

INDICE

1 -	PREMESSA	1
2 -	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO	3
3 -	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	4
4 -	INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO	5
5 -	CLASSIFICAZIONE SISMICA	15
6 -	PERICOLOSITA' SISMICA	16
7 -	QUADRO LITOSTRATIGRAFICO	18
8 -	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	19
9 -	ASPETTI IDRAULICI	19
10 -	VALUTAZIONI CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO	21
11 -	CARATTERISTICHE DINAMICHE DEL SUOLO (VS30)	23
12 -	FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO	26

Elaborati :

TAV. G1 - CARTA IDROGEOMORFOLOGICA, scala 1:5.000

TAV. G2 - UBICAZIONE INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE, scala 1:5.000

TAV. G3 - CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA – scala 1:2.000

ALL. G1 - DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

ALL. G2 - DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOTECNICHE

ALL. G3 - VALUTAZIONE CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO

1 - PREMESSA

La presente "Relazione Geologica" costituisce il prescritto supporto geologico (previsto dalla legge regionale n° 47/1978, art. 48, punto 6, così come modificata dalla L.R. n°23/1980, per gli strumenti urbanistici preventivi) al Piano Operativo Comunale POC adottato dal C.C. di Carpaneto P.no con Delib. n.42 del 21/12/2006.

In questa sede è stato altresì prodotto il prescritto approfondimento della componente sismica ai sensi della Delib. G.R. 1677 del 24/10/2005, oltre che per il sub-ambito di nuova previsione anche le aree urbanizzabili previste dalla Variante Generale 2003 e non ancora attuate, in quanto non supportate da studio geologico adeguato alla nuova normativa sopra citata.

Lo studio e la redazione della presente indagine sono stati realizzati sulla base delle indicazioni metodologiche contenute nella Circolare R.ER. 1288/83, inerente le "...Indagini geologiche da produrre a corredo dei Piani Urbanistici Comunali...".

Per le aree di pianura, la circolare in oggetto, richiede di sviluppare maggiormente gli aspetti "idrogeologico e geotecnico", per cui l'indagine è stata diretta soprattutto all'approfondimento dei seguenti aspetti :

- a) **idrogeologico:** finalizzato a valutare *"...le eventuali penalizzazioni imposte al territorio dalle scelte urbanistiche e viceversa, in rapporto alle caratteristiche locali dell'acquifero, alla quota ed ampiezza delle escursioni della falda freatica in connessione con l'idrografia della zona, alla presenza o meno di terreni saturi, alle condizioni di drenaggio superficiale, alle possibilità delle aree oggetto di intervento di essere inondate..."*;
- b) **geotecnico:** rivolto a stabilire in particolare *"...l'idoneità all'edificazione delle aree individuate e le linee generali di tendenza al comportamento geotecnico dei terreni interessati"*, in relazione alle proprietà meccaniche e al grado di saturazione del substrato.

L'approfondimento degli aspetti sismici è stato condotto, in relazione alla relazione alla classificazione sismica del territorio comunale (zona sismica 3), sulla base delle indicazioni contenute nella Circolare Regionale n°1288/83 per le aree sismiche di pianura, e pertanto limitato alla verifica:

- a) *della geologia del substrato, anche in relazione ai più recenti studi prodotti dal Servizio Geologico Regionale, in particolare alla Carta Sismotettonica;*

- b) *la definizione della geometria delle diverse lito-facies, e i reciproci rapporti di giacitura esistenti tra queste;*
- c) *l'individuazione, almeno di larga massima, di aree in cui siano presenti terreni con caratteristiche portanti scadenti (torbe, limi, sabbie non compatte sature d'acqua, ecc.);*
- d) *una prima caratterizzazione "sismica" dei terreni di fondazione in funzione della determinazione della velocità delle onde di taglio media nei primi 30 metri di sottosuolo (Vs30).*

L'indagine geologica a supporto dell'area POC 2006 in oggetto, interessanti le aree di nuova previsione ed un loro adeguato intorno, sono state sviluppate attraverso studi e approfondimenti comprendenti :

- esame Quadro Conoscitivo del PSC approvato
- Relazione Geologica della Variante Generale del PRG.
- raccolta dati geologici, idrogeologici ed idraulici.
- rilievo geomorfologico mediante fotointerpretazione e controlli di campagna;
- raccolta dati geognostici e geotecnici presso l'Ufficio Tecnico comunale relative ad interventi edilizi privati;
- dati di prospezioni geofisiche finalizzate alla misura del Vs30, eseguiti nell'ambito degli approfondimenti della componente sismica dello strumento urbanistico comunale e derivati da indagini a supporto di Piani urbanistici attuativi;
- valutazione dell'edificabilità di dettaglio, con individuazione di classi di fattibilità geologica ed indicazioni generali in ordine alle destinazioni d'uso, alle cautele da adottare per gli interventi, agli studi ed alle indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso, alle opere di riduzione del rischio ed alla necessità di controllo dei fenomeni in atto.

2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

La zona oggetto di indagine ricade nel settore posto ad ovest del centro abitato, compreso tra il corso del Torrente Vezzeno e la zona in fase di urbanizzazione posta ad ovest del centro scolastico; l'area, ad andamento sub-pianeggiante presenta un'altezza compresa tra circa 117 e 112 m. s.l.m., con una pendenza media di circa 0,9 ‰.

Essa rientra nel settore di alta pianura compresa tra il corso del Torrente Vezzeno e del Torrente Chero, riferibile alla porzione mediana della conoide del T. Chero, costituita da depositi alluvionali del Subsistema di Ravenna (Pleistocene superiore – Olocene) della Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna, rappresentati da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi e limi e limi sabbiosi.

Nel dettaglio, in riferimento all'ambiente deposizionale prevalente nei primi 1.5 - 2.0 m dal piano campagna, sono distinguibili un ambiente di conoide a ghiaie da grossolane a fini con matrice sabbiosa o, più raramente argillosa (ritrovabile nel settore centro meridionale dell'area di trasformazione) ed un ambiente di piana alluvionale appenninica a traccimazioni indifferenziate con alternanze di sabbie fini e finissime, limi ed argille in strati da molto sottili a spessi (settore settentrionale).

Dal punto di vista geomorfologico, si segnala una fascia ad andamento dossiforme, debolmente sopraelevata sulla campagna circostante, posta a sud-est dell'area in esame, riferibile ad un paleoalveo del T. Vezzeno, oltre alla depressione valliforme entro cui scorre il T. Vezzeno stesso, ribassata di circa 1-2 m. rispetto l'area di studio, tuttora esondabile in occasione di piene di carattere straordinario del corso d'acqua.

3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Recenti studi effettuati per la ricostruzione degli acquiferi nella Pianura Emiliano Romagnola (Regione Emilia Romagna, ENI-AGIP, 1998. Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia- Romagna. A cura di G. Di Dio) hanno permesso di individuare i corpi sedimentari sepolti e di approfondire la comprensione dell'evoluzione globale del bacino padano. In profondità sono presenti depositi legati a cicli trasgressivo regressivi Plio-Pleistocenici, legati all'approfondimento e successiva continentalizzazione del bacino marino che ha interessato in più riprese l'area attualmente occupata dalla valle Padana.

A scala padana la successione plio-quadernaria ha carattere regressivo, con alla base sabbie e peliti torbiditiche seguite da un prisma sedimentario fluvio-deltizio, progradante, ricoperto al tetto da depositi continentali.

Nel sottosuolo della pianura emiliano romagnola sono state riconosciute 3 grandi discontinuità deposizionali corrispondenti ad altrettanti eventi tettonici, determinanti la chiusura del bacino padano e l'accavallamento delle falde appenniniche; queste falde sepolte si accavallano con vergenza nord-est ed anche attualmente possono essere riattivate dai continui movimenti tra le placche.

Nonostante la Pianura Padana non presenti in superficie nessun elemento per definire l'assetto strutturale, il sottosuolo è caratterizzato da una serie di superfici di distacco che lo dividono in diversi corpi cuneiformi secondo un modello di embrici est vergenti.

Sotto l'aspetto strutturale infatti la pianura emiliana è compresa nell'arco delle pieghe emiliane, caratterizzate da due distinti fasci di thrust a vergenza appenninica: il primo, più meridionale, detto fronte di accavallamento appenninico (P.T.F.), definisce il limite della catena appenninica affiorante; il secondo, detto fronte di accavallamento esterno (E.T.F.), definisce il limite dell'Appennino sepolto.

Pertanto il vero fronte appenninico, circa all'altezza del Fiume Po sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano-veneta come si evidenzia nello schema strutturale di Fig. 1

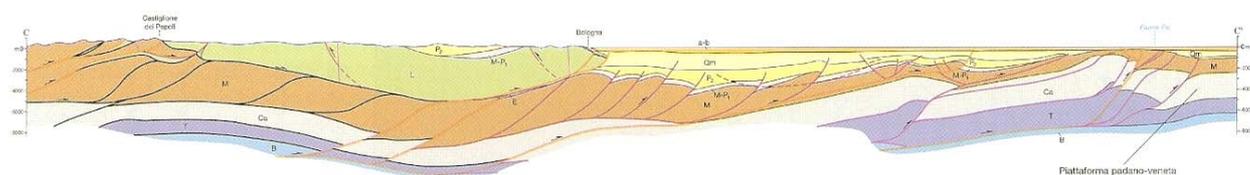


Figura 1 – Sezione dello schema tettonico dei thrust appenninici.

4 - INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO

- Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna

La sintesi delle attuali conoscenze in termini di dati sismologici e degli elementi strutturali attivi è stata sintetizzata nella Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna, recentemente pubblicata (2004) a cura del Servizio Sismico e dei Suoli regionale, di cui si riporta uno stralcio in Fig. 2.

In questo lavoro sono state identificate, sulla base di evidenze geologiche e morfologiche, le principali strutture attive che interessano l'Emilia-Romagna, la cui sintesi è riportata in figura 3.

