumbo, A., e Viel, G. (1998). Seismic Microzonation of some Municipalities of the Rubicone area (Emilia – Romagna Region). In Proceedings of the Eleventh European Conference on Earthquake Engineering, Invited Lectures Volume, pagg. 339-350. Balkema.



le indicazioni della DGR 2193/2015, avendo cura di ottenere una congruenza rientrante nella forma normalizzata  $\pm$  la deviazione standard. Tale procedura ha portato alla selezione di 11 accelerogrammi di input, tre dei quali presenti nella banca dati approntata dalla Regione Emilia Romagna, disponibili al sito internet <http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/sismica.htm> (accelerogrammi 000046xa, 000126xa, 000354xa), due ottenuti da selezione nel database internazionale "European strong-motion database" <http://www.isesd.hi.is/> (accelerogrammi 000946xa, 001241ya) e sei derivati dalla definizione di accelerogrammi di riferimento per l'argine destro del Po redatta da A. Marcellini, D. Albarello, D. Gerosa (accelerogrammi 000055xa, 000368xa, 004675ya, 006239ya, 006275ya, 007059xa) messi a disposizione dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna per le analisi di microzonazione sismica dei Comuni di Correggio, Rio Saliceto, San Martino in Rio, Nonantola.



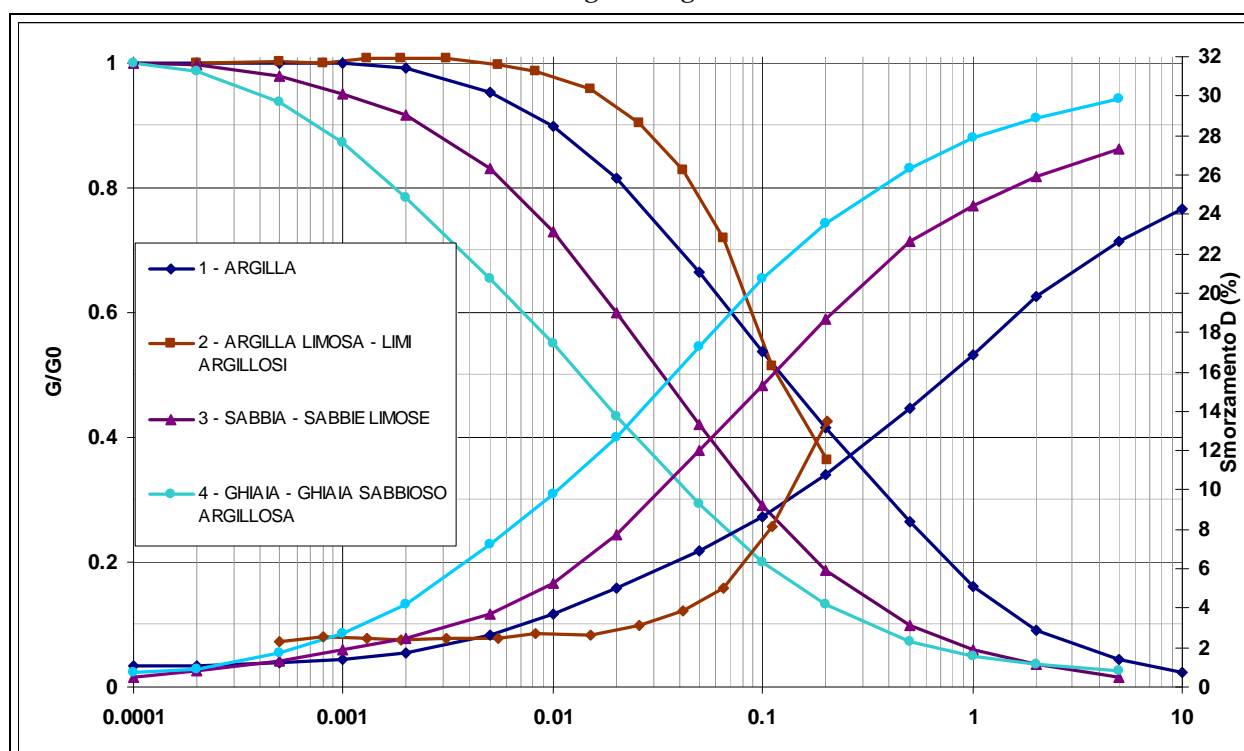
Spettro di risposta a probabilità uniforme (Periodo di ritorno di 474 anni, smorzamento=5%) costruito con i parametri esposti nella delibera della Giunta Regionale ER n° 2193-2015, spettro elastico di risposta per suolo A determinato secondo i dettati delle NTC 2018 e spettri di risposta degli accelerogrammi selezionati normalizzati.

## 10.2 Comportamento non lineare dei terreni

Il comportamento non lineare dei terreni nelle analisi di risposta sismica locale (RSL) effettuate, è stato simulato utilizzando curve di degrado reperite da varie fonti bibliografiche, in particolare:

- Terreno tipo 1 - Litotipi prevalentemente argillosi: *Vucetic M. and Dobry R. (1991) – Effect of soil plasticity on cyclic response. Journal of Geotechnical Engineering, 117, 1, 89-117. N*
- Terreno tipo 2 - Litotipi prevalentemente argilloso limosi – limosi: *Regione Emilia Romagna (2012) – "Microzonazione Sismica e analisi della condizione limite per l'emergenze delle aree epicentrali dei terremoti della Pianura Emiliana di Maggio-Giugno 2012" (Ordinanza del Commissario Delegato – Presidente della Regione Emilia-Romagna n. 70/2012) - Relazione Illustrativa*
- Terreno tipo 3 - Litotipi prevalentemente sabbiosi e sabbioso limosi: *Seed and Idriss (1970) - Soil moduls and damping factors for dynamic response analyses - EERC Report 70-10, University of California, Berkeley*
- Terreno tipo 4 - Litotipi prevalentemente ghiaiosi- ghiaioso argilloso sabbiosi: *Seed et alii (1991) - Principal geotechnical aspects of the 1989 Loma Prieta earthquake. Soil and Foundations, Vol. 31, No. 1, 1-26.*

Dette curve sono schematizzate nel seguente grafico:



Al fine di eliminare le possibili alterazioni dovute alla dispersione dei dati, per rappresentare analiticamente la variazione di  $G$  e  $D$  con l'ampiezza della deformazione di taglio,  $\gamma$  (espressa in %) è stato utilizzato il modello *Yokota et al. (1981)*.

Sulla base dei risultati delle indagini geofisiche, sono stati discretizzati i profili delle onde S, estrapolando i valori e le profondità sino al raggiungimento del bedrock sismico considerato corrispondente a circa  $V_s=700/800$  m/sec.

In rapporto alle profondità investigate dalle verticali sismiche effettuate che non hanno raggiunto detta velocità, è stato stimato un aumento proporzionale all'ultimo tratto di curva sperimentale. Per i sismostrati con valori di  $V_s$  interpolati maggiori di 500 m/sec. (elevata rigidità) e nel bedrock sismico ( $V_s=700$  m/sec) è stato considerato trascurabile l'effetto di decadimento dovuto al comportamento non lineare dei terreni, quindi si è considerato un comportamento elastico con smorzamento lineare costante desunto da dati bibliografici (Vinale et al., 1996)<sup>4</sup>.

### 10.3 Parametrizzazione geotecnica e verticali sismiche

Di seguito si riportano le stratigrafie utilizzate per il calcolo di scuotimento in superficie, il cui codice corrisponde a quello della relativa indagine sismica di riferimento. L'ubicazione di dette verticali di verifica, coincidenti con quelle delle verticali sismiche effettuate è visualizzato nell'elaborato 2.1.1 "Carta punti di verifica RSL con codice di calcolo".

