



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

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

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Emilia – Romagna
Comune di Berceto




Regione	Soggetto realizzatore	Data
Emilia Romagna	Servizio Pianificazione Territoriale della Provincia di Parma	Maggio 2014

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

INDICE

1.	Introduzione	3
2.	Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento.....	6
2.1	Zonizzazione sismogenetica.....	6
2.2	Sismicità del territorio	8
2.3	Classificazione sismica comunale	24
2.4	Pericolosità sismica.....	26
3.	Assetto geologico e geomorfologico dell'area	29
3.1	Geologia	29
3.1.1	Depositi Quaternari Continentali.....	35
3.1.2	Successione Neogenico - Quaternaria del Margine appenninico - padano	36
3.1.3	Unità Liguri.....	37
3.2	Geomorfologia.....	40
3.2.1	Le frane nel territorio comunale	43
3.2.2	Frane e litologia.....	56
3.2.3	Le condizioni di instabilità geomorfologica del Capoluogo.....	59
3.3	Caratteristiche geomeccaniche delle rocce affioranti	61
4.	Dati geotecnici e geofisici.....	63
5.	Modello del sottosuolo	66
6.	Interpretazioni e incertezze	68
7.	Metodologie di elaborazione e risultati.....	71
8.	Elaborati cartografici	73
8.1	Carta delle indagini.....	73
8.1.1	Berceto Capoluogo.....	74
8.1.2	Centri minori: Corchia, Fugazzolo e Casaselvatica	74
8.1.3	Sintesi dei dati.....	75
8.2	Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica.....	76
8.2.1	Berceto Capoluogo.....	79
8.2.2	Fugazzolo	82
8.2.3	Corchia.....	83
8.2.4	Casaselvatica	84
8.3	Carte delle frequenze naturali dei terreni	87
8.3.1	Sintesi dei dati.....	88
8.4	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica	90
8.5	Carta delle velocità delle onde di taglio S	94
8.5.1	Sintesi dei dati.....	96
8.6	Carte di microzonazione sismica	97
8.7	Commenti finali e criticità	109
9.	Confronto della distribuzione dei danni degli eventi passati	111
10.	Bibliografia.....	112
11.	Allegati	116

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	2 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

1. INTRODUZIONE

Nel presente documento vengono descritte le attività svolte e i risultati ottenuti nel corso dello *Studio di microzonazione sismica del **Comune di Berceto***, effettuato nell'ambito di un accordo¹, stipulato ai sensi del 3° comma art. 21 della L.R. 20/2000, tra la Provincia di Parma e il Comune di Berceto al fine dell'elaborazione del Piano Strutturale Comunale (PSC). Il presente studio, elaborato dal Servizio Pianificazione Territoriale della Provincia di Parma², è cofinanziato con Ordinanza Presidenza Consiglio Ministri 29 febbraio 2012 n. 4007 "Attuazione dell'articolo 11 del Decreto legge 28 aprile 2009 n° 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n° 77. Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico per l'anno 2011 (G.U. n° 56 del 7.3.2012).

La microzonazione sismica (MS), cioè la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e ai possibili effetti indotti dallo scuotimento, è uno strumento di prevenzione e riduzione del rischio sismico particolarmente efficace se realizzato e applicato già in fase di pianificazione urbanistica.

Costituisce, quindi, un supporto fondamentale ai pianificatori per indirizzare le scelte verso quelle aree a minore pericolosità sismica.

Lo studio ha comportato l'acquisizione di dati pregressi, con particolare riferimento all'abitato di Berceto Capoluogo, oltre all'esecuzione di una specifica campagna di indagini geofisiche, costituita da 29 prove tromografiche (HVSr) e 13 prove Re.Mi, effettuate a seguito dell'affidamento di uno specifico incarico³ ad una ditta specializzata del settore e finanziato con fondi propri dell'Amministrazione Provinciale.


Tutte le attività svolte nell'ambito del presente studio, ed in particolare l'elaborazione e la redazione degli elaborati richiesti, sono state effettuate nel rispetto dei seguenti riferimenti tecnici:

- Allegato C *"Criteri per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica, di cui all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 4007/2012 e decreto del 16 marzo 2012 del Capo del Dipartimento della Protezione Civile"* della deliberazione di Giunta regionale n. 1302 del 10.9.2012 *"Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione e concessione dei contributi di cui all'OPCM 4007/2012 a favore degli Enti locali"* (da qui in avanti "Allegato C della delibera regionale");

¹ Iniziativa approvata con Del. di G.P. n. 384 del 27.04.2009 e n.9 del 14.01.2010.

² Gruppo di lavoro interno istituito con Det. Dirigenziale n.1870 del 15.05.2009 e n. 1522 del 12.06.2012.

³ Incarico affidato con Det. Dirigenziale n. 2299 del 17/09/2012 (del. G.P. n. 470 del 14.9.2012).