L'Appennino è una catena a thrusts che si è strutturata principalmente in età neogenica, ma che mostra morfologie estremamente giovani, evidenze di sollevamenti recenti e una costante sismicità, che testimoniano come il processo di costruzione della catena sia ancora attivo.

Le maggiori evidenze di strutture attive, sia da profili sismici che da osservazioni di campagna, sono state rilevate nel settore del margine appenninico compreso tra Salsomaggiore e la valle dell'Idice, sul fronte sepolto delle pieghe emiliane tra Piacenza e Reggio Emilia e al tetto della dorsale ferrarese tra Reggio Emilia e le Valli di Comacchio.

Negli affioramenti lungo il margine piacentino, non sono presenti chiare evidenze di deformazioni recenti; i depositi della successione del margine si presentano pressoché indeformati e si immergono blandamente sotto i depositi alluvionali padani.

Anche dai profili sismici risulta che l'unica struttura importante che mostra attività tardo-quadernaria è il fronte sepolto dell'alto di Chero-Carpaneto (individuabile nello stralcio della Fig. 2), che rappresenta la prosecuzione verso SE del thrust di Stradella.

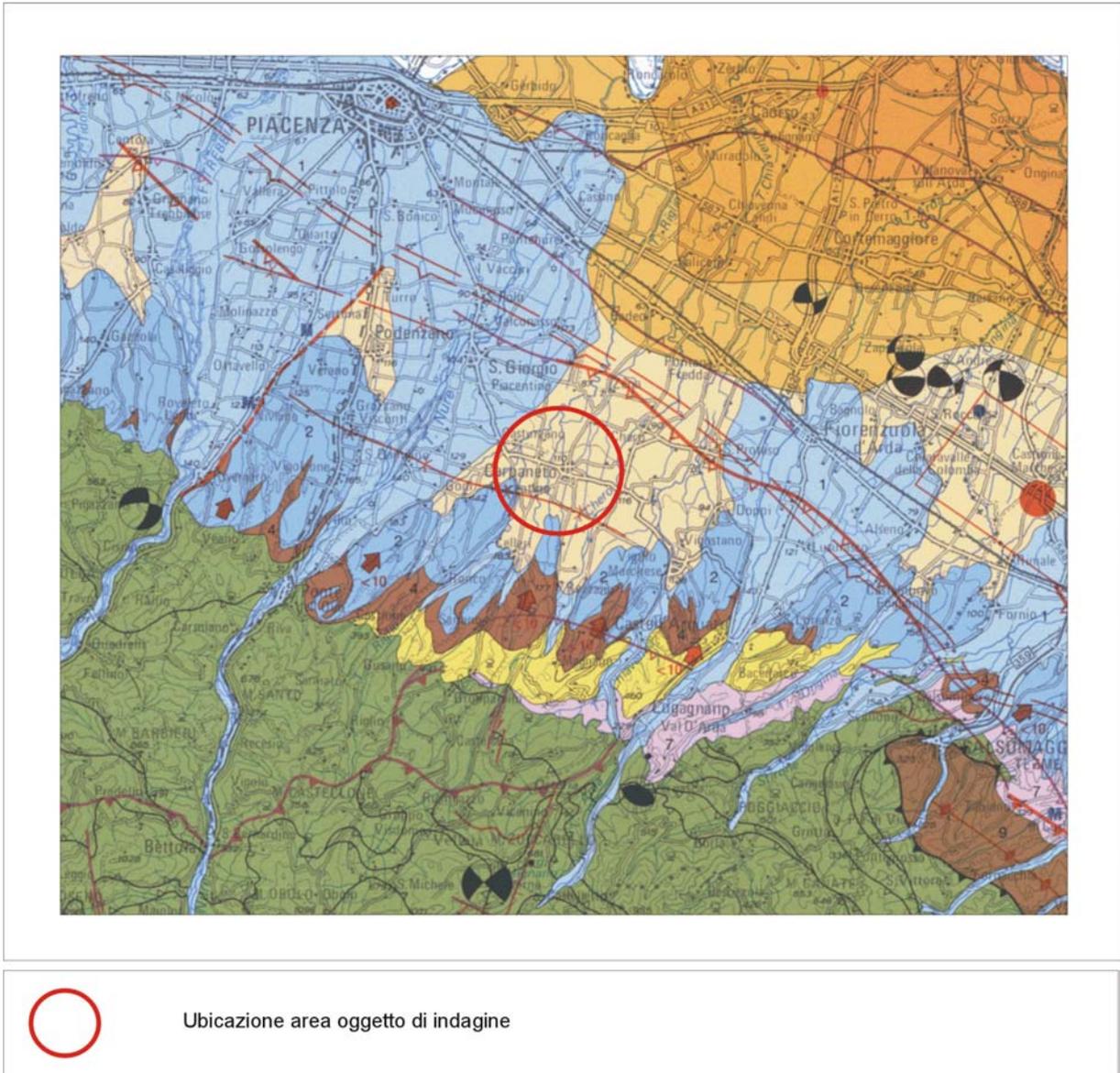


Figura 2 – Stralcio Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna - Servizio Sismico e dei Suoli RER