Verticale R02						
Spessore (m)	Litotipo n°	$V_s$ (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
3.5	1	130	31	18.2	-	-
4	1	210	83	18.6	-	-
4.5	2	250	119	18.8	-	-
22	2	230	101	18.7	-	-
24	2	310	187	19.1	-	-
15	3	370	270	19.4	-	-
15	3	400	318	19.5	-	-
16	-	500	510	20.0	2	-
16	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R03						
Spessore (m)	Litotipo n°	$V_s$ (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
2	1	130	31	18.2	-	-
6	1	160	48	18.3	-	-
17	2	250	119	18.8	-	-
19	2	220	92	18.6	-	-
25	3	360	255	19.3	-	-
14	3	400	318	19.5	-	-
13	-	500	510	20.0	2	-
14	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

<sup>4</sup> VINALE F., MANCUSO C., SILVESTRI F. (1996) – Dinamica dei terreni. Manuale di Ingegneria Civile, Ed. Scientifiche, A. Cremonese – Zanichelli

Verticale R04						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
2	1	150	42	18.3	-	-
3.5	2	240	110	18.7	-	-
5.5	1	160	48	18.3	-	-
50	2	300	174	19.0	-	-
12	3	380	286	19.4	-	-
13	3	400	318	19.5	-	-
12	-	500	510	20.0	2	-
12	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R05						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
2	1	110	22	18.1	-	-
8	1	220	92	18.6	-	-
21	2	290	162	19.0	-	-
46	2	340	226	19.2	-	-
15	3	430	370	19.7	-	-
9	3	500	510	20.0	2	-
9	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R06						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
4	1	140	36	18.2	-	-
6	1	180	61	18.4	-	-
15	4	440	389	19.7	-	-
30	3	350	240	19.3	-	-
9	3	390	302	19.5	-	-
19	4	400	318	19.5	-	-
18	-	500	510	20.0	2	-
19	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R07						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
6	1	150	42	18.3	-	-
7	1	200	75	18.5	-	-
10	2	240	110	18.7	-	-
26	2	260	130	18.8	-	-
20	3	340	226	19.2	-	-
14	4	400	318	19.5	-	-
13	-	500	510	20.0	2	-
14	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R08						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
11	1	150	42	18.3	-	-
3	2	270	140	18.9	-	-
28	2	290	162	19.0	-	-
26	3	310	187	19.1	-	-
10	3	370	270	19.4	-	-
11	4	400	318	19.5	-	-
10	-	500	510	20.0	2	-
11	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R09						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
4	1	130	31	18.2	-	-
6	1	210	83	18.6	-	-
28	2	280	151	18.9	-	-
7	2	310	187	19.1	-	-
21	3	330	213	19.2	-	-
15	4	400	318	19.5	-	-
14	-	500	510	20.0	2	-
15	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R10						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
5	1	130	31	18.2	-	-
6	2	200	75	18.5	-	-
13	3	380	286	19.4	-	-
39	3	350	240	19.3	-	-
7	3	390	302	19.5	-	-
13	4	400	318	19.5	-	-
14	-	500	510	20.0	2	-
13	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R11						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
2.5	1	150	42	18.3	-	-
4.5	1	140	36	18.2	-	-
5	2	290	162	19.0	-	-
43	2	260	130	18.8	-	-
18	3	350	240	19.3	-	-
12	4	400	318	19.5	-	-
13	-	500	510	20.0	2	-
12	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R15						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
3.5	1	120	27	18.1	-	-
5	1	160	48	18.3	-	-
16.5	2	230	101	18.7	-	-
24	2	320	199	19.1	-	-
16	3	330	213	19.2	-	-
15	4	400	318	19.5	-	-
15	-	500	510	20.0	2	-
15	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R16						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
2	1	170	54	18.4	-	-
11	1	160	48	18.3	-	-
16	3	320	199	19.1	-	-
20	2	280	151	18.9	-	-
31	4	400	318	19.5	-	-
15	-	500	510	20.0	2	-
15	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R17						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
6	1	140	36	18.2	-	-
10	2	230	101	18.7	-	-
12	2	270	140	18.9	-	-
32	3	360	255	19.3	-	-
7	3	380	286	19.4	-	-
14	4	400	318	19.5	-	-
15	-	500	510	20.0	2	-
14	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R19						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
3	1	110	22	18.1	-	-
6	1	190	68	18.5	-	-
25	2	220	92	18.6	-	-
5	2	320	199	19.1	-	-
26	3	350	240	19.3	-	-
15	4	400	318	19.5	-	-
15	-	500	510	20.0	2	-
15	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R21						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
2.5	1	120	27	18.1	-	-
6.5	1	180	61	18.4	-	-
5	1	170	54	18.4	-	-
21	2	270	140	18.9	-	-
25	3	380	286	19.4	-	-
17	4	400	318	19.5	-	-
16	-	500	510	20.0	2	-
17	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R22						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
2	1	80	12	17.9	-	-
2	2	250	119	18.8	-	-
21	1	210	83	18.6	-	-
31	2	330	213	19.2	-	-
14	3	370	270	19.4	-	-
13	4	400	318	19.5	-	-
14	-	500	510	20.0	2	-
13	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R23						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
4	1	140	36	18.2	-	-
11	1	190	68	18.5	-	-
7	2	250	119	18.8	-	-
38	2	310	187	19.1	-	-
12	3	380	286	19.4	-	-
12	4	400	318	19.5	-	-
13	-	500	510	20.0	2	-
13	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R26						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
5.5	1	140	36	18.2	-	-
2	1	160	48	18.3	-	-
5.5	2	280	151	18.9	-	-
16	3	250	119	18.8	-	-
6	3	280	151	18.9	-	-
30	4	360	255	19.3	-	-
15	4	400	318	19.5	-	-
15	-	500	510	20.0	2	-
15	-	600	771	21.0	1.5	-
-	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R27						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
1	1	140	36	18.2	-	-
1.5	1	180	61	18.4	-	-
10.5	2	250	119	18.8	-	-
14	2	230	101	18.7	-	-
29	3	310	187	19.1	-	-
14	4	380	286	19.4	-	-
13	4	400	318	19.5	-	-
14	-	500	510	20.0	2	-
13	-	600	771	21.0	1.5	-
-	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R29						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
4	2	290	162	19.0	3.1	-
5	4	470	447	19.9	2.2	-
15	3	370	270	19.4	2.7	-
30	4	810	1545	23.1	0.5	-
16	-	710	1136	22	1.0	-
-	-	750	1290	22.1	0.5	Outcrop

Verticale R30						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
5	1	130	31	18.2	-	-
4	2	240	110	18.7	-	-
12	3	320	199	19.1	-	-
19	4	520	557	20.2	-	-
19	4	430	370	19.7	-	-
6	-	500	510	20.0	2	-
5	-	600	771	21.0	1.5	-
-	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R31						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
3	1	180	61	18.4	-	-
7	2	220	92	18.6	-	-
18	1	190	68	18.5	-	-
25	2	280	151	18.9	-	-
14	3	370	270	19.4	-	-
11	4	400	318	19.5	-	-
11	-	500	510	20.0	2	-
11	-	600	771	21.0	1.5	-
-	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R32						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
6.5	1	210	83	18.6	-	-
8.5	4	430	370	19.7	-	-
15	2	260	130	18.8	-	-
36	4	400	318	19.5	-	-
21	4	420	352	19.6	-	-
11	-	500	510	20.0	2	-
12	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R34						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
6	1	250	119	18.8	-	-
18	2	230	101	18.7	-	-
9	2	340	226	19.2	-	-
23	3	370	270	19.4	-	-
31	-	520	557	20.2	1.9	-
23	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R35						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
3	1	110	22	18.1	-	-
12	1	200	75	18.5	-	-
8	2	330	213	19.2	-	-
20	3	390	302	19.5	-	-
28	4	430	370	19.7	-	-
19	-	500	510	20.0	2	-
20	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R37						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
5.5	3	310	187	19.1	-	-
15.5	4	390	302	19.5	-	-
20	2	290	162	19.0	-	-
38	4	470	447	19.9	-	-
8	4	480	467	19.9	-	-
12	-	500	510	20.0	2	-
11	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R38						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
3	2	260	130	18.8	-	-
9	2	280	151	18.9	-	-
9	3	300	174	19.0	-	-
28	4	390	302	19.5	-	-
34	-	510	533	20.1	2	-
17	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop



Verticale R39						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
9	1	150	42	18.3	-	-
9	4	400	318	19.5	-	-
34	3	340	226	19.2	-	-
9	3	370	270	19.4	-	-
26	4	440	389	19.7	-	-
7	-	500	510	20.0	2	-
6	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R40						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
8	1	170	54	18.4	-	-
10	1	230	101	18.7	-	-
21	2	300	174	19.0	-	-
41	3	390	302	19.5	-	-
13	4	440	389	19.7	-	-
9	-	500	510	20.0	2	-
8	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R41						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
7	1	140	36	18.2	-	-
12	4	430	370	19.7	-	-
23	4	460	427	19.8	-	-
15	4	470	447	19.9	-	-
6	-	500	510	20.0	2	-
7	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R46						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
9	1	140	36	18.2	-	-
15	2	270	140	18.9	-	-
48	3	340	226	19.2	-	-
18	4	420	352	19.6	-	-
10	-	500	510	20.0	2	-
10	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R47						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
5	1	130	31	18.2	-	-
18	2	220	92	18.6	-	-
36	3	370	270	19.4	-	-
28	4	420	352	19.6	-	-
11	-	500	510	20.0	2	-
12	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R48						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
5	1	140	36	18.2	-	-
6	1	160	48	18.3	-	-
13	3	390	302	19.5	-	-
37	3	330	213	19.2	-	-
11	3	350	240	19.3	-	-
13	4	400	318	19.5	-	-
13	-	500	510	20.0	2	-
12	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R49						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
13	2	230	101	18.7	-	-
17	1	190	68	18.5	-	-
6	2	250	119	18.8	-	-
38	3	300	174	19.0	-	-
6	4	390	302	19.5	-	-
10	4	400	318	19.5	-	-
10	-	500	510	20.0	2	-
10	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R50						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
2.5	1	130	31	18.2	-	-
6.5	1	160	48	18.3	-	-
5	2	270	140	18.9	-	-
38	2	280	151	18.9	-	-
14	3	360	255	19.3	-	-
15	4	400	318	19.5	-	-
14	-	500	510	20.0	2	-
15	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R51						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
3.5	1	150	42	18.3	-	-
6.5	3	370	270	19.4	-	-
19	3	350	240	19.3	-	-
3	4	380	286	19.4	-	-
32	4	470	447	19.9	-	-
23	-	500	510	20.0	2	-
23	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R101						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
7.7	1	140	36	18.2	-	-
6	1	190	68	18.5	-	-
21.3	4	450	408	19.8	-	-
10	4	470	447	19.9	-	-
2	-	520	557	20.2	1.9	-
30	-	560	659	20.6	1.7	-
33	-	600	771	21.0	1.5	-
	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R102						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
3	1	130	31	18.2	-	-
1.8	2	210	83	18.6	-	-
6.2	1	180	61	18.4	-	-
5.3	2	250	119	18.8	-	-
13.7	3	330	213	19.2	-	-
12	3	370	270	19.4	-	-
38	-	510	533	20.1	2	-
30	-	600	771	21.0	1.5	-
-	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R103						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
3	1	150	42	18.3	-	-
4	1	125	29	18.1	-	-
1	1	200	75	18.5	-	-
3	2	260	130	18.8	-	-
8	2	230	101	18.7	-	-
12	2	220	92	18.6	-	-
26	4	440	389	19.7	-	-
32	-	500	510	20.0	2	-
21	-	600	771	21.0	1.5	-
-	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R104						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
3.5	1	130	31	18.2	-	-
10.5	2	200	75	18.5	-	-
22	1	190	68	18.5	-	-
11	3	280	151	18.9	-	-
30	4	400	318	19.5	-	-
16	-	500	510	20.0	2	-
17	-	600	771	21.0	1.5	-
-	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

Verticale R105						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
6.4	1	150	42	18.3	-	-
5.9	1	190	68	18.5	-	-
8.4	2	230	101	18.7	-	-
34.3	3	340	226	19.2	-	-
30	-	510	533	20.1	2	-
25	-	600	771	21.0	1.5	-
-	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

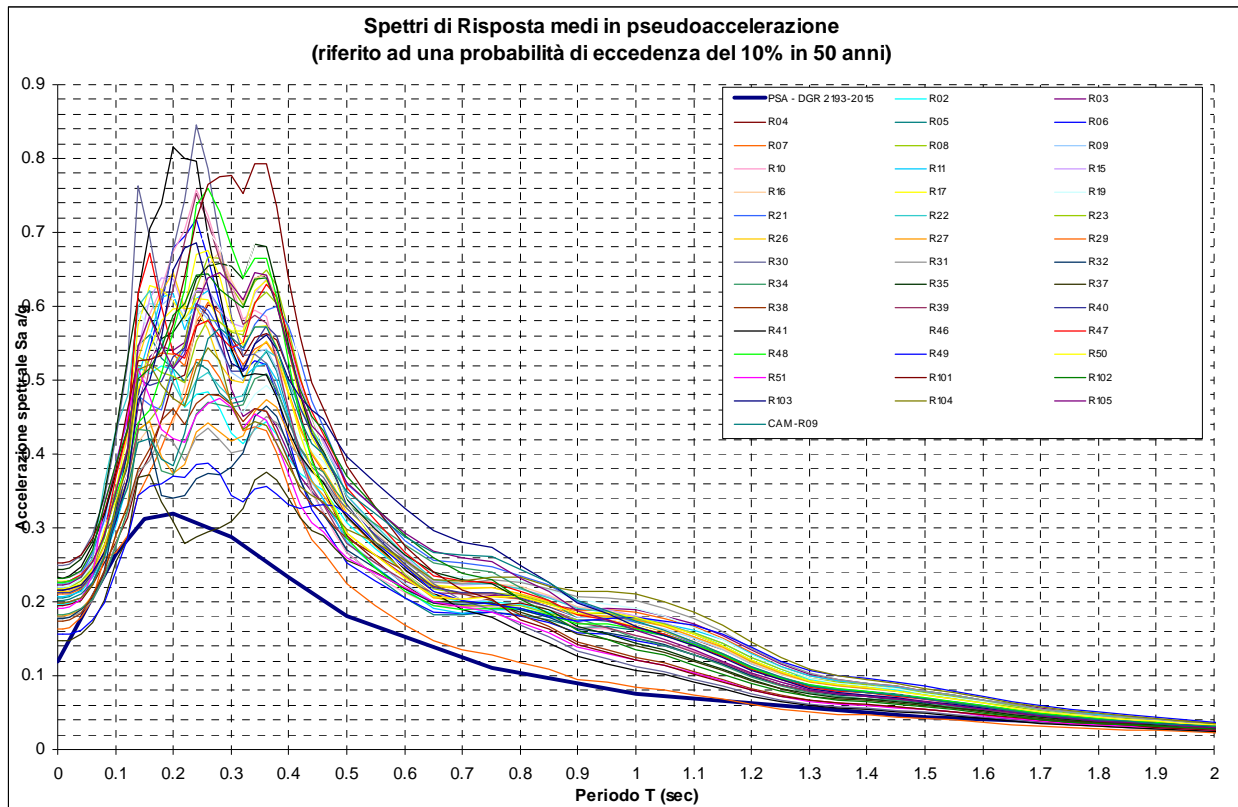
Verticale CAM09						
Spessore (m)	Litotipo n°	Vs (m/sec)	Gmax (MPa)	Peso di Volume (KN/mc)	Fattore di smorzamento iniziale (%)	Localizzazione e tipo del terremoto di input
3	1	160	48	18.3	-	-
5	2	210	83	18.6	-	-
8	1	170	54	18.4	-	-
33	3	290	162	19.0	-	-
14	4	480	467	19.9	-	-
24	-	500	510	20.0	2	-
23	-	600	771	21.0	1.5	-
-	-	700	1099	22.0	0.5	Outcrop

## 10.4 Calcolo degli effetti di sito

Per il calcolo dello scuotimento in superficie è stato utilizzato un modello numerico monodimensionale che simula la propagazione verticale di onde SH attraverso strati piano paralleli omogenei ed isotropi a partire da uno strato di riferimento rigido (bedrock sismico). Nell'analisi è stato considerato il comportamento di tipo non lineare dei terreni con il livello di deformazione, assumendo come parametri di decadimento quelli indicati da dati bibliografici per litotipi simili a quelli dei terreni di Gattatico.