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	3 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- Allegato D *“Indicazioni per l’archiviazione informatica, rappresentazione e fornitura dei dati degli studi di microzonazione sismica e dell’analisi della Condizione Limite per l’Emergenza, di cui all’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 4007/2012 e decreto del 16 marzo 2012 del Capo del Dipartimento della Protezione Civile”* della deliberazione di Giunta regionale n. 1302 del 10.9.2012 *“Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione e concessione dei contributi di cui all’OPCM 4007/2012 a favore degli Enti locali”* (da qui in avanti *“Allegato D della delibera regionale”*);
- *“Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica”* - Versione 2.0, Roma, giugno 2012 - Elaborato e approvato nell’ambito dei lavori della Commissione tecnica per la microzonazione sismica, nominata con DPCM 21 aprile 2011 (da qui in avanti *“SRAI”*);
- *“Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica”* approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome e successive modifiche e integrazioni (da qui in avanti *“ICMS”*);
- Allegato A della deliberazione dell’ Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n. 112 del 2.5.2007: Approvazione dell’Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell’art.16 comma 1, della L.R. 20/2000 per *“Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”* (da qui in avanti *“indirizzi regionali”*).


Nel rispetto dei riferimenti tecnici sopramenzionati, lo studio è stato articolato in due differenti fasi di approfondimento:

PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO, avente le seguenti finalità:

- Individuare le aree suscettibili di effetti locali in cui effettuare le successive indagini di microzonazione sismica.
- Definire il tipo di effetti attesi.
- Indicare, per ogni area, il livello di approfondimento necessario.
- Descrivere le caratteristiche delle unità geologiche del sottosuolo, in termini di litologia, stratigrafia, tettonica e geometria per definire il modello geologico di base per la microzonazione sismica.

SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO, avente le seguenti finalità:

- Conferma delle condizioni di pericolosità indicate dal precedente livello di approfondimento ed eventuale nuova perimetrazione delle aree in cui effettuare la microzonazione sismica.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	4 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- Suddivisione dettagliata del territorio, in base all'amplificazione attesa, in aree a maggiore e minore pericolosità sismica.
- Conferma o migliore definizione delle aree, indicate dal livello di approfondimento precedente, in cui si ritengono necessari approfondimenti di terzo livello e indicazione delle indagini e analisi da effettuare.

Quali aree oggetto di studio, in accordo con l'Amministrazione Comunale e sulla base di specifiche esigenze ed interessi di carattere urbanistico, nonché sulla base di criteri di una più completa rappresentatività dei possibili scenari di pericolosità sismica nel territorio comunale, è stato preso in esame il territorio urbanizzato e urbanizzabile, in corrispondenza dei seguenti centri abitati:

- Berceto (Capoluogo)
- Fugazzolo (località Fugazzolo di Sopra e di Sotto)
- Casaselvatica (località Casaselvatica, Tra la Riva, Tra la Costa e i Boschi)
- Corchia


La scelta degli ambiti di studio, oltre che sulla base dei criteri sopra descritti, è stata effettuata anche sulla base della disponibilità di dati geognostici e geofisici in numero sufficiente da consentire la zonazione del territorio. Si ritiene necessario comunque sottolineare che, tra le difficoltà riscontrate nell'elaborazione del presente studio, si rileva una sensibile mancanza generalizzata di dati geognostici pregressi, riconducibile ad uno sviluppo urbanistico ed edilizio influenzato dal progressivo abbandono del territorio montano. Tale mancanza di dati è stata comunque compensata, oltre che dall'esecuzione di una nuova campagna di indagini geofisiche, da un attento rilievo geologico di campagna e da una sviluppata esperienza e conoscenza dell'assetto geologico e geomorfologico dei luoghi interessati dallo studio conseguita a seguito delle diverse attività di competenza del Servizio Pianificazione Territoriale della Provincia.

Nel corso del presente studio sono stati redatti oltre alla presente relazione illustrativa gli elaborati elencati nel capitolo 10. Essi sono stati predisposti, oltre che in versione cartacea, in versione digitale (*pdf*, con risoluzione 300 *dpi*).

I dati cartografici sono forniti anche in formato vettoriale (*shapefile*).

Per l'archiviazione dei dati e l'editing dei documenti sono stati seguiti gli standard di riferimento forniti dall'Allegato D della delibera regionale e dagli SRAI (Standard di rappresentazione e archiviazione informatica).

L'inserimento dei dati alfanumerici dei siti, delle indagini e dei parametri delle indagini è stato facilitato dall'utilizzo dell'apposito software: "MS – SoftMS" nella versione 1.0.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	5 di 116

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Zonizzazione sismogenetica

Gli studi sulla pericolosità sismica, promossi dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.), hanno portato alla definizione di una nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata **"ZS9"** (cfr. Fig.1), a cura del gruppo di lavoro coordinato da C. Meletti e G. Valensise (2004), che prevede una suddivisione in 36 zone, i cui limiti sono stati tracciati sulla base di informazioni tettoniche, geologico - strutturali e/o di differenti caratteristiche della sismicità (distribuzione spaziale, frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata, ecc.). Essa risulta estremamente importante per gli studi pianificazione territoriale ed, in particolare, nelle valutazioni di pericolosità sismica.