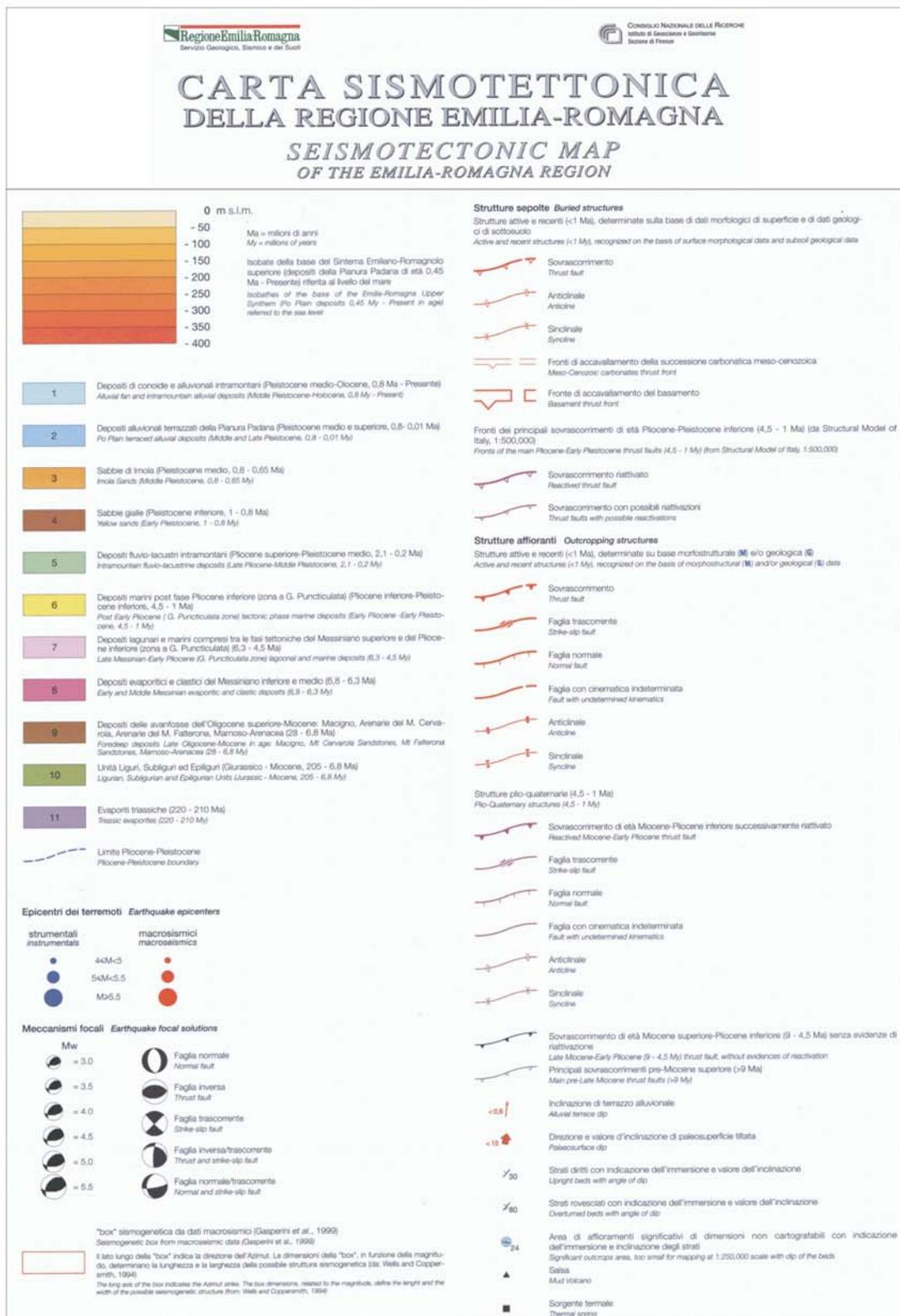


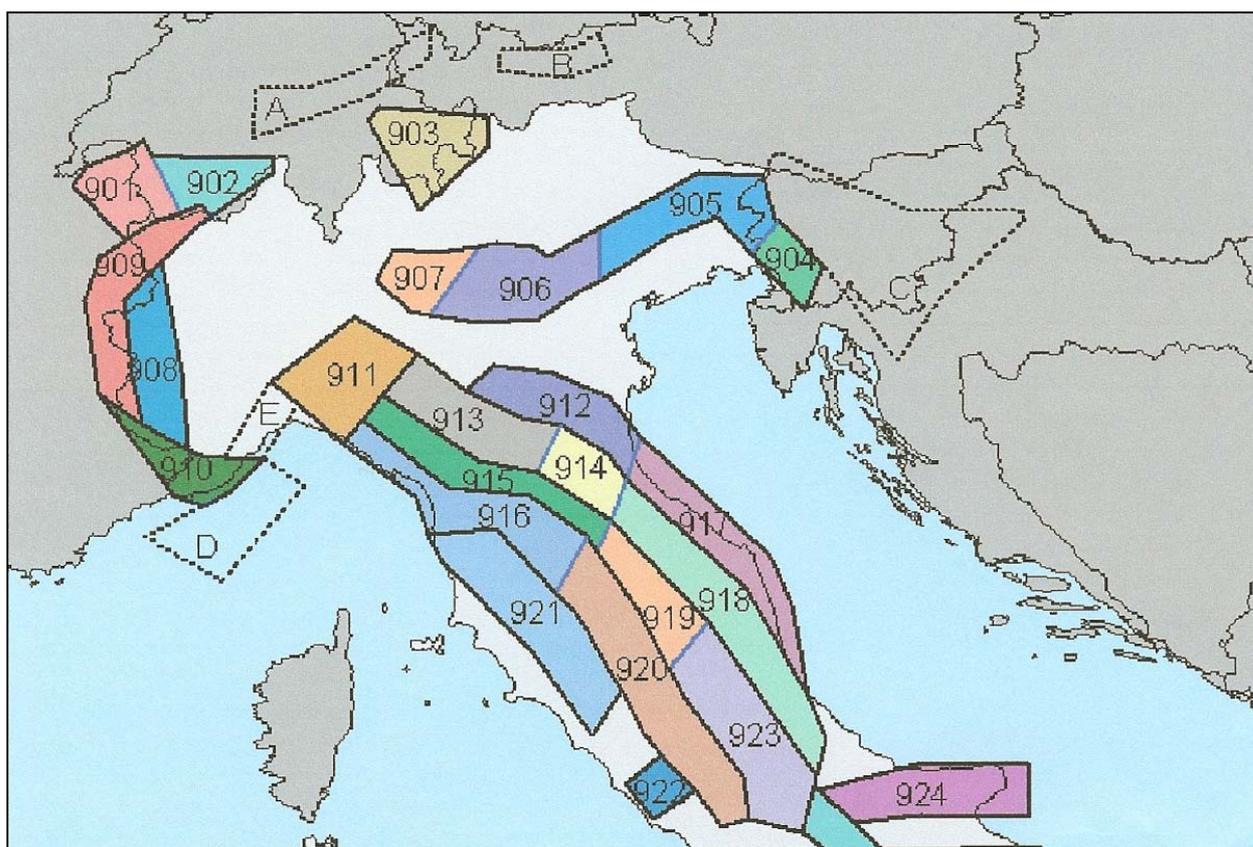
Figura 3 – Legenda Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna - Servizio Sismico e dei Suoli RER

Zonazione sismogenetica

In questa sede è stata esaminata una nuova zonazione sismogenetica denominata ZS9, contenuta nel Rapporto Conclusivo della "Mappa di pericolosità sismica" redatta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia nell'aprile 2004, che partendo dalla revisione della precedente zonazione ZS4, è stata aggiornata sulla base delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni del potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni.

Per quanto riguarda il settore nord-occidentale dell'Appennino settentrionale, le cui zone sismotettoniche riconosciute sono rappresentate in Figura 4, si distingue la zona 911, comprendente il cosiddetto "arco di Pavia" e le strutture ad esso relative, che rappresenta il limite settentrionale dell'arco appenninico, costituendo un ruolo di svincolo tra il sistema alpino e quello appenninico; il meccanismo di fagliazione prevalente risulta essere trascorrente.

La zona 912, longitudinale rispetto all'asse della catena appenninica, rappresenta la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale; il meccanismo di fagliazione prevalente risulta indeterminato.



- Figura 4 – Zonazione sismogenetica ZS9 – I.N.G.V. 2004

5 - SISMICITA' STORICA

L'Emilia-Romagna rappresenta un settore della catena appenninica esterna caratterizzato da una sismicità frequente che può essere definita media in relazione alla sismicità nazionale, con ipocentri dei terremoti localizzati non solo nella crosta superiore ma anche nel mantello.

Al proposito nelle Figure 6 e 7 vengono rappresentate le sismicità strumentali per intervalli di profondità degli ipocentri della Regione Emilia Romagna registrati dalla rete sismica di controllo, relativi a terremoti avvenuti nell'intervallo 1981-2003; nel settore di pianura in esame sono stati registrati terremoti con magnitudo $M < 4$ ed ipocentro profondo (> 35 km), relativamente distante dal territorio di Carpaneto.

L'Emilia-Romagna è interessata da una sismicità che può essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, con terremoti storici di magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IXX grado della scala MCS. Nel settore indagato i fenomeni sismici risultano di minore energia (Magnitudo $< 5,5$).

In riferimento agli eventi tellurici storici (sismicità storica) è stato esaminato il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI2 (di cui è riportato uno stralcio in Figura 10), aggiornato recentemente con i dati disponibili fino all'anno 2002 a cura dei tre enti scientifici nazionali (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Servizio Sismico Nazionale); esso rappresenta un aggiornamento del precedente Catalogo CPTI1, (di cui viene rappresentato in Figura 8 un estratto relativo alla Regione Emilia Romagna, con la rappresentazione degli epicentri per classe di magnitudo M_a) che si era limitato all'anno 1993.

Gli eventi tellurici più significativi per l'area risalgono al 1276 (magnitudo 5,11 – epicentro zona Santimento) al 1736 (magnitudo 5,31 – epicentro zona Piacenza), ed al 1910 (magnitudo 4,63 – epicentro zona Pontedell'Olio); un'elaborazione dei dati relativi al comune di Piacenza, ricavato dal CPTI1, viene rappresentato in termini di intensità risentita MCS (scala Mercalli) nella Figura 9.