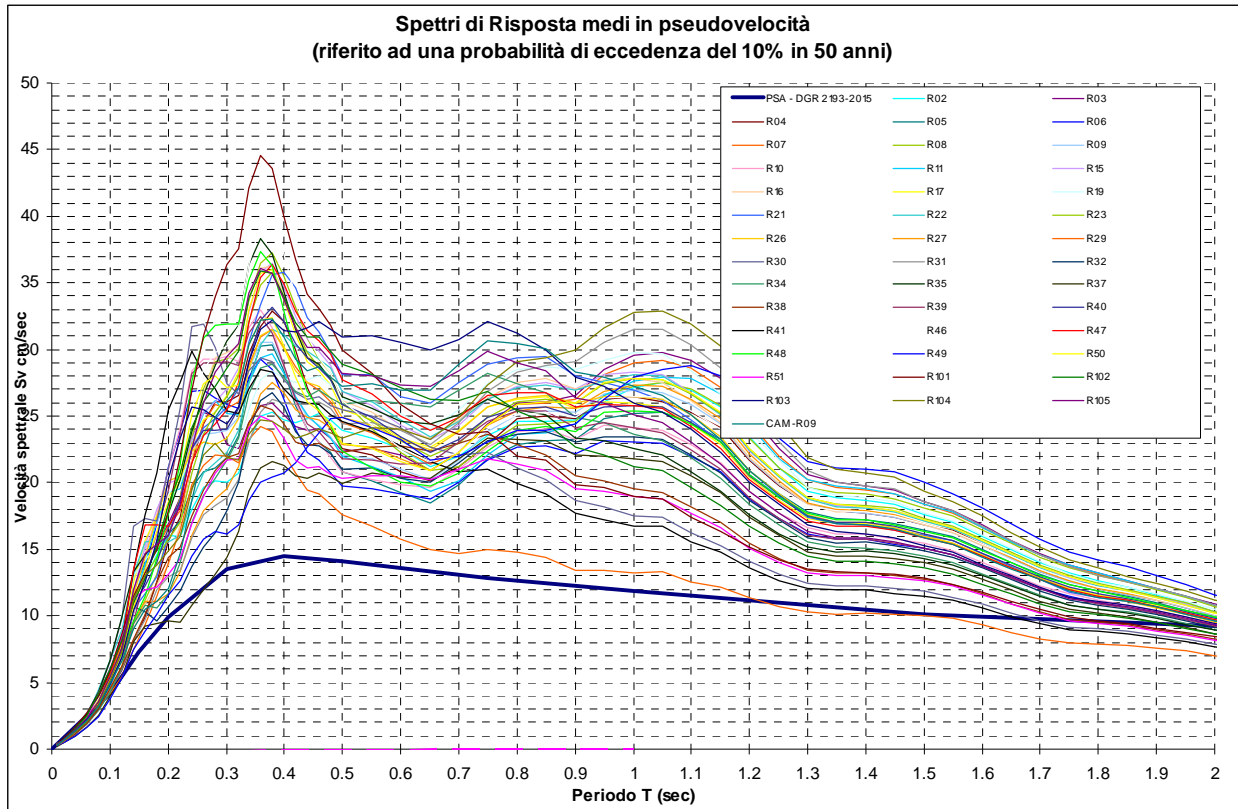
Il codice di calcolo utilizzato per le simulazioni di scuotimento in superficie *Proshake* (*EduPro Civil System, Inc*) si basa quasi completamente sul modello di calcolo di *Shake 91* (*Idriss e Sun, 1992*)<sup>5</sup>, modificandone l'interfaccia di immissione dati per un più agevole utilizzo.

I risultati ottenuti, espressi in forma grafica, sono di seguito visualizzati:



Spettri di risposta in superficie definiti mediando i risultati degli spettri ottenuti applicando gli scuotimenti selezionati alle verticali sismostratigrafiche.

<sup>5</sup> Idriss, M. and Sun, J.I. (1992). "SHAKE91: A computer program for conducting equivalent linear seismic response analyses of horizontally layered soil deposits", *User's Guide*, University of California, Davis, California, 13 pp.



Spettri di risposta in superficie visualizzati in termini di pseudovelocità (smorzamento 5%). Le simulazioni presentano i maggiori valori di accelerazione nei periodi compresi tra 0,3 ÷ 0,4 sec. I valori di amplificazione si mantengono comunque alti sino a periodi di circa 1,2 sec con un submassimo tra 0,8 ed 1,2 sec.

**10.5 Definizione dei coefficienti di amplificazione sismica**

La definizione dell’amplificazione del moto sismico tra bedrock sismico e superficie per ognuna delle zone identificate dai modelli in precedenza illustrati, è stata effettuata sia con la determinazione del rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA<sub>0</sub>) che mediante la determinazione dell’intensità di Housner<sup>6</sup> (o intensità dello spettro di risposta) SI/SI<sub>0</sub>, definita come:

$$SI = \int_{T1}^{T2} PSV(T, \xi) dt$$

dove PSV è lo spettro di risposta di pseudo-velocità, T e ξ sono rispettivamente il periodo e lo smorzamento (considerato convenzionalmente = 5%).

Dimensionalmente, l’intensità di Housner è uno spostamento (cm).

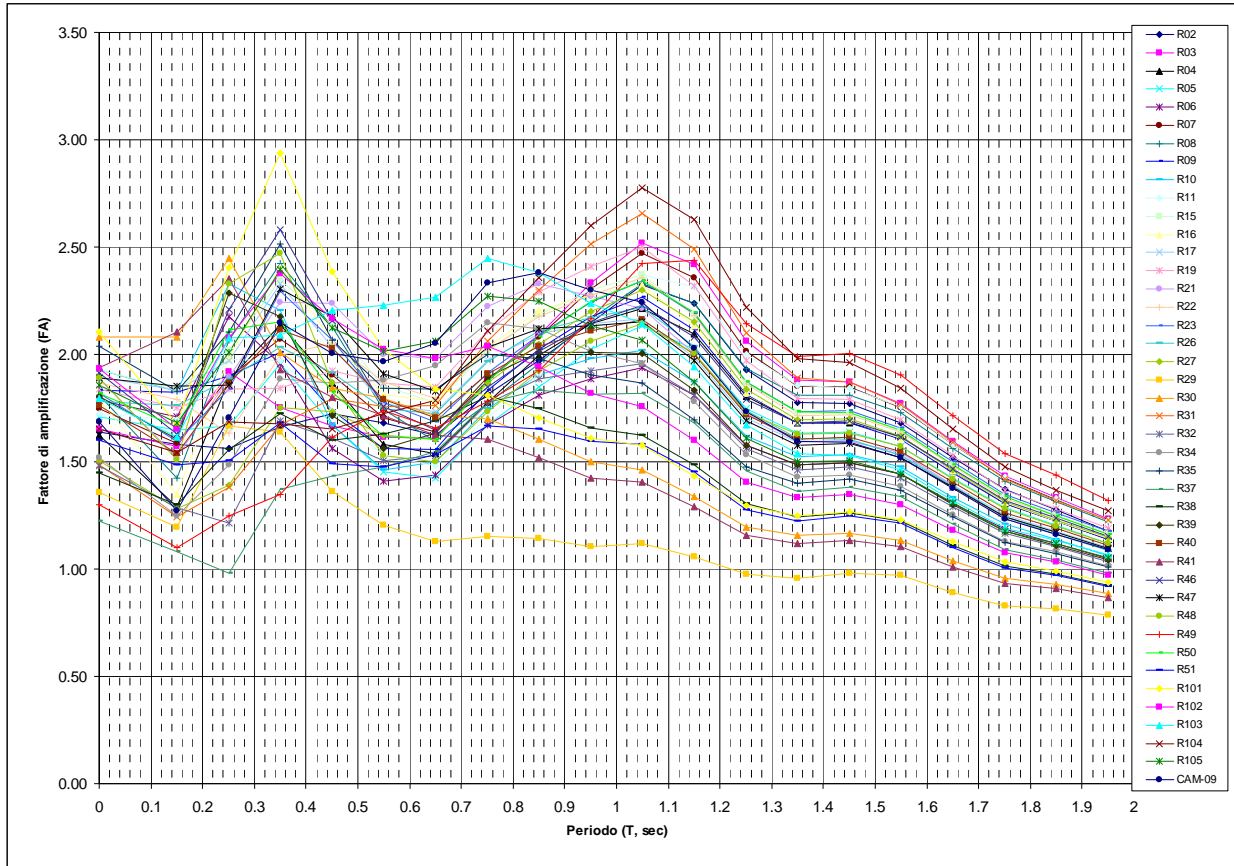
Il parametro risultante evidenzia la severità del moto sismico in correlazione al danno potenziale atteso per effetto dei terremoti in esame.

Gli estremi dei periodi di integrazione sono in genere funzione dei periodi strutturali della tipologia di edifici. Lo studio originale condotto da Housner, individuava il campo di definizione del fattore di amplificazione, tra T = 0,1 e 2,5 sec.

<sup>6</sup> Housner G.W., 1952; Intensity of ground motion during strong earthquakes, California Institute of Technology, August.