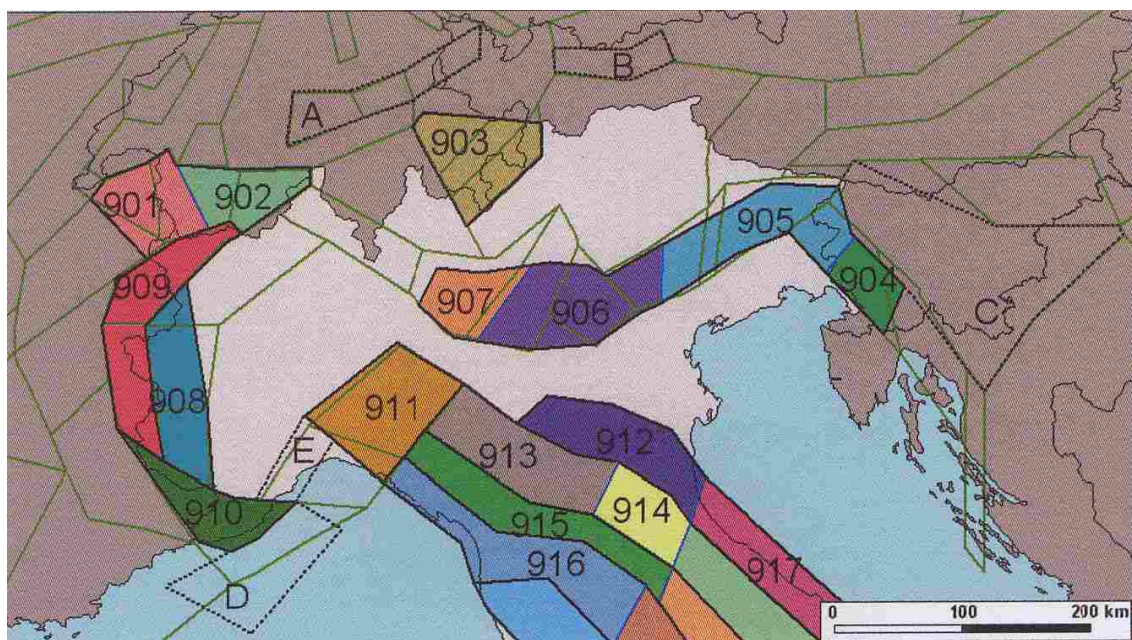



Fig. 1 – Stralcio della zonizzazione sismogenetica ZS9

Più specificatamente, il territorio di studio risulta compreso per la maggior parte nella Zona Sismogenetica **"913"** ed in minima parte a sud nella Zona **"915"**.

Le Zone 913 e 915 fanno parte di uno dei sistemi di maggior rilascio di energia dell'Appennino settentrionale, esse corrispondono con il settore più interno della catena appenninica, generalmente interessato da importanti faglie primarie e relative zone sismogenetiche. Tali faglie nella zona toscana più prossima all'area di studio, immergono verso NE.


Nel dettaglio:

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	6 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- **Zona Sismogenetica 915** (Garfagnana-Mugello): zona legata allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale; i meccanismi attesi sono prevalentemente di tipo dip-slip con assi T SW-NE nella fascia assiale; la zona include le sorgenti sismogenetiche dei terremoti di più elevata magnitudo che caratterizzano l'arco appenninico settentrionale; le zone ipocentrali si verificano generalmente a profondità comprese tra 8 e 12 Km con profondità efficace di 8 km; nella Zona Sismogenetica 915 è previsto, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a $M_{w_{max}} = 6,60$;
- **Zona Sismogenetica 913**: In questa zona si verificano terremoti originati da movimenti prevalentemente compressivi NW con meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture; i terremoti storici raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo; la massima magnitudo rilevata è $M_d = 4,8$; le zone ipocentrali si verificano generalmente a profondità comprese tra 12 e 20 Km con profondità efficace di 13 km; nella Zona Sismogenetica 913 è previsto, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a $M_{w_{max}} = 6,14$;
- **Zona Sismogenetica 911**: zona di trasferimento Alpi-Appennino e Mar Ligure con cinematismi attesi di faglie trascorrenti sinistre in strutture crostali superficiali e sovrascorrimenti in quelle più profonde; i terremoti storici hanno raggiunto il valore massimo pari a $M_d = 4,1$; le zone ipocentrali si verificano generalmente a profondità comprese tra 8 e 12 Km con profondità efficace di 8 km; nella Zona Sismogenetica 911 è previsto, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a $M_{max} = 6,14$;

A corredo degli studi di zonizzazione sono stati raccolti ed analizzati quasi 2.500 terremoti, spalmati sugli ultimi 1.000 anni, limitatamente agli eventi contraddistinti da intensità epicentrale pari ad almeno il V°-V° della scala MCS.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	7 di 116