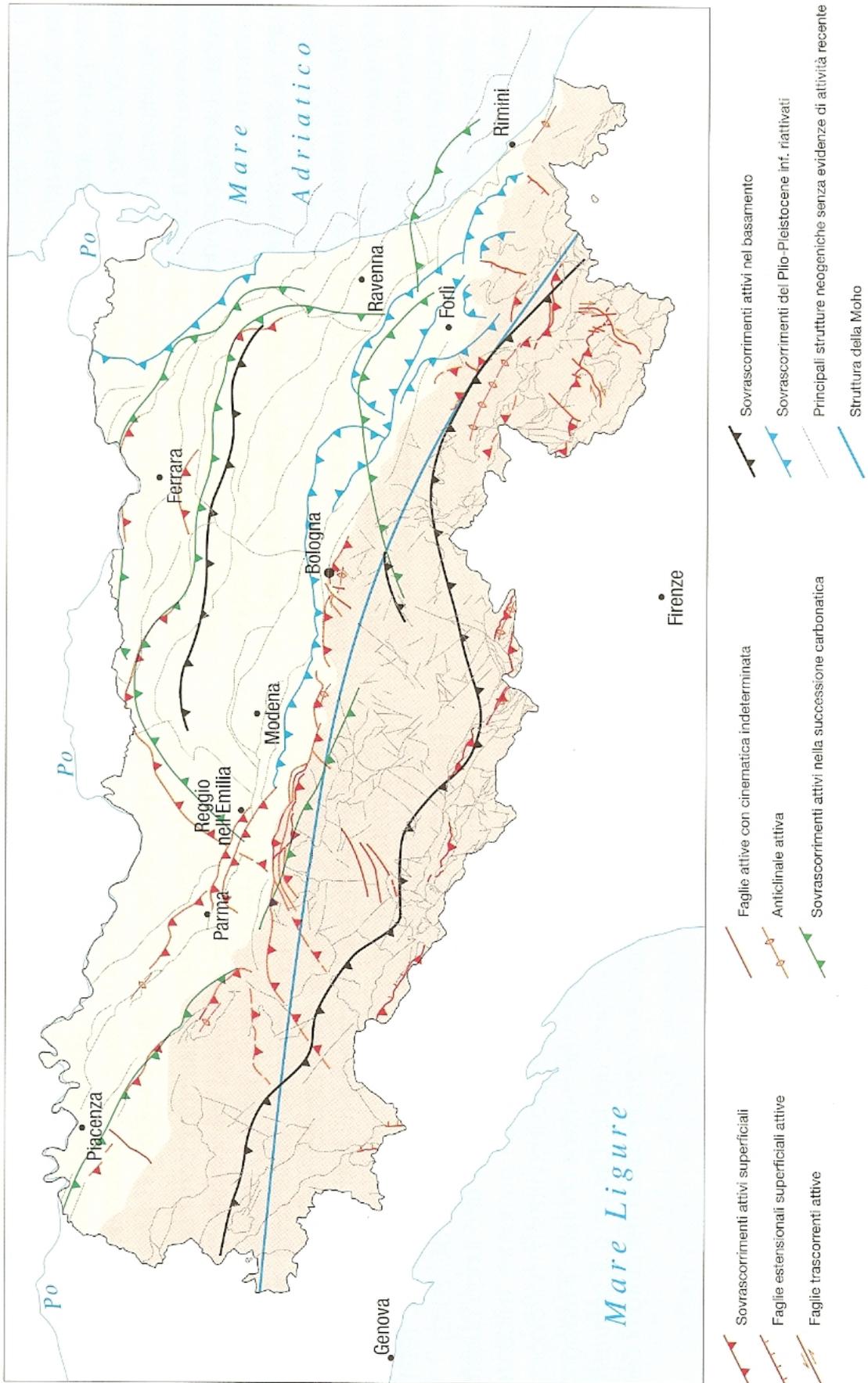


Figura 5 – Sintesi regionale delle principali strutture attive

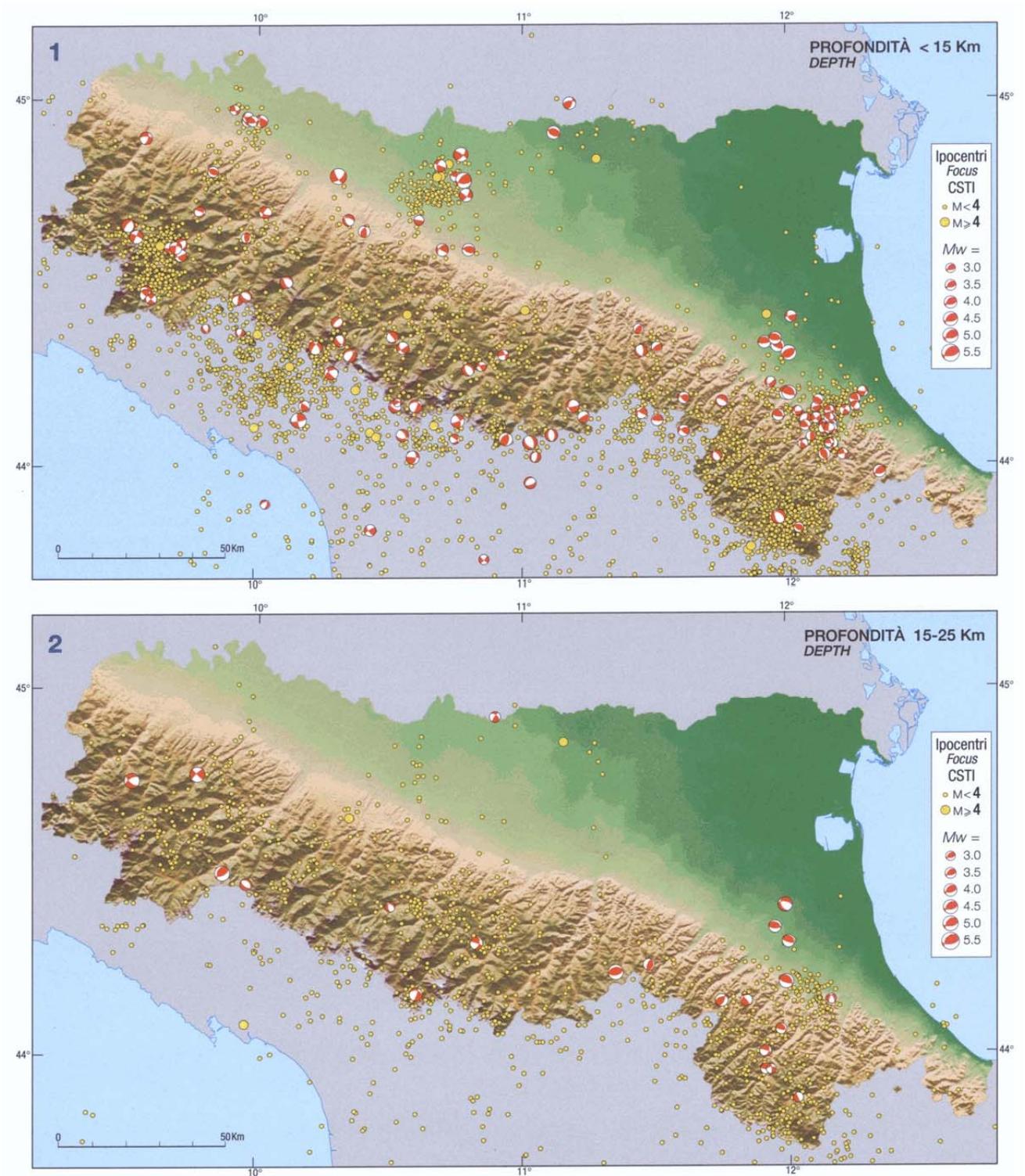


Figura 6 – Sismicità strumentale per intervalli di profondità degli ipocentri (< 15 km in alto; 15-25km in basso) – Fonte : Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna – Servizio Geologico Sismico e dei Suoli

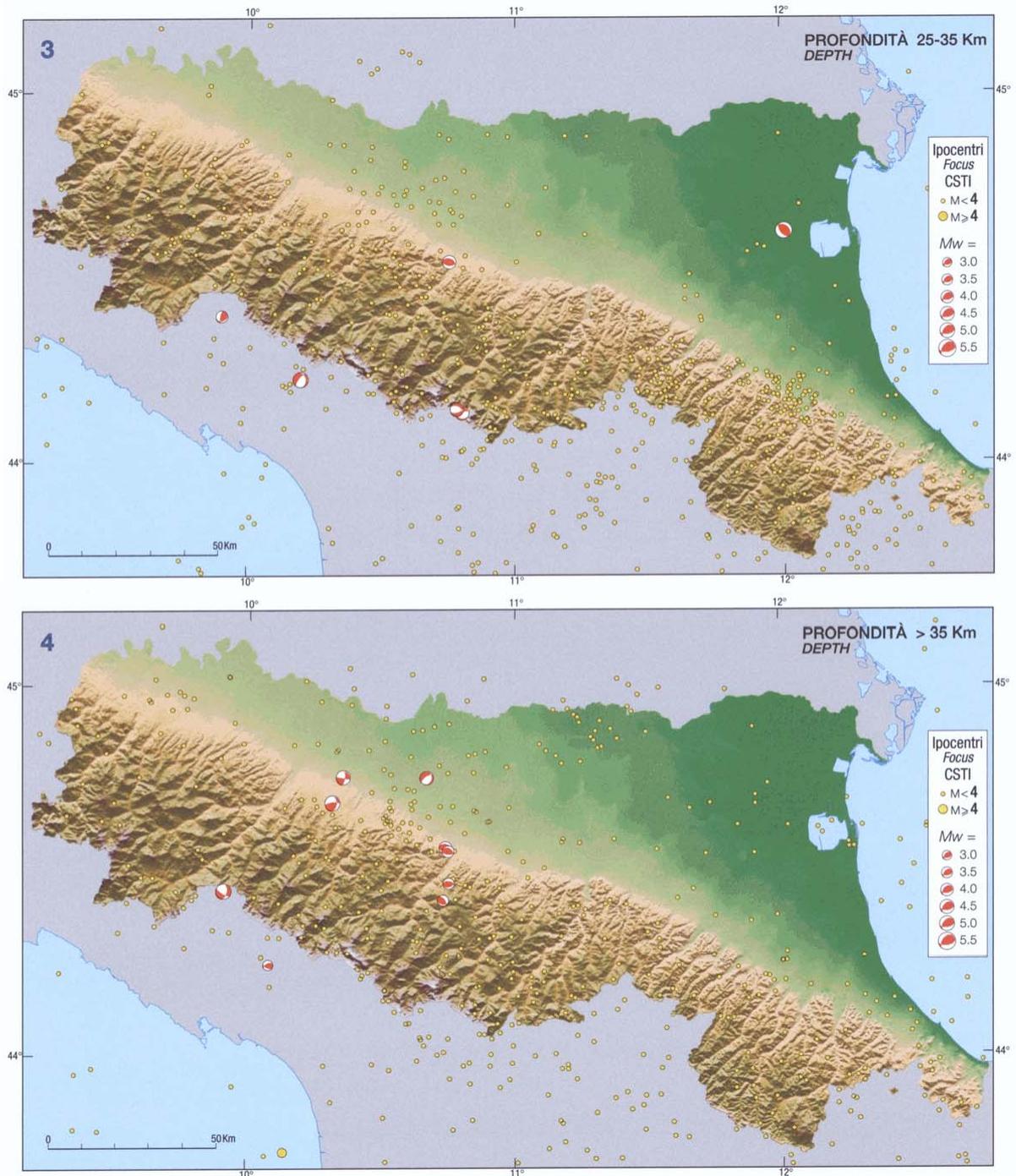


Figura 7 – Sismicità strumentale per intervalli di profondità degli ipocentri (25-35 km in alto; > 35 km in basso) – Fonte : Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna – Servizio Geologico Sismico e dei Suoli

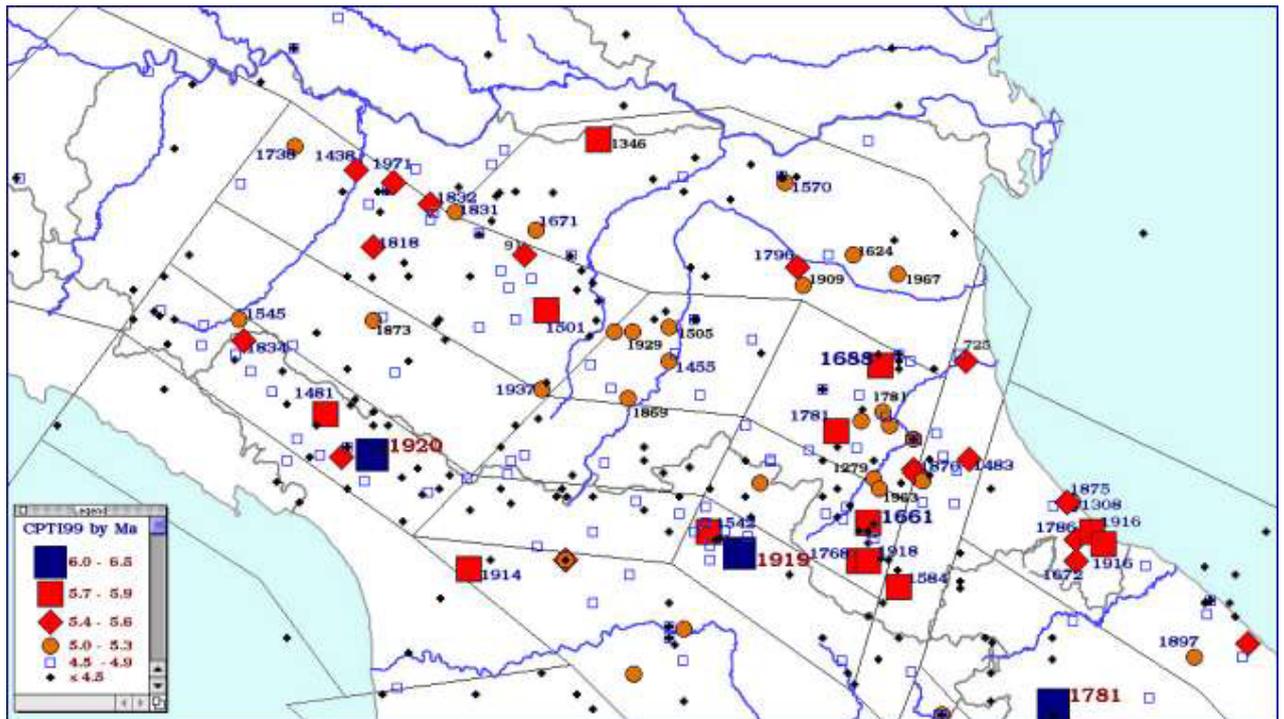


Figura 8– Distribuzione degli epicentri per classi di magnitudo relativa al Catalogo CPT11, aggiornato sino al 1993. (da Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione Emilia Romagna).