Nel contesto del presente studio, l'approccio per la definizione dei periodi di integrazione, è stato sviluppato considerando le tipologie strutturali prevalentemente presenti nel territorio di Gattatico, analizzando le variazioni dei fattori di amplificazione in funzione dei diversi periodi esaminati.

In prima fase è stato definito il rapporto  $SI/SI_0$  per intervalli di periodo corrispondenti a 0,1 sec ottenendo i fattori di amplificazione visualizzati nel seguente grafico:



Fattori di amplificazione dell'intensità spettrale determinati per ogni verticale sismostratigrafica per intervalli di periodo corrispondenti a 0,1 sec.

L'analisi d'insieme dell'andamento dei fattori di amplificazione dell'intensità spettrale evidenzia le seguenti caratteristiche:

- I fattori di amplificazione presentano 2 massimi corrispondenti rispettivamente a  $T = 0,2 \div 0,4$  sec. con FA oscillanti tra a  $1,5 \div 2,5$  e per  $T = 0,9 \div 1,2$  sec. con FA variabili tra  $1,5 \div 2,7$ .
- In tutte le simulazioni per periodi superiori a 1,2 sec. è presente un generale decremento dei fattori di amplificazione
- Per periodi compresi tra 0,1 ed 1,2 sec. le simulazioni presentano moderate diversità di comportamento.

Sulla base di queste considerazioni sono stati definiti i periodi per la determinazione dei valori di intensità spettrale compresi tra  $0,1 \div 0,5$  sec,  $0,5 \div 1,0$  sec e  $0,5 \div 1,5$  sec.

I risultati ottenuti sono riportati nella seguente tabella:

Verticale N°	pga (g)	FA pga	FA IS per periodi di integrazione (sec)		
			0,1 – 0,5	0,5 – 1,0	0,5 – 1,5
R02	0.20	1.6	1.6	1.8	1.9
R03	0.20	1.7	1.7	1.9	2.0
R04	0.20	1.6	1.9	1.8	1.9
R05	0.21	1.7	1.8	1.7	1.8
R06	0.21	1.8	1.9	1.6	1.7
R07	0.21	1.8	1.9	1.9	2.0
R08	0.22	1.8	2.1	1.8	1.9
R09	0.22	1.8	1.9	1.8	1.9
R10	0.23	1.9	2.0	1.7	1.7
R11	0.21	1.7	1.9	1.8	1.9
R15	0.23	1.9	2.1	2.0	2.0
R16	0.22	1.8	2.0	2.0	2.0
R17	0.23	1.9	2.1	1.9	1.9
R19	0.22	1.8	1.9	2.1	2.1
R21	0.23	1.9	2.0	2.2	2.0
R22	0.22	1.9	1.9	2.0	2.0
R23	0.22	1.8	2.0	1.9	2.0
R26	0.21	1.8	1.9	1.9	1.9
R27	0.18	1.5	1.6	1.9	1.9
R29	0.16	1.4	1.5	1.2	1.1
R30	0.25	2.1	2.1	1.7	1.5
R31	0.18	1.5	1.6	2.1	2.1
R32	0.18	1.5	1.5	1.7	1.7
R34	0.18	1.5	1.7	2.0	1.8
R35	0.25	2.0	2.2	1.9	1.8
R37	0.15	1.2	1.3	1.7	1.6
R38	0.17	1.5	1.6	1.7	1.6
R39	0.22	1.8	2.0	1.8	1.8
R40	0.21	1.8	1.9	1.9	1.9
R41	0.23	1.9	2.0	1.6	1.4
R46	0.23	1.9	2.2	1.9	1.9
R47	0.23	1.9	2.1	2.0	1.9
R48	0.23	1.9	2.1	1.7	1.8
R49	0.16	1.3	1.4	1.9	2.0
R50	0.22	1.8	2.0	1.9	1.9
R51	0.19	1.6	1.6	1.6	1.5
R101	0.25	2.1	2.5	1.8	1.6
R102	0.23	1.9	2.1	2.0	1.8
R103	0.22	1.8	2.1	2.3	2.1
R104	0.20	1.7	1.7	2.1	2.2
R105	0.22	1.9	2.1	2.1	2.0
CAM-R09	0.20	1.7	1.9	2.2	2.0

*Fattori di amplificazione dell'intensità spettrale determinati per ogni verticale sismostratigrafica per i vari intervalli di periodo. Tali fattori di amplificazione sono stati determinati considerando come spettro di riferimento quello definito dalla DGR ER 2193/2015.*

### **10.5.1 Carta delle nuove indagini**

Detto elaborato visualizza l'ubicazione delle nuove verticali di indagine geofisica: MASW/Re.Mi. - HVSR, nuove e precedentemente eseguite per la microzonazione delle aree urbanizzate, di previsto nuovo insediamento e delle analoghe prospezioni geofisiche effettuate in adiacenza ai confini comunali di Gattatico, nei territori di comuni per i quali si sono sviluppate equivalenti analisi di microzonazione sismica: Campegine – Castelnuovo di Sotto.

La simbologia e caratteristiche degli elementi riportati in carta, relative ai punti di indagine sono conformi allo standard di rappresentazione e archiviazione informatica previste nell'allegato della Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica (Art. 5, comma 7 dell'OPCM 13/11/2010, n° 3907) Standard versione 4.0b del ottobre 2015.

La carta ubicazione nuove indagini visualizza i siti delle verticali di indagine effettuate nel territorio per l'individuazione dei fattori di amplificazione e caratteristiche geotecniche che competono alle varie aree esaminate.

Dette prospezioni coprono il territorio comunale omogeneamente secondo una maglia sub quadrangolare con lati di 800 ÷ 1100 m.

### **10.5.2 Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)**

La carta delle velocità delle onde di taglio Vs (Tav. 2.2), visualizza i valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m del sottosuolo, soggiacenti i primi 1.5 m pc, ( $V_{s_{30}}$  m/sec) determinate in base alle indagini Re.Mi/MASW effettuate.

Le elaborazioni delle acquisizioni hanno evidenziato valori oscillanti tra massimi di  $V_{s_{30}} = 350 \div 430$  m/sec nella zona meridionale occidentale a sud di Ponte Enza e massimi simili:  $V_{s_{30}} = 300 \div 400$  m/sec nella fascia al bordo occidentale dell'area comunale a sud dell'Autosole ed ovest di via Don Minzoni; i minimi relativi di  $V_{s_{30}} = 200 \div 220$  m/sec caratterizzano la zona settentrionale orientale a nord dell'A1, l'area nord occidentale a settentrione del Cavo Sissa, il settore occidentale centrale tra Gattatico – Stabilimenti Procter & Gamble – Villa Fiesso – Torrente Enza e la fascia centro settentrionale tra l'Autosole – Praticello – C. Nuova/Laghetti Pesca Sportiva.

I valori medi percentualmente più rappresentati corrispondono a  $V_{s_{30}} = 250 \div 300$  m/sec nella zona centrale: fascia Taneto – Zona Industriale Il Vallone e quella occidentale a sud dell'Autosole tra via Bergamina e via D. Minzoni con  $V_{s_{30}} = 230 \div 280$  m/sec.

Analoghi valori di velocità:  $V_{s_{30}} = 230 \div 270$  m/sec caratterizzano la fascia settentrionale estesa ovest – est circa da Antico Dazio a Paulli – Olmo – Il Cantone. Le rimanenti parti del territorio comunale sono contraddistinte da valori di velocità equivalente comprese tra  $V_{s_{30}} = 210 \div 230$  m/sec.

L'assetto territoriale dei valori di  $V_{s_{30}}$  evidenzia una progressiva diminuzione dei valori di velocità dalle zone sud occidentali e meridionali centrali, dove prevalgono le sequenze ghiaioso sabbiose nei primi 30/40 m dal sottosuolo, alle aree settentrionali occidentali ed orientali dove sono tendenzialmente prevalenti le litozone limoso argillose – argilloso limose



rispetto a quelle ghiaiose sabbiose che contestualmente si arricchiscono in componenti sabbiose.

Tali caratteristiche concordano con l'assetto geometrico stratigrafico della fascia di terminazione frontale della parte più recente della conoide alluvionale del T. Enza e del paleoalveo Taneto – Praticello per le aree sud occidentali - occidentali e centro meridionali e con quelle di piana inondabile per le zone nord orientali e nord occidentali.