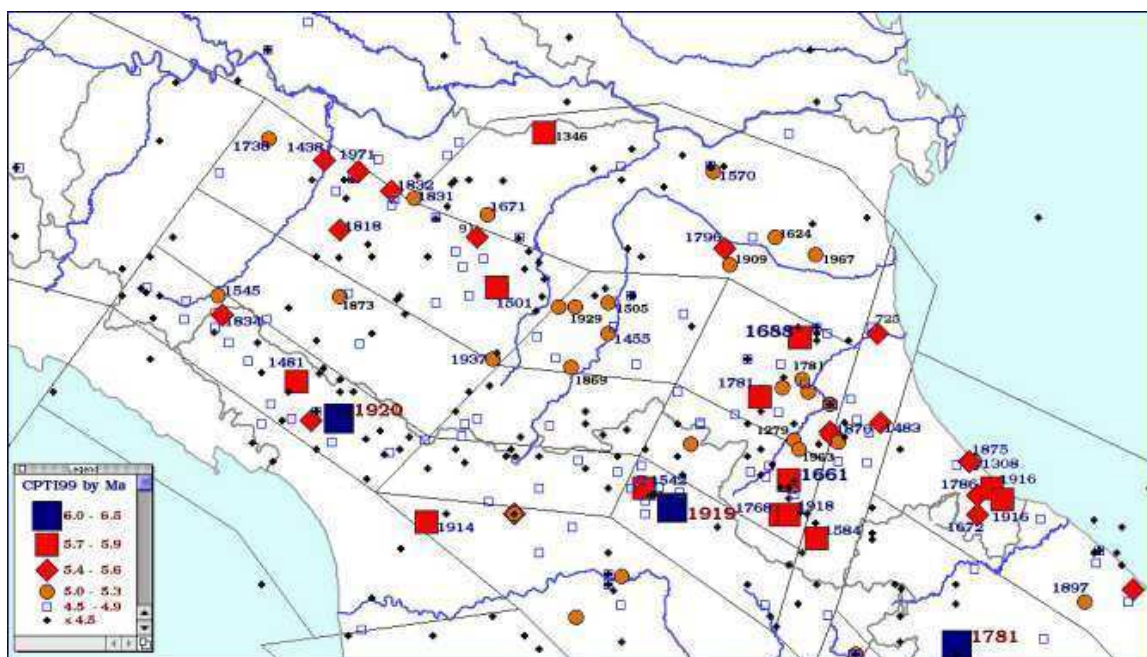



Fig. 2 – Principali terremoti in Emilia -Romagna dall'anno 1.000 d.c. al 1990 con indicazione della magnitudo

2.2 Sismicità del territorio

Nella valutazione della pericolosità sismica di una determinata area occorre, in primo luogo, definire la pericolosità di base attraverso una corretta analisi della sismicità evidenziando, sia la distribuzione spazio-temporale degli eventi, sia le caratteristiche di intensità degli stessi, seguita da una valutazione della pericolosità locale determinata dagli aspetti geologico-morfologici del territorio.

L'appennino nord – occidentale è caratterizzato da una sismicità da moderata a media, che si manifesta principalmente lungo le zone di accavallamento frontale del margine appenninico e secondo una fascia con direttrice appenninica che, dalla zona di Varzi, si estende quasi con continuità sino a Borgo Val di Taro e alla Lunigiana, proseguendo poi verso strutture del graben della Garfagnana. Allineamenti di terremoti si trovano anche lungo lineamenti trasversali alle due fasce longitudinali e sembrano quasi collegarle; particolarmente evidente è la distribuzione di sismi lungo la Val Parma e la Val Taro.

Le osservazioni e i dati sismologici storici disponibili indicano che, in relazione al grado di sismicità nazionale e regionale, la Provincia di Parma è interessata da una sismicità media (Zona 2) e medio bassa (Zona 3) con terremoti storici che più volte hanno raggiunto Intensità pari al VII – VIII grado della scala MCS.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	8 di 116

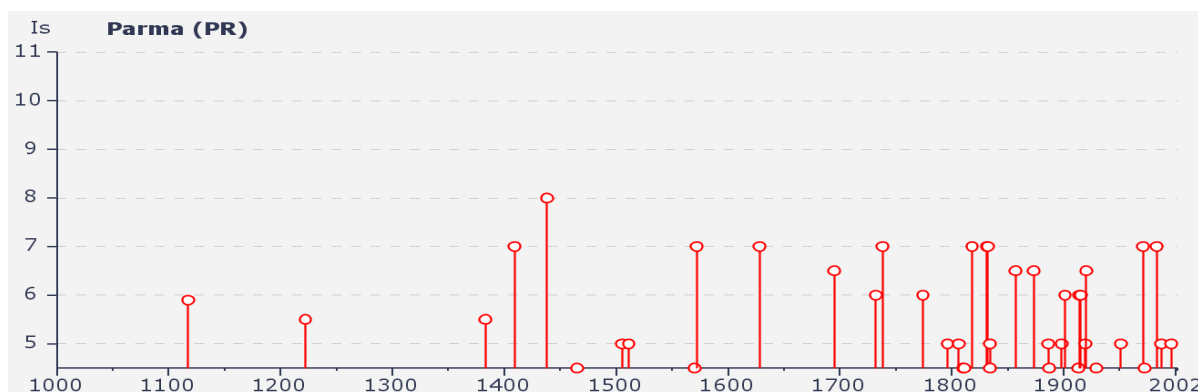



Fig. 3 - Storia sismica di Parma (modificata da Stucchi et al., 2007)