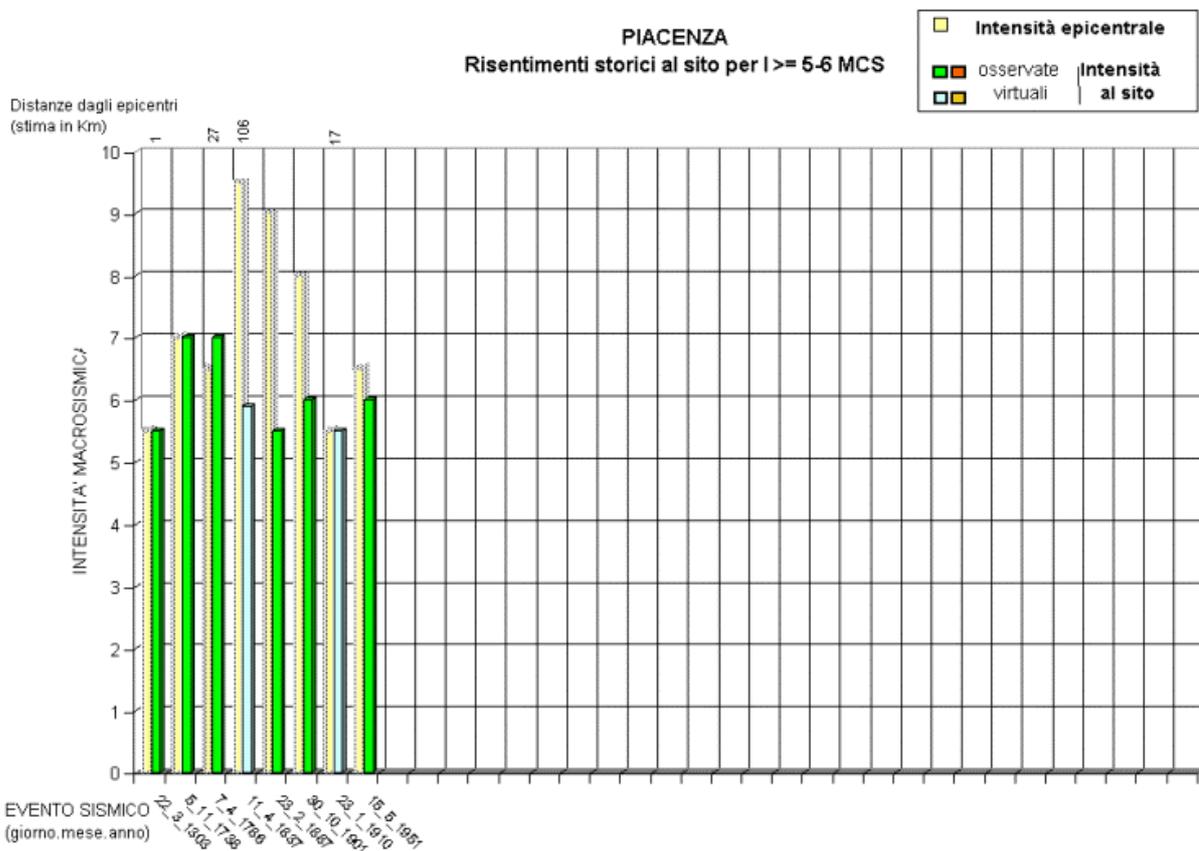


Figura 9 – Principali terremoti storici registrati a Piacenza e relativa intensità macrosismica (scala Mercalli).

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dsp	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Ncpt
59	DI	1276	7	28	18	30		Italia settent.	CFTI	10	55	60	M	45,080	9,550	A	5,11	0,12		4,71	0,18		4,91	0,17	911	G	119	516	59
74	DI	1303	3	22	23			PIACENZA	DOM	1	55	55		45,052	9,693	A	4,63	0,13		4,00	0,20		4,25	0,19	911	G		517	74
511	DI	1738	11	5	0	30		PARMA	DOM	10	70	70		44,906	10,028	A	5,40	0,20		5,15	0,30		5,31	0,28	913	G		612	511
647	DI	1786	4	7				PIACENZA	DOM	8	70	65		45,298	9,595	A	5,31	0,16		5,01	0,24		5,18	0,22	911	A		522	647
819	DI	1837	4	11	16	50		ALPI APUANE	DOM	50	100	95		44,174	10,181	A	5,65	0,09		5,51	0,13		5,51	0,13	915	G	391	552	819
1128	DI	1887	2	23	5	21	50	Liguria occidentale	CFTI	1515	100	90		43,920	8,070	A	6,29	0,10		6,29	0,10		6,29	0,10	910	G	436	479	1128
1353	DI	1901	10	30	14	49	58	Salo'	CFTI	191	80	80		45,580	10,500	A	5,67	0,07		5,55	0,11		5,55	0,11	906	G	457	270	1353
1523	CP	1910	1	23	1	50		PONTE DELL'OLIO	POS85			55		44,900	9,633		4,63	0,13		4,00	0,20		4,25	0,19	911	G		525	1523
2054	DI	1951	5	15	22	54		LODIGIANO	DOM	126	60	65		45,254	9,550	A	5,24	0,07		4,91	0,11		5,09	0,10	911	A		2113	2054

Codice CPTI04	descrizione	contenuto
N	numero d'ordine del record	
Tr	tipo di record	DI: parametri calcolati da dati di base macrosismici; CP: parametri adottati da cataloghi parametrici
Anno	tempo origine: anno	
Me	tempo origine: mese	
Gi	tempo origine: giorno	
Or	tempo origine: ora	
Mi	tempo origine: minuto	
Se	tempo origine: secondo	
AE	denominazione dell'area dei massimi effetti	
Rt	codice dell'elaborato di riferimento	vedi tabella 1
Np	numero dei dati puntuali di intensità disponibili	
Imx	intensità massima x 10 (scala MCS)	
Io	intensità epicentrale x 10 (scala MCS)	
TI	codice di determinazione di Io	M: valore assegnato manualmente
Lat	localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessagesimali-decimali	
Lon	localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessagesimali-decimali	
TL	codice di localizzazione	A: localizzazione macrosismica automatica M: localizzazione macrosismica manuale S: localizzazione strumentale

Maw	Magnitudo momento	
Daw	Errore associato alla stima di Maw	
TW	codice di determinazione di Maw	O valore osservato
Mas	Magnitudo calcolata sulle onde di superficie	fino al 1980 coincide con Ma di CPTI99
Das	Errore associato alla stima di Mas	fino al 1980 coincide con Da di CPTI99
TS	Codice di determinazione delle magnitudo per la zona etnea	En: valore per il calcolo del quale è stata usata la relazione Io/Mm di Azzaro e Barbano (1997)
Msp	Magnitudo da utilizzare in combinazione con la relazione di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996)	per Ms>5.5: Msp=Ms per Ms≤5.5: Msp=(Ms+0.584)/1.079
Dsp	Errore associato alla stima di Msp	
ZS9	Zona sorgente di ZS9 cui l'evento è assegnato	
TZ	Codice di assegnazione alla zona sorgente	G: assegnazione geografica A: assegnazione ponderata cautelativa
Ncft	Numero progressivo dei record nel catalogo CFTI2	
Nnt	Numero d'ordine dei record nel catalogo NT4.1.1	
Ncpt	Numero d'ordine del record nel catalogo CPTI99	

Figura 10 – Estratto dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI04) . Gruppo di lavoro CPTI (2004). INGV,

6 - CLASSIFICAZIONE SISMICA

La recente riclassificazione sismica del territorio nazionale (Ordinanza P.C.M. 3274/2003) classifica il Comune di Carpaneto P.no in **zona 3** cioè a sismicità bassa, caratterizzata da valori di ag/g compresi nell'intervallo $0,05 \div 0,15$, dove "ag" è l'accelerazione di picco orizzontale al suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni e "g" è l'accelerazione di gravità.