### **10.6 Carte dei fattori di amplificazione – microzonazione sismica**

La microzonazione sismica di terzo livello di approfondimento, effettuata per gli sviluppi di interesse delle aree urbanizzate, individua le zone a comportamento sismico equivalente attribuendo alle stesse indici quantitativi che definiscono in base alle condizioni stratigrafiche e topografiche l'amplificazione sismica attesa ( $T_r = 475$  anni;  $\xi = 5\%$ ).

Ad ognuna delle microzone individuate sono assegnati i valori dei Fattori di Amplificazione (F.A.) determinati mediante codice di calcolo.

In funzione di tali elaborazioni sono stati visualizzati nelle tavole i valori dei fattori di amplificazione dell'accelerazione in superficie in condizioni di *free field*: FA, PGA e dell'intensità spettrale: FA.IS. Questi ultimi sono riferiti agli intervalli 0.1 – 0.5 sec, , 0.5 – 1.0 sec, 0.5 – 1.5 sec, attinenti alle microzone individuate.

I campi dei periodi sopra indicati, determinati in rapporto ai range di maggior amplificazione evidenziati dalla sovrapposizione di insieme degli spettri calcolati, sono stati definiti anche in funzione delle tipologie edificatorie esistenti prevalentemente presenti nel territorio comunale ed a quelle di nuova costruzione che in funzione delle indicazioni delle vigenti norme urbanistiche sono previste nella percentuale maggiore.

In base a quanto sopra esposto sono state individuate macrotipologie di fabbricati alle quali si può fare indicativamente riferimento per le valutazioni delle destinazioni d'uso dei siti di nuova urbanizzazione e per stimare le priorità di intervento per il patrimonio edilizio esistente.

Per la definizione del periodo fondamentale di vibrazione, delle macro-tipologie di fabbricati, si è fatto riferimento al metodo di analisi lineare statica previsto dalle NTC 2008 punto 7.3.3.

intervallo  $0.1 < T < 0.3$  sec

- Fabbricati appartenenti all'intervallo  $0.1 < T < 0.3$  sec: sono a questi attribuibili la maggior percentuale dei fabbricati ad uso civile in muratura sino a 4 – 5 piani di altezza e le costruzioni a telaio in C.A. sino a 3 – 4 piani di altezza.

intervallo  $0.5 < T < 1.5$  sec

- Fabbricati appartenenti all'intervallo  $0.5 < T < 1.0$  e  $0.5 < T < 1.5$  sec: possono corrispondere a tale campo strutture a telaio in C.A. o metallo con elevazioni maggiori di  $6 \div 7$  piani, magazzini verticali, manufatti alti e stretti quali silos, torri in genere, ecc.

### **10.7 Carta dei fattori di amplificazione dell'accelerazione orizzontale di picco FA.PGA**

La carta dei fattori di amplificazione PGA/PGA<sub>0</sub>, elaborata per gli sviluppi di interesse delle aree urbanizzate (Tav. 2.2.1), evidenzia i valori massimi, compresi tra 1.9 ÷ 2.0, delle aree nei settori a sud ovest del capoluogo: C. Soncini – Procter & Gamble – Gattatico, a nord est dello stesso tra via L. Cadorna e via Pedriola – Fondo Nuovo – Pedriola Nuova; nella zona meridionale occidentale tra Ponte Enza – Ex Piovanelli – Corte Rainusso – via D. Minzoni, ad eccezione del locale massimo con FA PGA = 2.1 ÷ 2.2 all'altezza della ferrovia MI-BO tra Cà del Fabbro e Ex Piovanelli; analoghi valori evidenzia la zona al bordo orientale meridionale al confine con il comune di Campegine; simili valori di FA. PGA = 1,9 caratterizzano il territorio nord orientale circa tra la via Bertona e la SP 67 nella zona di Nocetolo.

I minimi con FA PGA = 1.2 ÷ 1.5 caratterizzano il settore meridionale occidentale a sud di Ponte Enza, la fascia centrale allungata sud nord da Taneto a Praticello e l'area occidentale settentrionale adiacente al T. Enza ad ovest di Pd.re Pirlina – Villa Fiesso – C. Neroni delimitata a sud dall'A1 ed a nord dal confine comunale.

La rimanente parte del territorio è contraddistinta da FA PGA = 1.7 ÷ 1.8.

La distribuzione territoriale dei valori territoriali di FA PGA indica la correlabilità dei valori minori con le aree nel cui sottosuolo sono prevalentemente presenti sequenze ghiaioso sabbiose quali il settore sud occidentale, la fascia adiacente al T. Enza e quella centrale tra Taneto e Praticello. D'altra parte è similmente osservabile la tendenziale corrispondenza tra i valori maggiori di FA PGA e la principale presenza nel sottosuolo di successioni prevalentemente argilloso limose e l'approfondimento della base dei depositi del Sintema Emiliano Romagnolo superiore: AES.

I valori di massimo nel settore sud occidentale tra Ponte Enza e la SP 39, nel sottosuolo del quale la base dell'AES è a -140/-160 m pc ed il substrato prepliocenico è rinvenibile a -1500/-1000 m di profondità, indicano una probabile correlabilità con la presenza del fronte di sovrascorrimento sepolto circa esteso da Pantano di Sopra a Taneto – Villaggio Bella Rosa.

### **10.8 Carte dei fattori di amplificazione di intensità di Housner**

In conformità a quanto previsto nella DGR 573/2016 e degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica Dipartimento Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e P.A. (Gruppo di lavoro MS 2008), sono state elaborate le carte dei fattori di amplificazione di intensità di Housner negli intervalli FA.IS. 0.1<T<0.5 sec, FA.IS. 0.5<T<1.0 sec, e FA.IS 5,5<T<1,5.

In funzione delle tipologie edilizie prevalentemente presenti nel territorio comunale di Gattatico evidenzia che gli intervalli nei quali generalmente rientrano i fabbricati ad uso civile sino a 5 ÷ 6 piani per le strutture a telaio in CA o in muratura e fabbricati industriali con altezze sotto trave inferiori a 7 m, sono caratterizzati principalmente dai periodi 0,1<T<0,5 sec; gli intervalli dei periodi ai quali di solito appartengono le strutture di tipo produttivo con altezze sotto trave >8 m, gli edifici a telaio in C.A. oltre 6 piani, manufatti stretti e alti tipo

torri, componibili, magazzini verticali ecc, sono contraddistinti prevalentemente dai periodi  $0,5 < T < 1,0$  sec.

Dette suddivisioni di campi di periodo principale e relative delimitazioni delle aree che a loro competono, assumono particolare significato nel contesto delle previsioni di sviluppo urbanistico poiché consentono di indirizzare le scelte per la destinazione residenziale dove i valori dei fattori di amplificazione dell'intensità di Housner nell'intervallo  $0,1 < T < 0,5$  sec sono inferiori. Analogamente tale criterio di preferenza per i valori di FA.IS minori, nell'intervallo  $0,5 < T < 1,0$  sec, è significativo per privilegiare le destinazioni di parti del territorio ad uso produttivo.

La discretizzazione degli intervalli sopraindicati è inoltre di sostanziale ausilio nella valutazione del grado di vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio esistente e può essere riferimento per le stime di priorità degli interventi di miglioramento/adequamento sismico.

### **10.9 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner negli intervalli $0.1 < T < 0.5$ sec.**

La distribuzione generale dei valori di FA. IS. in tale intervallo (Tav. 2.2.2), denota un andamento simile a quello della FA.PGA ed evidenzia un progressivo aumento dei valori di amplificazione procedendo in direzione nord e nord est.

I valori relativi inferiori: FAIS =  $1,4 \div 1,6$ , si riscontrano nella zona meridionale occidentale a sud di Ponte d'Enza nella fascia orientale settentrionale adiacente il T. Enza tra C. Benassi/Villa Fiesso e C. Bersellini, nella fascia centrale del territorio tra Taneto a Praticello; sud ovest (Via Pisi - Musiara); i valori relativi maggiori FA IS =  $2,1 \div 2,4$  caratterizzano la fascia centroccidentale estesa sud nord circa da Ex Piovanelli a Gattatico – Paulli ed il settore al bordo sud orientale al confine con Campegine; simili massimi i relativi con FA.IS =  $2,0 \div 2,2$  contraddistinguono il settore nord orientale del territorio a nord dell'Autosole ed est di via Canale della Spelta e la zona nord di Nocetolo; fa eccezione la striscia di territorio ovest est di quest'ultimo nella quale FA.IS =  $1,8 \div 1,9$ ; analoghi valori si osservano nelle fasce allungate sud nord tra via Bergamina e la SP 38 e quella estesa circa sub parallelamente a via Canale della Spelta che comprende il settore nord orientale del capoluogo estendendosi sino a Molino dell'Olmo. La rimanente parte del territorio comunale è caratterizzata da FA.IS =  $1,6 \div 1,8$ .