La storia sismica di Parma inizia, considerando i dati tutt'oggi disponibili e contenuti nei Cataloghi DBMI04⁴ e CPTI04⁵, inizia con il terremoto del 3 gennaio dell'anno 1117 nell'area del territorio veronese. Tale evento sismico è classificabile, con un'intensità epicentrale stimata di IX - X grado (MCS) e una magnitudo momento (Mw) pari a 6.49, come uno dei più significativi eventi sismici dell'Italia settentrionale. La sua notizia, come probabilmente i suoi stessi effetti, si sono risentiti in una vasta area dell'Europa centro meridionale, la sua area epicentrale non è ancora univocamente riconosciuta, anche se il suo epicentro è posto dai cataloghi sismici italiani nei pressi di Verona (GRUPPO DI LAVORO CPTI, 1999). La città di Parma è citata da cronache coeve di area europea come una delle città danneggiate (insieme a Verona e Venezia). Questa circostanza è ripresa da cronache locali trecentesche, che aggiungono che *"maxima pars ecclesia Sancta Maria dirupta fuit"* (CHRONICON PARMENSE, XI-XIV SEC.). Secondo alcuni Autori, tuttavia, la cattedrale di Parma, cominciata verso l'anno 1090 e consacrata nel 1106, non mostrerebbe risarciture o ripensamenti dovuti al terremoto e sarebbe tutta pre-1117.

⁴ DATABASE DELLE OSSERVAZIONI MACROSISMICHE DEI TERREMOTI ITALIANI (Stucchi et alii, 2007): 58146 osservazioni utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04 e riferite a 14161 località italiane; <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/>

⁵ Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (Gruppo di lavoro CPTI - INGV Bologna, 2004): 2550 terremoti catalogati per un intervallo temporale dal 217 a.c. al 2002; <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/>

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	9 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO	Primo e secondo livello di approfondimento
Studio di microzonazione sismica	


Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw	Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
D	1117 01 03 13	Veronese	9-10	6.49	6-7	1873 09 17	LIGURIA ORIENTALE	6-7	5.52
NR	1197	Brescia	6-7	5.03	3	1875 03 17 23	Romagna sud-orient.	8	5.74
5-6	1222 12 25 11	Basso bresciano	8-9	6.05	3	1881 01 24 16	Bolognese	6-7	5.14
NR	1249 09 00 16	Modena	6-7	5.03	3	1882 02 15 04	APPENNINO LIGURE	6	4.83
F	1284 01 17 15	Venezia	7	5.18	4	1885 02 26 20	SCANDIANO	6	5.22
5-6	1383 07 24 20	PARMA	5-6	4.63	5	1886 10 15 02	COLLECCHIO	6	4.83
7	1409 11 15 11	Parma	6	4.83	4-5	1887 02 23 05	Liguria occidentale	9	6.29
8	1438 06 11 20	Parmense	8	5.62	RS	1887 09 30 15	FAENZA	6	4.83
4-5	1465 04 06 21	VERONA	5-6	4.63	2-3	1889 03 08 02	BOLOGNA	6	4.83
NR	1465 04 15 14	Reggio Emilia	6-7	5.03	NF	1889 12 08	APRICENA	7	5.55
NR	1474 03 11 20	MODENA	6	4.89	4	1891 06 07 01	Valle d'Ilasi	8-9	5.71
NR	1501 06 05 10	Appennino modenese	8-9	5.85	3	1892 01 05	GARDA OCC.	6-7	4.96
5	1505 01 03 02	Bologna	7	5.47	RS	1894 11 27	FRANCIACORTA	6-7	4.95
5	1511 03 26 14	Slovenia	9	6.51	4	1895 04 14 22	Slovenia	8	6.25
F	1547 02 10 13	Reggio Emilia	7	5.21	5	1898 03 04	CALESTANO	6-7	5.07
4-5	1570 11 17 19	Ferrara	7-8	5.48	6	1901 10 30 14	Salo'	8	5.67
7	1572 06 04 22	PARMA	7	5.13	3	1904 02 25 18	Reggiano	6	5.13
7	1628 11 04 15	PARMA	7	5.17	NF	1904 06 10 11	Frignano	6	5.08
NR	1671 06 20	RUBIERA	7	5.34	2	1904 11 17 05	PISTOIESE	7	5.18
6-7	1695 02 25 05	Asolano	9-10	6.61	RS	1907 04 25 04	BOVOLONE	6	4.94
6	1732 02 27	PARMA	6	4.83	4	1909 01 13 00	BASSA PADANA	6-7	5.53
7	1738 11 05 00	PARMA	7	5.40	RS	1909 08 25 00	MURLO	7-8	5.40
3	1740 03 06 05	GARFAGNANA	7	5.18	NF	1911 02 19 07	Romagna meridionale	7	5.38
3-4	1741 04 24 09	FABRIANESE	9	6.08	4-5	1913 11 25 20	VAL DI TARO	5	4.85
3	1743 02 20 16	Basso Ionio	9-10	6.90	3	1914 10 26 03	TAVERNETTE	7	5.36
3	1767 01 21 07	Fivizzano	6-7	5.06	6	1914 10 27 09	GARFAGNANA	7	5.79
6	1774 03 04	PARMA	6	4.83	3-4	1915 01 13 06	AVEZZANO	11	6.99
4	1779 06 04 07	Bolognese	6-7	4.97	6	1915 10 10 23	REGGIO EMILIA	6	5.01
F	1780 02 06 04	Bolognese	5-6	4.85	NF	1916 05 17 12	Alto Adriatico	8	5.85
4	1781 04 04	FAENTINO	9	5.84	3	1916 08 16 07	Alto Adriatico	8	5.92
4	1786 12 25 01	Riminese	8	5.67	4	1917 12 02 17	GALEATA	6-7	5.20
5	1796 10 22 04	Emilia orientale	7	5.63	5	1919 06 29 15	Mugello	9	6.18
F	1802 05 12 09	Valle dell'Oglio	8	5.67	6-7	1920 09 07 05	Garfagnana	9-10	6.48
5	1806 02 12	NOVELLARA	7	5.26	3	1921 11 29 12	BORGO VAL DI TARO	5	4.81
4-5	1810 12 25 00	NOVELLARA	7	5.28	2	1923 06 28 15	FORMIGINE	6	5.21
4-5	1811 07 15 22	SASSUOLO	7	5.24	2	1926 01 01 18	Slovenia	7-8	5.71
7	1818 12 09 18	LANGHIRANO	7-8	5.57	3-4	1926 06 28 21	REGGIANO	4	4.61
3	1826 06 24 12	SALO'	5-6	4.74	2-3	1928 06 13 08	CARPI	6-7	4.85
3	1828 10 09 02	Valle dello Staffora	7-8	5.67	RS	1928 07 20 19	ALTA VAL DI TARO	6	4.56
7	1831 09 11 18	Reggiano	7-8	5.48	4-5	1929 04 20 01	Bolognese	7	5.55
7	1832 03 13 03	Reggiano	7-8	5.59	2	1930 10 30 07	SENIGALLIA	9	5.94
5	1834 02 14 13	ALTA LUNIGIANA	8-9	5.64	2	1931 04 14 22	GIUDICARIE	6	4.89
4-5	1834 07 04 00	ALTA LUNIGIANA	6-7	5.14	2	1931 06 10 17	MODENESE	4	4.84
2	1834 10 04 19	Bologna	5-6	4.63	2-3	1937 12 10 18	APPENNINO MODENESE	6-7	5.42
3	1836 06 12 02	BASSANO	7-8	5.48	3-4	1939 10 15 14	GARFAGNANA	6-7	5.20
4	1837 04 11 16	ALPI APUANE	9-10	5.65	5	1951 05 15 22	LODIGIANO	6-7	5.24
3	1843 10 25 03	VERNIO	7	5.22	2-3	1967 12 30 04	BASSA PADANA	6	5.36
3-4	1846 08 14 12	ORCIANO PISANO	8-9	5.71	7	1971 07 15 01	Parmense	7-8	5.61
3	1849 11 28 18	VAL DI TARO	6-7	5.03	4-5	1972 10 25 21	PASSO CISA	5	4.95
3-4	1850 09 18 06	MODENA	6	4.83	F	1975 11 16 13	BORGO VAL DI TARO	5-6	4.85
F	1855 07 25 12	Vallese	8-9	5.81	2	1980 11 23 18	Irpinia-Basilicata	10	6.89
6-7	1857 02 01	PARMENSE	6-7	5.26	7	1983 11 09 16	Parmense	6-7	5.10
3	1864 03 15	ZOCCA	6-7	5.03	NF	1984 04 29 05	GUBBIO/VALFABBRICA	7	5.68
3	1869 06 25	VERGATO	7-8	5.32	5	1987 05 02 20	REGGIANO	6	5.05
3	1873 03 12 20	Marche meridionali	8	5.88	F	1995 08 24 17	APPENNINO BOLOGNESE	6	4.67
3	1873 05 16 19	REGGIANO	6-7	5.13	2-3	1995 10 10 06	LUNIGIANA	7	5.04
4	1873 06 29 03	Bellunese	9-10	6.33	5	1996 10 15 09	CORREGGIO	7	5.44
3	1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	7-8	6.07	3	1999 07 07 17	FRIGNANO	5	4.73

Is: intensità al sito (MCS)

Io: intensità epicentrale (MCS)

Mw: magnitudo momento

Fig. 4: Storia sismica di Parma (modificata da Stucchi et al., 2007).