Come si può evidenziare dalla cartografia di Figura 11 rientrano in zona 3 buona parte dei territori posti in prossimità del margine appenninico

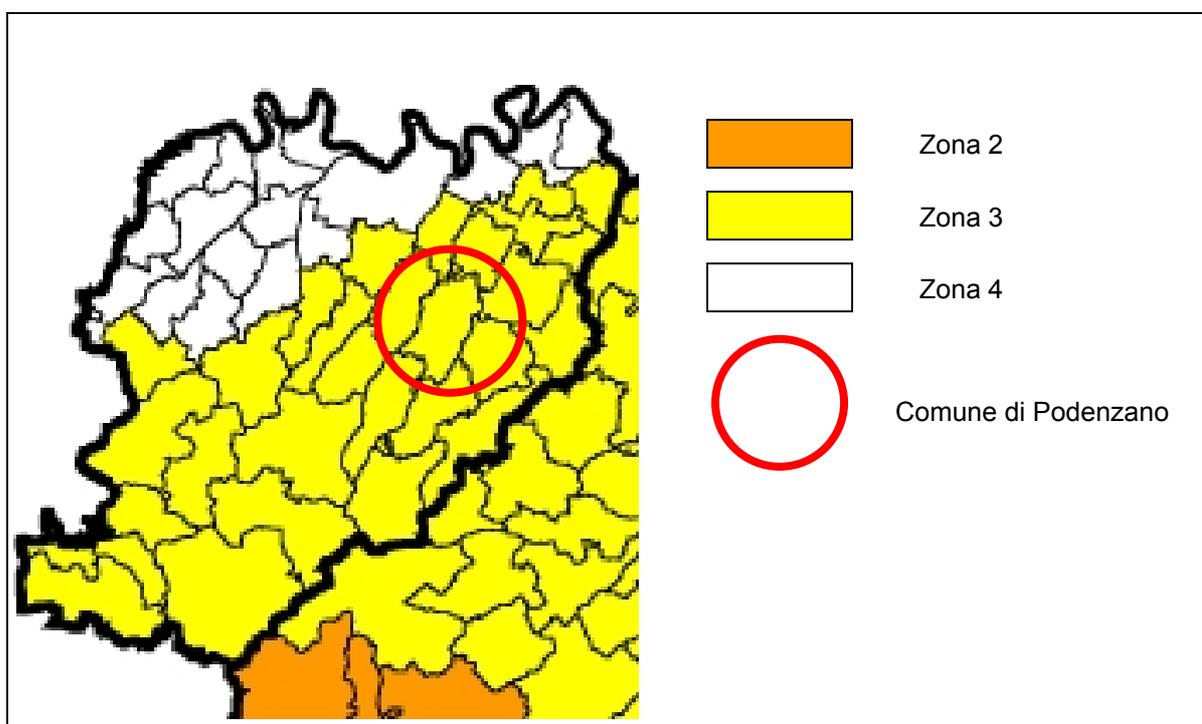


Figura 11 - Nuova classificazione sismica del territorio regionale OPCM 3274/2003

In relazione alla classificazione sismica prevista dall'Ordinanza ed all'entrata in vigore del D.M. 23-09-05 "Norme Tecniche per le costruzioni", le opere per le quali verranno iniziati i lavori in data successiva al 23/10/2005, dovranno essere progettate nell'osservanza della normativa tecnica prevista dal Decreto ministeriale, con riguardo alla tipologia di opere edilizie da realizzarsi e alla classificazione sismica del Comune nel quale l'intervento deve essere realizzato.

In relazione alle proroghe dell'applicazione del D.M. 23-09-05, è data la facoltà di applicare in alternativa, o la normativa tecnica prevista dal D.M. citato o la normativa previgente di cui alla legge n. 1086/1971 e alla legge n. 64/1974 ed ai relativi decreti di attuazione.

7 - PERICOLOSITA' SISMICA

Per *pericolosità sismica* viene intesa la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito; essa è legata alle caratteristiche sismotettoniche, alle modalità di rilascio dell'energia alla sorgente, al percorso di propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito e alla loro interazione con la geologia e la geomorfologia locale

In questa sede è stata esaminata la "Mappa di pericolosità sismica" allegata all'Ordinanza P.C.M. n.3519 del 28/04/2006, che aggiorna la precedente approvata dalla Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004.

Come si può osservare (vedi Figura 12) dalla distribuzione delle aree a diversa accelerazione massima del suolo (a_{max}) espressa in termini di accelerazione massima con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (riferita a suoli molto rigidi con $V_{s30} > 800$ m/s), il Comune di Carpaneto P.no, evidenziato in figura dal cerchio rosso, appartiene alla fascia caratterizzata da valori **0,100-0,125 g.**; i valori rivalutati sono comunque compatibili con la classificazione attuale del Comune di Carpaneto P.no (zona 3) di cui all'Ordinanza 3274/2003.

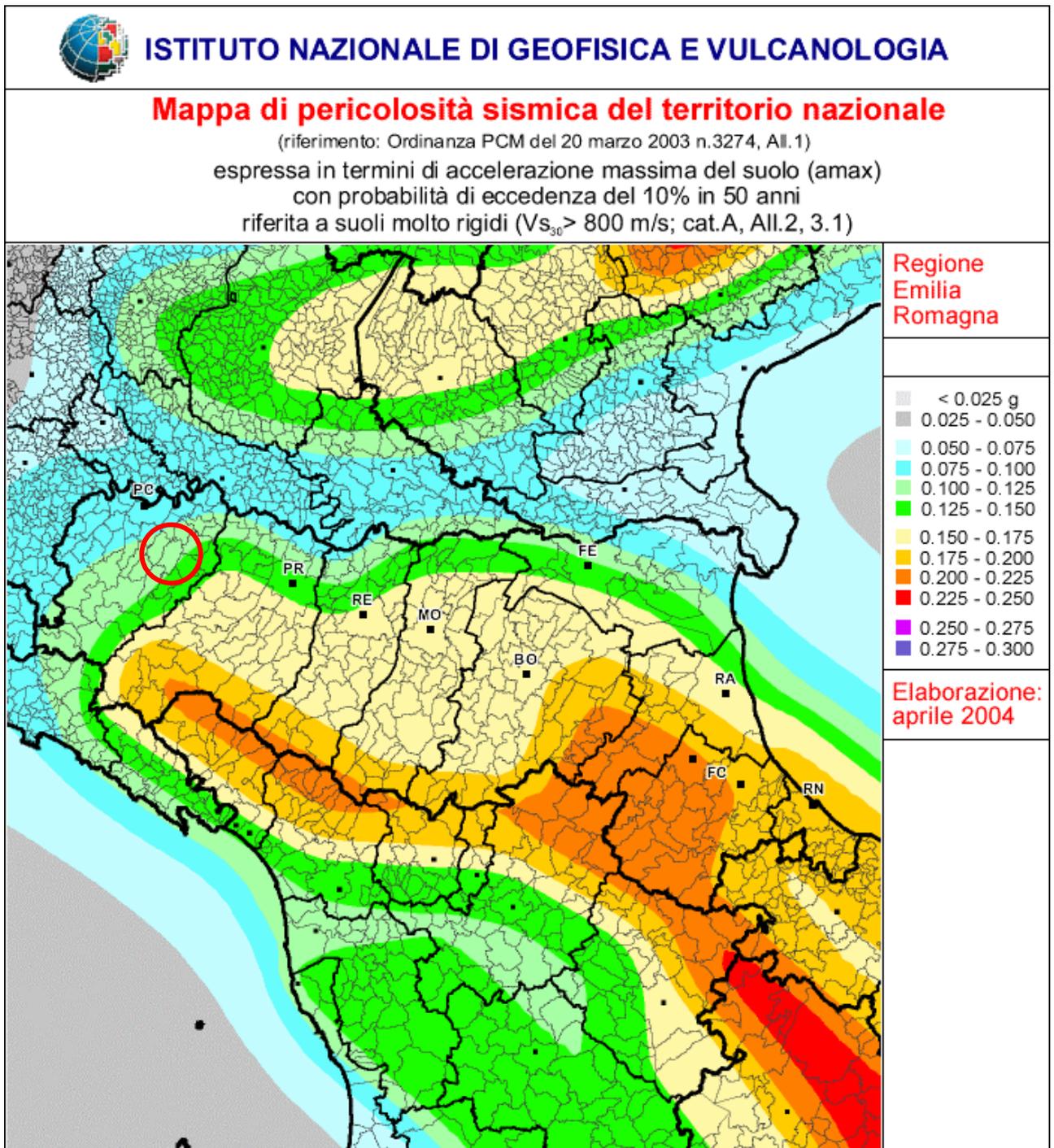


Figura 12 – Mapa di pericolosità sismica in termini di a_{max} (INGV 2004)

8 - QUADRO LITOSTRATIGRAFICO

Per la definizione delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche del substrato relativo al comparto di POC 2006 Carpaneto Ovest, è stato possibile utilizzare le indagini eseguite direttamente nell'area in esame, eseguite a cura del Dr. Geol. C. Cavazzuti; sono state altresì sfruttate prove geotecniche eseguite nell'intorno del subambito interessato.

In particolare sono disponibili le seguenti indagini :

1. Relazione geologica : n°5 prove penetrometriche dinamiche DL030 (fonte Dr. Cavazzuti)
2. Relazione Geologico-geotecnica PPIP Corbella3 : n°3 prove penetrometriche statiche CPT (fonte Dr. Emani).

L'ubicazione dei punti di indagine, è rappresentata nelle Tavola G.2, mentre la documentazione delle prove è raccolta nell'Allegato G.2.

Per quanto riguarda la descrizione delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche delle aree previste dalla Variante PRG 2003 non ancora attuate si rimanda alla Relazione Geologica prodotta a corredo dello strumento urbanistico in oggetto.

I depositi alluvionali presenti sono notoriamente costituiti da lenti irregolari di ghiaie prevalenti, sabbie, limi ed argille, a tipica struttura incrociata, non riconducibili ad uno schema geometrico ben definito.

L'area corrispondente al sub-ambito di trasformazione del POC 2006 è caratterizzata dalla presenza di una coltre superficiale a litologia prevalentemente limoso-argillosa di spessore mediamente compreso tra 3,00÷3,60 m. sovrastante a lenti ghiaiose con variabile matrice limoso-argillosa.

La consistenza della coltre coesiva tende a diminuire procedendo verso nord, con valori di resistenza N_{spt} compresi nell'intervallo 3÷7 colpi, corrispondenti a C_u variabili tra 0,20÷0,60 kg/cm²; gli orizzonti ghiaiosi, mediamente addensati, caratterizzati da angoli di attrito interno compresi tra 30÷34° (per valori di N_{spt} = 12÷36 colpi), presentano intercalazioni fini a minore resistenza.