La distribuzione territoriale dei valori di FA.IS nell'intervallo  $0,1 < T < 0,5$  sec. indica la correlabilità dei valori di amplificazione minori con le aree nel cui sottosuolo sono prevalentemente presenti sequenze ghiaioso sabbiose quali il settore sud occidentale, la fascia adiacente al T. Enza e quella centrale Taneto – Praticello, similmente si evidenzia corrispondenza tra i valori maggiori di FA.IS e la principale presenza di successioni prevalentemente argilloso limose e l'approfondimento della base dei depositi del Sintema Emiliano Romagnolo superiore: AES.

I valori di massimo nel settore occidentale tra Gattatico e Pauli, nel sottosuolo del quale la base dell'AES è a 210/230 m pc ed il substrato preplioceno è rinvenibile a -7.500 m di profondità, si estendono secondo una fascia che indica concordanza a quella dell'azimut della

faglia cieca sorgente che ha generato il sisma e del 07/1971 in sinistra Enza tra Casaltone e Casalbroncolo.

#### **10.10 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner negli intervalli $0,5 < T < 1,0$ sec**

La distribuzione territoriale dei valori di FA.IS in tale intervallo (Tav. 2.2.3), denota un andamento simile, anche se meno pronunciato, a quello dell'intervallo  $0,5 < T < 1,0$  sec ed evidenzia un tendenziale progressivo aumento dei valori di amplificazione procedendo in direzione nord est.

I valori minori: FA.IS =  $1,2 \div 1,4$  si riscontrano nella zona sud occidentale a meridione di Ponte Enza, simili medi minimi con FA.IS =  $1,5 \div 1,6$  si riscontrano nella fascia adiacente al T. Enza estesa a nord ovest – sud est circa da Villa S. Luigi a Ex Piovanelli, nel settore allungato sud ovest di Taneto ed alla zona centroccidentale del confine comunale settentrionale all'intorno di Mulino dell'Olmo.

I valori relativi maggiori FA.IS =  $2,2 \div 2,4$  caratterizzano il settore occidentale tra Fondo Impero – Molino di Fiesso – Proctor & Gamble ed un'area circa 0,5 km a nord di Praticello tra C. Nuova e Laghetti Pesca Sportiva; simili medi massimi con FA.IS =  $2,1 \div 2,2$  caratterizzano la zona allungata ovest - est assecondante via G. Mazzini di Nocetolo.

La rimanente parte del territorio comunale è contraddistinta da fattori di amplificazione mediamente equivalenti ad FA.IS =  $1,8 \div 2,0$ .

La distribuzione dei valori di amplificazione di Intensità Sismica di Housner nell'intervallo FA.IS  $0,5 < T < 1,0$ , denota andamenti simili, ma meno accentuali, a quelli dell'intervallo  $0,1 < T < 0,5$  nella fascia dei medi relativi inferiori estesa sud nord da Taneto a IL Vallone e che a nord dell'A1 incrementano ad FA.IS =  $1,9 \div 2$  indicando che in tale direzione si assottigliano ed esauriscono le sequenze sabbioso ghiaiose del paleoalveo Taneto – Praticello. Simile corrispondenza dei valori di minimo evidenzia il progressivo aumento dei valori dei fattori di amplificazione in direzione nord – nord est ed analogo comportamento denota la relativa diminuzione nella fascia settentrionale del territorio comunale orientata ovest – est circa da Antico Dazio a Paulli – Molino dell'Olmo.

Nel settore nord occidentale dell'area comunale si riscontra una fascia di medi maggiori da Molino di Fiesso alla zona Depuratore di Praticello in via Valle, che indica una direzione circa concordante con quella della faglia sorgente nel settore del capoluogo che ha generato il sisma del 05/2007 con  $M_w = 4,24$  e profondità di 9,7 km.

#### **10.11 Carta dei fattori di amplificazione di intensità di Housner negli intervalli $0,5 < T < 1,5$ sec**

La distribuzione territoriale dei valori di FA.IS in tale intervallo (Tav. 2.2.4), denota un andamento simile a quello dell'intervallo  $0,5 < T < 1,0$  sec evidenziato dal tendenziale progressivo aumento dei valori di amplificazione procedendo in direzione nord est.

I valori minori: FA.IS = 1,1 ÷ 1,4 si riscontrano nella zona sud occidentale a meridione di Ponte Enza dove prevalgono decisamente le sequenze ghiaioso sabbiose, la base dell'AES è presente a -140 ÷ -150 m pc ed il substrato prepliocenico è rinvenibile a -1.500/-1.000 m dal piano campagna; procedendo in direzione settentrionale i valori dei fattori di amplificazione incrementano ad FA.IS = 1,5 ÷ 1,6 nella fascia orientata nord ovest – sud est circa tra Villa S. Luigi ed area Ex Piovanelli in accordo con la presenza nel sottosuolo della parte più recente dei depositi ghiaioso sabbiosi della Conoide del T.Enza; simili medi caratterizzano anche la fascia centrale del territorio comunale tra Taneto e zona industriale Il Vallone con FA.IS = 1,6 ÷ 1,8 indicanti un effetto irrigidente della sequenza litotecnica correlato ai depositi sabbiosi del paleoalveo di Taneto ad alla presenza nel sottosuolo della parte meno recente della conoide alluvionale del T. Enza rinvenibile tra -70/-80 ÷ -120/-130 m pc.

Nella zona tra via Don G. Minzoni ed SP 38 allungata sud nord, i fattori di amplificazione aumentano ad FA.IS = 1,7 ÷ 1,9 in accordo la diminuzione in detta area delle sequenze ghiaioso sabbiose nella fascia di transizione tra la parte più recente e quella meno recente della conoide d'Enza. Equivalenti valori di FA.IS si riscontrano a nord dell'A1 circa tra Canale di Fiesso e via Don P. Borghi sino a C. Soncini dove si dipartono in due rami uno orientato a Dazio Vecchio ed un altro a nord est in direzione di C. Santa Maria.

A settentrione dell'Autosole i fattori di amplificazione aumentano ad FA.IS = 1,9 ÷ 2,0, ad eccezione di zone di massimo di seguito descritte, sino all'area allungato ovest – est circa da C. Benassi a Paulli – Molino d'Olmo contraddistinta da diminuzione ad FA.IS = 1,7 ÷ 1,8.

I valori maggiori con FA.IS = 2,0 ÷ 2,2 caratterizzano il settore nord orientale del territorio comunale: zona di Nocetolo, la fascia sud nord zona industriale Il Vallone-Praticello ed il settore occidentale centro settentrionale tra Stabilimenti Proctor & Gamble – Villa Fiesso ed il T. Enza.

La distribuzione territoriale dei valori di FA.IS nell'intervallo  $0,5 < T < 0,5$  sec denota andamenti simili a quelli dell'intervallo FA.IS  $0,5 < T < 1,0$  sec indicando che con l'incremento della profondità non aumenta sensibilmente il comportamento rigido della sequenza di AES ed AEI.

Nel settore centro settentrionale orientale del territorio circa da Zona Ind. Il Vallone – Casino a Crocile, si evidenzia una fascia di massimi con FA.IS = 2,1 allungata sud ovest – nord est che indica un orientamento concordante con la direzione della faglia sorgente che ha generato il sisma del 05/2007.

## 11 ELABORATI DI MICROZONAZIONE - EVENTI PASSATI

I risentimenti più rilevanti nel territorio di Gattatico sono quelli conseguiti ai terremoti del 1831-1832 ed in subordine a quelli del 1971 (Casaltone) e 1987/1996 (Bagnolo in Piano).

Le documentazioni storiche per i primi di detti sismi, con Mw 5,48 – 5,51, attestano danni ai fabbricati, crepe, crolli di comignoli, crollo delle volte e del campanile della chiesa parrocchiale di Campegine e gravi danni alla canonica, crollo di parte della facciata della chiesa di S. Andrea di Castelnovo di Sotto. Relativamente al territorio di Gattatico, in rapporto anche alla scarsa presenza di patrimonio edilizio in tale periodo, non sono riportate informazioni ma ciò nonostante in riferimento a quanto avvenuto al confinante comune di Parma nel quale sono documentati crolli di comignoli crepe nelle murature, con tutta probabilità anche in comune di Gattatico non si sono verificati gravi danni.