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	10 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento


Parma è citata da cronache coeve di area europea come una delle città danneggiate (insieme a Verona e Venezia). Questa circostanza è ripresa da cronache locali trecentesche, che aggiungono che “maxima pars ecclesia Sancta Maria dirupta fuit” (CHRONICON PARMENSE, XI-XIV sec.). Secondo QUINTAVALLE (1974), tuttavia, la cattedrale di Parma, cominciata verso l’anno 1090 e consacrata nel 1106, non mostrerebbe risarciture o ripensamenti dovuti al terremoto e sarebbe tutta pre-1117. Dobbiamo quindi restare nel dubbio tra quanto asserito dalla fonte trecentesca e quanto ipotizzato dalla critica archeologica.

Il terremoto del 1117 si manifestò attraverso una lunga e complessa sequenza sismica, caratterizzata, presumibilmente, da più mainshocks, con probabili aree di danno nella Valle Tridentina (la Val d’Adige da nord di Trento a nord di Verona), nel veronese e nell’area tra Cremona e Nonantola (ENEL, 1986; MAGRI E MOLIN, 1986). Ulteriori danni sono anche segnalati in un villaggio presso Augusta (Heirenbuch, Germania) ed a Pisa, certamente relativi ad eventi sismici casualmente avvenuti negli stessi giorni, ma che nulla hanno a che fare, dal punto di vista sismotettonico, col terremoto in “Longobardia” citato universalmente dalle fonti.

Sulla cronologia delle diverse scosse non ci sono certezze, sebbene le notizie convergono quasi tutte sulle giornate del 2-3-4 gennaio. Per quanto attiene l’orario, alcune fonti recitano “una volta di giorno ed una di notte”, altre “due volte tra giorno e notte”; oppure “al canto del gallo ed all’ora nona”, “dopo il terzo canto del gallo e quasi alla decima ora”, “prima del tramonto”, “all’ora vespertina”, “dopo i vespri, a cena”. In particolare, le fonti di area lombarda (Cremona e Milano), parrebbero collocare il terremoto (cioè la scossa principale “locale”) mercoledì 3 gennaio, all’ora del vespero, cioè prima delle 17 ora locale, mentre a Pisa l’evento locale è riferito a giovedì 4 gennaio alle 16:15 ed una forte scossa, forse il risentimento di un forte evento lontano, nella notte precedente.

Nel complesso, è probabile che essendo le aree di principale danneggiamento più di una e, riassumendole, una presso Augusta, una nell’area trentino-veneta, una in quella lombardo-emiliana ed una in quella pisana, le diverse cronache di regioni distanti, attingendo anche l’una dall’altra, abbiano confuso e/o unificato gli orari delle eventuali diverse scosse.

Di sicuro l’impatto del terremoto fu talmente forte che l’evento rimase nella memoria delle persone per molti anni, almeno in tutta l’area lombardo-veneta-emiliana. Lo testimoniano numerosi documenti notarili nei quali il terremoto è usato come termine cronologico di riferimento per fatti avvenuti a distanza anche di settant’anni. A seguito della disamina delle fonti primarie relative a Cremona (e subordinatamente, ad altre città emiliane tra cui Parma) ed unitamente alla presentazione di indizi di carattere

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	11 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

archeosismico raccolti nell'area della sua cattedrale, viene delineato un quadro di danneggiamento centrato nella bassa padana orientale.

Il confronto poi con le possibili strutture sismogenetiche desumibili dalla letteratura ha permesso di formulare nuove ipotesi concernenti l'epicentro di uno dei mainshock della sequenza del 1117. Appare chiaro che l'attuale ubicazione epicentrale della stessa (presso Verona, GRUPPO DI LAVORO CPTI, 1999) non rispecchia la complessità dell'evento, invero la distribuzione del danneggiamento desumibile dalle fonti coeve.


Tralasciando gli effetti di area germanica e pisana appare, infatti, molto difficile attribuire i crolli di località distanti oltre 80 km ad una struttura sismogenetica pedealpina, la stessa che certamente fu la causa del danneggiamento nell'area veneto-trentina. Sicuri gli effetti registrati nella bassa padana, si evoca ragionevolmente l'occorrenza di uno o più eventi separati, seppur avvenuti negli stessi giorni/ore, in prossimità dell'area di danneggiamento lombardo-emiliana.

Da un lato, dando credito alla lettura in chiave cosismica degli effetti descritti dalla lapide di Nonantola, agli indizi di danno in area emiliana, alle notizie sincrone non locali (o locali, ma tarde) di crolli a Parma, sino a Cremona, si dovrebbe affrontare uno scenario con un'area di danneggiamento estesa lungo 100 km di fronte appenninico sepolto (tralasciando le notizie di ambito non locale e non coeve di Milano e Bologna). Tale area richiederebbe la contemporanea attivazione di diverse strutture sepolte tra l'arco ferrarese e quello pavese.