I valori di livello freatico misurati durante le indagini a disposizione indicano un valore di soggiacenza della falda pari a 2,50 m. dal p.c.

9 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico il settore indagato, appartenente al settore pedeappenninico della pianura padana, risulta costituito da un bacino con substrato terziario e quaternario riempito da depositi di origine fluvioglaciale e dalle alluvioni dei corsi d'acqua olocenici, rappresentati da alternanze di ghiaie, sabbie, limi e argille, a struttura difficilmente riconducibile a schemi geometrici ben definiti, che ospitano falde libere, artesiane e semiartesiane.

La fascia di "Alta Pianura" in esame corrisponde al settore mediano della "conoidi" pedeappenniniche, con distribuzione degli orizzonti acquiferi estremamente irregolare, caratterizzata dalla presenza di corpi ghiaiosi lenticolari e discontinui, identificabili con paleoalvei dei corsi d'acqua.

Per quanto riguarda la soggiacenza della falda freatica, le informazioni desunte dalle indagini geognostiche eseguite nell'area in esame (fonte Dr. Cavazzuti) indicano un livello piezometrico alla profondità di circa 2,50 m. dal p.c..

I dati appaiono in accordo con i rilievi eseguiti a cura dell'Amministrazione Provinciale di Piacenza nel corso del 1977-78, ed il rilievo eseguito nel giugno 2002 in occasione della Variante PRG comunale, che sono indicativi di una falda a pelo libero (falda freatica), circolante all'interno dei banchi ghiaioso-sabbiosi più superficiali, il cui livello si attestava a profondità di 2-3 m. dal p.c.

Il senso di deflusso della falda freatica, sulla base della ricostruzione delle curve isofreatiche, utilizzando i dati del rilievo provinciale di cui sopra, risulta diretto verso i quadranti settentrionali, certamente N-NE, condizionato dal regime delle portate del corso del vicino Torrente Vezzeno.

10 - ASPETTI IDRAULICI

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici del territorio interessato dal sub-ambito di trasformazione del POC 2006, il corso d'acqua che caratterizza l'area è rappresentato dal Torrente Vezzeno, che scorre parallelamente al limite occidentale del sub-ambito, ad una distanza compresa tra 40 m. e 140 m.

Il corso d'acqua presenta nel tratto indagato andamento monocursale meandriforme, ed occupa una valle debolmente depressa rispetto alla pianura circostante.

Il Torrente Vezzeno confluisce nel Torrente Riglio a NO di Carpaneto P.no, all'altezza della località Percosta, dopo un percorso di circa 10 km.; il bacino idrografico di pertinenza, avente un'estensione di circa 36 km².

I dati significativi del bacino alla sezione di chiusura, dedotti dallo studio redatto dall'Amministrazione Provinciale di Piacenza a cura dell'Ing. Ivo Fresia "Analisi idrologica e idraulica dei corsi d'acqua del territorio provinciale", per la formazione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, sono sintetizzati nella tabella seguente :

Tabella 1 - Portate al colmo per assegnati tempi di ritorno – Confluenza in T. Riglio

Superficie	Quota media	Quota minima	Lunghezza asta
km ²	m. slm.	m. slm.	Km.
36,62	301	85	18,18

Relativamente al regime delle portate, le valutazioni eseguite nello studio Fresia impiegando metodi indiretti (metodo razionale e SCS), basati sulle precipitazioni intense e sulle caratteristiche del bacino (tempo di corrivazione, coefficiente di deflusso), hanno fornito i seguenti valori per vari tempi di ritorno.

Tabella 2 - Portate al colmo per assegnati tempi di ritorno – Confluenza in T. Riglio

Q (m ³ /s)					
TR20	TR30	TR50	TR100	TR200	TR500
60	65	70	80	85	95

Nella Carta Idrogeomorfologica (Tavola G.1) sono state rappresentate le Fasce fluviali del PSC adottato (desunte dal P.T.C.P. della Provincia di Piacenza), che individua sostanzialmente la seguente fascia :

- Fascia A (art. 14 del PTCP) corrisponde all'alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena con tempo di ritorno di 20-30 anni, ovvero che è costituito dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena. Convenzionalmente si assume come delimitazione della fascia, la porzione ove defluisce l'80% della portata con tempo di ritorno di 200 anni.

La fascia A viene distinta sulla base delle caratteristiche idrauliche, morfologiche, naturalistico-ambientali e storico-culturali in:

- Zona A1 o alveo inciso, cioè le aree interessate dal deflusso delle acque in condizioni di morbida, generalmente incise rispetto alle zone golenali. In queste zone sono ricompresi i depositi sabbiosi e/o ghiaiosi in evoluzione;
- Zona A2 o alveo di piena, cioè le porzioni di alveo esterne all'alveo inciso, sede prevalente del deflusso della corrente durante la piena con ritorno di 200 anni,

ovvero che è costituito dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

Le aree esposte ad esondazioni, delimitate secondo criterio geomorfologico, corrispondono, nel tratto in esame alla fascia golenale prossima al corso d'acqua ribassata di circa 1-2 m. dal settore di pianura su cui è impostata la nuova previsione urbanistica.

Dal punto di vista della sicurezza idraulica l'area di POC risulta esterna rispetto alle fasce fluviali, e quindi esente dal rischio di esondazione; il settore più prossimo alla fascia golenale del Torrente Vezzeno, che verrà interessata dagli interventi di riqualificazione naturalistica, risultando parzialmente ribassata rispetto alla pianura, potrebbe essere interessata da allagamenti in occasione di eventi esondativi a carattere catastrofico.

11 - VALUTAZIONI CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO

Per quanto riguarda in modo specifico gli aspetti geotecnici e la capacità portante del terreno su cui verranno impostate le future fondazioni, pur rimandando alla fase di progettazione esecutiva il dimensionamento preciso delle stesse e lo studio dell'interazione con il terreno di appoggio, così come prescritto dal D.M. 11.03.88, in questa fase è stata operata una valutazione di massima del carico ammissibile (q.amm.) del terreno facendo riferimento a fondazioni standard superficiali.

Essa è stata valutata per fondazioni continue di lato B=1,00 m. posate alla profondità di - 1,00 m. dal piano campagna attuale, utilizzando la seguente formula generale di Brinch-Hansen (1970)

$$q_{ult} = 0,5 y' B N_y s_y d_y + C' N_c s_c d_c + q' N_q s_q d_q$$

nella quale:

y' = peso di volume del terreno

C' = coesione drenata

q' = sovraccarico del terreno al di sopra del piano di fondazione

N_y, N_c, N_q = fattori di capacità portante

s_y, s_c, s_q = fattori di forma della fondazione

d_y, d_c, d_q = fattori di profondità della fondazione

che si riduce nella forma seguente, per terreni dotati di sola coesione:

$$q_{amm} = \frac{N_c \cdot C_u \cdot (1 + s'c + d'c) + yH}{F_s}$$

dove : N_c = fattore di capacità portante di Brinch e Hansen = 5,14

s'c = fattore di forma

d'c = fattore di profondità

C_u = coesione non drenata (t/m^2)
 γ = peso di volume terreno = $1,85 t/m^3$
 H = profondità di posa (m)
 F_s = fattore di sicurezza = 3

Circa i parametri geotecnici necessari alla valutazione della capacità portante, è stato assunto il valore minimo rilevato dalle prove penetrometriche a disposizione nell'ambito di una profondità pari all'altezza del cuneo di spinta attiva¹ al di sotto della fondazione ipotizzata.

Il valore di capacità portante ottenuto in riferimento alle aree oggetto di indagine, utilizzando un coefficiente di sicurezza $F_s=3$, in funzione delle caratteristiche geometriche e geotecniche in gioco, è riassunto nella tabella seguente.

Tabella 3 - Carichi ammissibili del terreno

Settore	Profond. di posa (m.)	Tipo fondaz. (m.)	Largh. fondaz. (m.)	ϕ (°)	C_u (Kg/cm^2)	q.ult. (Kg/cm^2)	F_s	q.amm. (Kg/cm^2)
nord	1,00	continua	1,00		0,30	2,05	3	0,68
sud	1,00	continua	1,00		0,60	4,00	3	1,33

In fase esecutiva appare in ogni caso indispensabile completare gli accertamenti di fattibilità con l'effettuazione di accurate indagini idrogeologiche e geotecniche di dettaglio, preliminari alle costruzioni programmate, così come anche prescritto dalla normativa vigente; sulla base delle risultanze di tali indagini di fattibilità potrà essere verificata l'adeguatezza delle particolari tecniche costruttive proposte, che potranno, eventualmente, essere adattate all'effettiva situazione riscontrata.

¹ L'altezza di tale cuneo si valuta approssimativamente in base all'espressione $H = 0,5 B \tan (45 + \phi/2)$, dove B = lato della fondazione, ϕ = angolo di attrito.

12 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DEL SUOLO (VS30)

Per quanto riguarda la valutazione delle azioni sismiche di progetto, funzione delle caratteristiche resistenziali e dell'amplificazione del moto sismico, nella normativa sismica viene evidenziato come i diversi profili stratigrafici del sottosuolo, in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidezza sismica (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche trasversali), possono amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base: il fattore moltiplicativo delle azioni sismiche orizzontali di progetto dipende cioè dalla natura, dallo spessore e soprattutto dalla velocità di propagazione delle onde di taglio Vs all'interno delle coperture.