Nel contesto dell'evento sismico del 1971 con  $M = 5,7$ , verificatosi tra Casaltone e Casalbroncolo, circa 4/5 m ad ovest di Praticello, sono documentati danni che causarono lesioni nei muri, distacco di cornicioni e comignoli, alcuni parziali crolli, che resero inagibili 200 case nei comuni parmensi in destra T. Enza tra Casalbroncolo e Sorbolo; in territorio di Gattatico furono risentiti effetti con  $I_0 = VII$  che determinarono lesioni nelle case delle quali sette furono dichiarate inagibili, danni alla chiesa di Praticello con crollo del soffitto.

Negli eventi del 1987 e 1996 il territorio di Gattatico ha risentito di effetti con  $I_0 = 6$  che non hanno causato gravi danni al patrimonio edilizio.

Le informazioni reperibili relativamente ai risentimenti avvenuti nell'area di Gattatico relative ai danni maggiori conseguiti ai sismi, indipendentemente dalle tipologie edilizie e condizioni statico strutturali delle stesse considerate praticamente tra loro equivalenti, indicano che i danni relativi maggiori si sono verificati nella parte centro settentrionale del territorio comunale caratterizzata dai valori maggiori dei fattori di amplificazione di intensità di Housner (FA.IS) negli intervalli  $0,5 < T < 1,0$  sec e  $0,5 < T < 1,5$  sec e di amplificazione dell'accelerazione orizzontale di gravità (FA.PGA).



**STUDIO GEOLOGICO CENTROGEO**

**Dr. Geol. GIAN PIETRO MAZZETTI**

**BIBLIOGRAFIA**

- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2014) alla scala 1:50.000, foglio 200 REGGIO NELL'EMILIA. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di M.PIZZOLO, S.SEGADELLI, S.C.VAIANI.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2009) alla scala 1:50.000, foglio 202 SAN GIOVANNI IN PERSICETO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di F.C. MOLINARI, M.PIZZOLO
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2009) alla scala 1:50.000, foglio 201 MODENA. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di G. GASPERI, M. PIZZOLO.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2009) alla scala 1:50.000, foglio 220 CASALECCHIO DI RENO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di L.MARTELLI, A.BERNINI, M.T.De NARDO.
- NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2005) alla scala 1:50.000, foglio 199 PARMA SUD. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di G DI DIO, S. LASAGNI, A. MARTINI, G.ZANZUCCHI.
- L.MARTELLI, M. ROMANI; 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).
- L.MARTELLI et Alii – CNR.FI UNIFI – (2016): Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna e zone limitrofe. RER, D.R.E.A.M. 2017.
- DGR 2193/2015 Deliberazione della Giunta Regionale 21 dicembre 2015, n°2193.  
Art. 16 della L.R. n°20 del 24/03/2000. Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", di cui alla deliberazione dell'Assemblea legislativa 2 maggio 2007, n°112.
- 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.
- G.P. MAZZETTI, S. GILLI; 2013: Geological characters and structural seismic response of litho units between ridge Apennine foot hills: area of the Municipalities of Montese, Zocca, Guiglia, Marano s/P, Atti IX Forum Italiano di Scienze della Terra, Geitalia, Pisa,
- AA.VV. (2013) Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'appennino Tosco-Emiliano-Romagnolo e Val Padana, Regione Emilia Romagna – Toscana, Università di Siena 1240.
- DGR 1051/2011. Deliberazione della Giunta Regionale n. 1032/2012, "Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione e concessione dei contributi di cui all'OPCM 3907/2010 e ss.mm". Boll. Uff. Reg. Emilia-Romagna n. 120 del 02/08/2011.  
<http://demetra.regione.emilia-romagna.it/> o <http://www.regione.emilia-romagna.it/geologia/>
- LOCATI M., CAMASSI R. e STUCCHI M. (a cura di) (2011). *BDMI11, la versione 2011 del Database Microsismico Italiano*. Milano, Bologna, <http://Edius.mi.inqv.it/DBMI11>
- CENTROGEO (2013) Studio Geologico Ambientale - Analisi Sismica e Microzonazione Comune di Gattatico. Non pubblicato
- 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](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.
- MOLINARI F.C. – BOLDRINI G. et ALII (2007) – Risorse Idriche Sotterranee della provincia di Ferrara; DB MAP, Firenze.
- G.P. MAZZETTI (2006), Evoluzione geologica del territorio reggiano. pp. 8-20 in "Una Provincia allo Specchio: Reggio Emilia"; Telesio Editrice, Carnate, Milano.
- G.P. MAZZETTI (2008), Indagine Geologico Ambientale – Analisi Sismica, Quadro Conoscitivo Preliminare Piano Strutturale Comunale di San Martino in Rio, dati non pubblicati.
- M. PAGANI, A. MARCELLINI, R. DAMINNELLI, L. MARTELLI, G.P. MAZZETTI (2003). Valutazione della pericolosità sismica di Castelnovo né Monti, Convegno Nazionale, Gruppo Nazionale di Geofisica della terra Solida, C.N.R., Roma.
- SERVIZIO TECNICO DEI BACINI ENZA E SECCHIA (2005) – Stratigrafie catasto pozzi, dati non pubblicati.
- AA.VV. (1970-1980) – Rapporti ed indagini geognostiche sul territorio di Bagnolo in Piano (RE). Documenti inediti.
- M. PANIZZA ET ALII (1978). Geomorfologia dell'area circostante la Pietra di Bismantova; Servizio Geologico d'Italia, vol. XCVII, C.N.R.
- G.P. MAZZETTI- NASSER A.Z. – GILLI S. (2003) – Enza the alluvial cone model trough geoelectric prospection, Atti 4<sup>th</sup> European Congress in Regional Geoscientific Cartography; R.E.R. Ind. Graf. Labanti e Nanni – BO.
- DI DIO G. et ALII (1998) - Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna S.E.L.C.A. Firenze
- SCANDONE P. et Alii (1992) - Struttura geologica, evoluzione cinematica e schema sismotettonico della penisola italiana, Atti, Convegno GNDT.
- MAZZETTI G.P. – POZZI P. (1993) – Studio di compatibilità ambientale fisica per la locazione di un impianto di scarico controllato in zone planiziali – Discarica Intercomunale di Novellara (RE) – Atti 8° convegno Nazionale C.N.G.
- BOSELLINI A- MUTTI E - RICCI LUCCHI F. (1989) - Rocce e Successioni sedimentarie UTET
- MAZZETTI G.P. (1983) – studio geologico ambientale del comprensorio di media pianura Carpi – Correggio, Regione Emilia Romagna.
- AGIP (1981) - Subsurface geological structure of the Po Plain. Italy - C.N.R.
- BOSELLINI A. (1981) - The emile fault. A jurassic fracture zone that evolved into a Cretaceous Paleogene sinistral wrench fault. Boll. Soc. Geol. It.
- FERRARI G - POSTPISCHL D. (1981) - Le scale macrosismiche C.N.R. P.F. Geodinamica. Pubbl. N° 387. Ist. Topografia, geodesia e geofisica Mineraria, Univ. BO
- C.N.R. (1980) - Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale - Pubblic. 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.  
CASTANY G. (1976) - Traité pratique des eaux souterraines. Dunod, Paris.  
VANDENBERG J. & WONDERS A.A.H. (1976) - Paleomagnetic evidence of large fault displacement around the Po-Basin. *Tectonophysics*.  
VEGGIANI A. (1974) - Le variazioni idrografiche del basso corso del fiume Po negli ultimi 3.000 anni. *Padusa Riv. C. Palesano St. Stor. Arch. E Etr. Rovigo*.  
ENI (1972) - Acque dolci sotterranee - ENI  
ENI (1965) - Enciclopedia del petrolio e del gaso naturale, volume VI, Carlo Colombaro Editore.  
AGIP (1969) - Italia II - Geologia e ricerca petrolifera; Pianura Padano Veneta.-Enciclopedia del petrolio e del gas naturale, ENI  
LOSACCO U. (1949) - La glaciazione quaternaria dell'Appennino Settentrionale. *Riv geografia It*, 56 (2)