In questa sede al fine di fornire un'indicazione dei parametri che definiscono la forma dello spettro di risposta al sito relativamente alle aree interessate dal POC 2006, si è fatto riferimento a quanto previsto dalle Norme tecniche per le costruzioni, che definiscono cinque (A, B, C, D, E) più due (S1, S2) categorie di suolo di fondazione a diversa rigidezza sismica, caratterizzate da velocità Vs30 (definito come il valore medio della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di taglio nei primi 30 metri sotto la base della fondazione) decrescenti e quindi da effetti amplificativi crescenti:

- A - *Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
- B - *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti*, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media NSPT > 50, o coesione non drenata media cu > 250 kPa).
- C - *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza*, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s (15 < NSPT < 50, 70 < cu < 250 kPa).
- D - *Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti*, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s (NSPT < 15, cu < 70 kPa).
- E - *Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali*, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/s.
- S1 - *Terreni* che includono uno strato di almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto di acqua, con 10 < cu < 20 kPa e caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s.
- S2 - *Terreni* soggetti a liquefazione, argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} h_i/v_i}$$

ove hi = spessore in mt. dello strato i-esimo

Vi = velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo

I valori dei parametri caratteristici per il calcolo delle azioni sismiche orizzontali secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni sono indicati nella tabella seguente :

Categoria di suolo	S	TB	TC	TD
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B, C, E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

dove S è il fattore amplificativo e TB, TC e TD sono i tempi (durate) relativi ai vari tratti dello spettro di risposta corrispondente a ciascuna categoria di profilo stratigrafico (i cui andamenti previsti dalla normativa, riferiti ad un tempo di ritorno di 475 anni, sono rappresentati nella Figura 13).

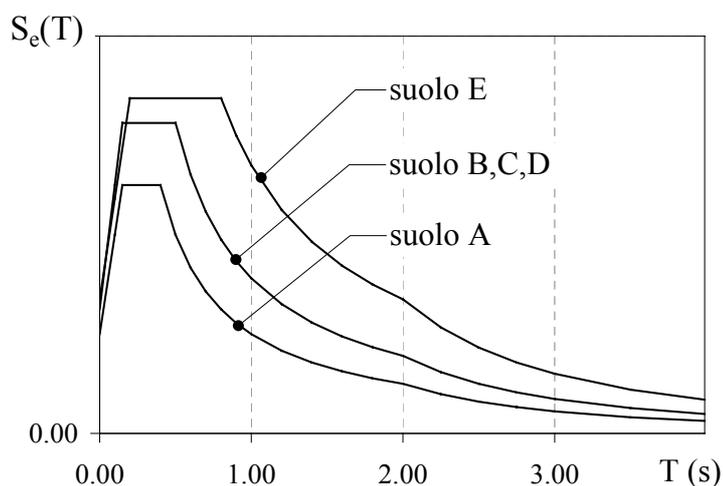


Figura 13 – Spettri di risposta sismica per vari tipi di suolo

Per la determinazione della velocità media di propagazione delle onde di taglio entro la profondità di 30 m. dalla superficie (V_{s30}) è stato impiegato la tecnica dei microtremori (Refraction Microtremors), utilizzando il software (ReMi®) prodotto dalla Optim LLC (Reno, Nevada, USA).

Il metodo si basa sulla costruzione della curva di dispersione delle velocità delle onde di superficie derivata dall'analisi del microtremore sismico e successiva inversione 1-D V_s -Z.

Si possono così registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza copre un range da 25-30Hz fino a 2 Hz che, in condizioni ottimali, offre una dettagliata ricostruzione dell'andamento delle V_s relativamente ai primi cento metri di profondità.

Per la caratterizzazione della Vs30 relativamente al subambito di trasformazione del POC ed alle aree non attuate della Variante PRG 2003, sono disponibili le seguenti indagini :

Tabella 4 – Indagini Re.Mi. per determinazione Vs30 disponibili e relativa categoria di suolo

Sito	Stendimento REMI	Fonte	Vs30 (m/sec)	Categoria di suolo
RA Chero	R01A	Studio Geologico Ambientale	266	C
RB Campogrande	R01B	Studio Geologico Ambientale	304	C
RC Badagnano	R01C	Studio Geologico Ambientale	329	C
RD Carpaneto SO	R01D	Studio Geologico Ambientale	397	B
RE Carpaneto SO	R01E	Dr. Marengi D.	373	B
	R02E		356	C
RF Carpaneto SO	R01F	Dr. Marengi D.	355	C
	R02F		365	B
	R03F		331	C

Nel complesso si evidenzia come i terreni presenti, caratterizzati da valori di Vs30 compresi nell'intervallo 266÷397 m/s (attribuibili alle categorie B e C), presentano caratteristiche analoghe in termini di amplificazione sismica, con fattore di amplificazione $S = 1,25$.

Per quanto concerne le possibili amplificazioni sismiche le aree oggetto di studio (sub-ambito di trasformazione di POC e comparti non attuati della Variante PRG 2003), in considerazione delle caratteristiche litologiche e geomorfologiche dei siti indagati, collocati nell'ambito di una piana alluvionale subpianeggiante caratterizzata dalla dominanza di depositi fini limoso-argillosi, a consistenza media, alternati in profondità con strati ghiaiosi, non si prefigurano condizioni tali da determinare amplificazioni delle sollecitazioni sismiche in occasione di eventi tellurici o produrre effetti cosismici rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

Nel caso specifico, sono da escludere fenomeni di liquefazione del substrato, tipici di sedimenti sabbiosi saturi, o cedimenti connessi ad addensamento di sedimenti sciolti, in ragione della dominanza di sedimenti coesivi o depositi ghiaiosi addensati.

13 - FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

La formulazione del giudizio di fattibilità geologica per le azioni di piano, è stata desunta dalla valutazione incrociata degli elementi di carattere geologico-geomorfologico, idrogeologico, idraulico e geotecnico, descritti nei capitoli precedenti, nonché dei fattori di utilizzo antropico del territorio, attuali e di previsione.

Sulla base delle valutazioni sopra esposte, è stata allestita la "Carta della fattibilità geologica" (Tavola G3) alla stessa scala del P.R.G. (scala 1:2.000), nella quale alle aree di nuovo impianto sono state associate classi di fattibilità e fornite indicazioni generali in ordine alle destinazioni d'uso, alle cautele da adottare per gli interventi, agli studi ed alle indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso, alle eventuali opere di riduzione del rischio ed alla necessità di controllo dei fenomeni in atto.

In tale ottica sono individuabili due classi di edificabilità, congruenti con le classificazioni della Relazione Geologica del PRG vigente, di cui viene riportata di seguito, una descrizione sintetica e le prescrizioni a cui dovrà essere assoggettata l'edificazione:

CLASSE 2 - AREE DI FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI *connesse a possibili eterogeneità litostratigrafiche locali.*

Geologia e geomorfologia : area di pianura alluvionale ad andamento sub-pianeggiante impostata su un substrato caratterizzato da una coltre limoso-argillosa di spessore compreso entro 3 m. dal p.c., sovrastante ghiaie in matrice limosa.

Soggiacenza falda freatica : compresa tra 3-4 m. dal p.c. attuale.

Capacità portante terreno : Le caratteristiche geotecniche del terreno consentono, per profondità di posa pari a 1,00 m dal p.c., una normale edificazione con carichi massimi di esercizio compresi tra 1,00-1,30 Kg/cm².

Fondazioni compatibili : superficiali sia continue che isolate

Indagini preliminari : La possibile variabilità latero-verticale del substrato rende necessaria l'esecuzione di accertamenti preliminari di carattere geotecnico, da condursi in fase di progetto esecutivo (secondo il disposto del D.M. 11/03/88), finalizzati al corretto dimensionamento delle strutture fondali, anche in funzione dei cedimenti del terreno.

Cautele da adottare e accorgimenti costruttivi : Necessaria un'adeguata manutenzione dei canali al fine di conservare un'adeguata sezione di deflusso; l'eventuale scarico delle acque meteoriche nei collettori naturali dovrà precedere da idonea verifica idraulica delle capacità di smaltimento degli stessi, anche nei tratti tombinati, in condizioni di massima piena.

Opere di riduzione e controllo del rischio di inquinamento delle acque sotterranee : le fognature, le fosse biologiche e le cunette stradali devono essere alloggiati in manufatti impermeabili a tenuta, dotati di pozzetti ispezionabili.

CLASSE 3a - AREE DI FATTIBILITA' CON LIMITAZIONI RELATIVAMENTE CONSISTENTI *connesse alla presenza di terreni a scadenti caratteristiche geotecniche.*

Geologia e geomorfologia : area di pianura alluvionale ad andamento sub-pianeggiante impostata su un substrato caratterizzato da una coltre limoso-argillosa di bassa consistenza e spessore di almeno 3 m., sovrastante ghiaie in abbondante matrice limosa.

Soggiacenza falda : 2,00÷3,00 m. dal p.c. attuale.

Capacità portante terreno : Le caratteristiche geotecniche del terreno, per profondità di posa pari a 1,00 m dal p.c., non consentono di superare carichi massimi di esercizio dell'ordine di 0,70 Kg/cm².

Fondazioni compatibili : tipo platea per fondazioni superficiali, o tipo indiretto (palificazioni).

Indagini preliminari : L'elevata compressibilità del substrato rende indispensabile l'esecuzione di accertamenti preliminari di carattere geotecnico, da condursi in fase di progetto esecutivo (secondo il disposto del D.M. 11/03/88), finalizzati al corretto dimensionamento delle strutture fondali.

Cautele da adottare e accorgimenti costruttivi : Necessaria un'adeguata manutenzione dei canali al fine di conservare un'adeguata sezione di deflusso; l'eventuale scarico delle acque meteoriche nei collettori naturali dovrà essere preceduta da idonea verifica idraulica delle capacità di smaltimento degli stessi, anche nei tratti tombinati, in condizioni di massima piena. La realizzazione di scantinati e seminterrati a profondità superiore a 2 m. dal p.c. richiede la realizzazione di impermeabilizzazione delle strutture interrate.

Opere di riduzione e controllo del rischio di inquinamento delle acque sotterranee : le fognature, le fosse biologiche e le cunette stradali devono essere alloggiati in manufatti impermeabili a tenuta, dotati di pozzetti ispezionabili.

Fiorenzuola d'Arda, 30-03-2007