Utilizzando esclusivamente i soli dati storici ed archeosismologici certi relativi alla città di Cremona, unitamente al quadro di risentimento comprovato e delineato dalle fonti coeve (Milano) e dagli atti notarili dell'area tra Piacenza e Brescia, si potrebbe ipotizzare l'attivazione di una struttura sufficientemente grande e vicina a Cremona da causare il crollo del complesso episcopale ed eventualmente, da provocare danni anche nella città di Parma.

Tale struttura andrebbe ricercata tra quelle per le quali la letteratura ha indicato indizi di attività tardo pleistocenica e dimensioni di circa 10-20 km perciò, potenzialmente capaci di generare eventi di Magnitudo pari a 6.2-6.5 corrispondente ad una capacità distruttiva locale del IX grado MCS e responsabile di un forte risentimento areale.

Tra gli elementi strutturali di Piadena, la struttura anticlinale sembrerebbe essere stata attiva in tempi storici, ed eventualmente post-romani, con una deformazione areale in superficie sufficiente a spingere il corso del Po a sud e dell'Oglio a nord.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	12 di 116

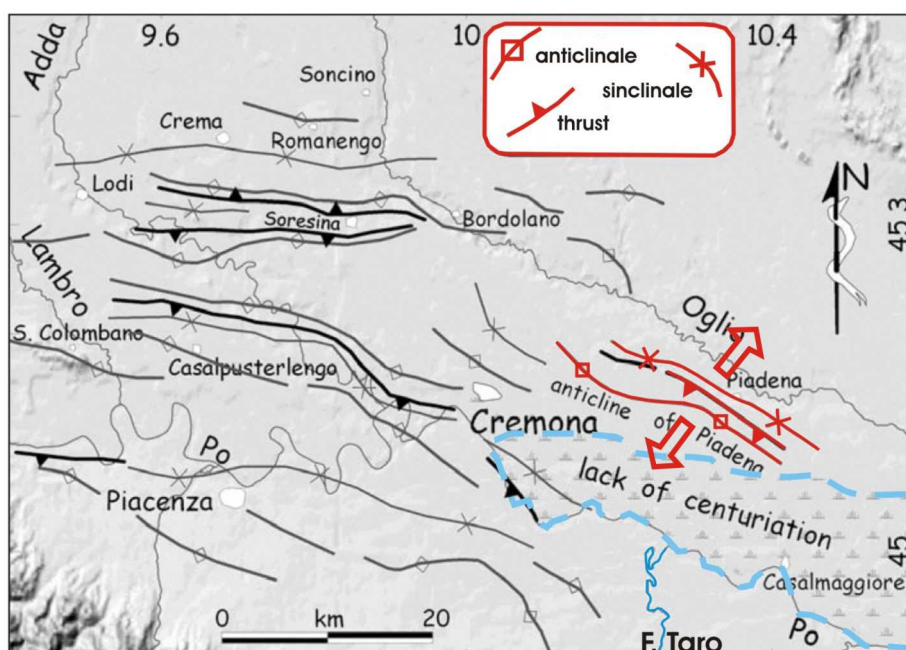


Fig. 5: la struttura di Piadena e il suo ruolo nella definizione del paesaggio della pianura padana.

Tale fenomeno, se non imputabile ad un sollevamento temporalmente continuo negli ultimi 2000 anni (ma quindi asismico), ma bensì discreto (e quindi cosismico), potrebbe essere ipoteticamente connesso all'occorrenza di un epicentro locale della sequenza del 1117.

La campitura con indicato *"lack of centuriation"* in *Figura 5* viene indicata l'area della bassa cremonese ove il tracciato delle centuriazioni romane è stato forse cancellato dalla deriva verso sud del corso del Po (PELLEGRINI, 2003). Questo fenomeno, accaduto in epoca medievale, potrebbe essere dovuto alla deformazione superficiale associata all'anticlinale di Piadena. In questo senso la struttura di Piadena potrebbe essere una delle possibili sorgenti dell'evento basso padano del 1117.

Almeno quattro dei più forti terremoti, che hanno influenzato la storia sismica di Parma, hanno condizionato di riflesso anche la storia del Comune di Berceto.

Nel mese di Maggio del 1545 un terremoto di magnitudo (Mw) di 5.33, con epicentro localizzato nel borgotaresse ed intensità epicentrale pari a 7°-8° grado MCS (Io), ha interessato anche i territori del Comune di Berceto con un'intensità (Is) del 6° grado MCS. Successivamente nel febbraio del 1834 alle ore 13 si verificò in Alta Lunigiana un evento sismico di Mw pari a 5.64, che manifestò nell'area epicentrale un'intensità Io pari a 8°-9° (MCS). Tale evento sismico interessò Berceto con effetti macrosismici stimati dell'ordine del 7°-8° grado MCS. Nel Comune si registrarono effetti macrosismici minori (Is 6°-7°

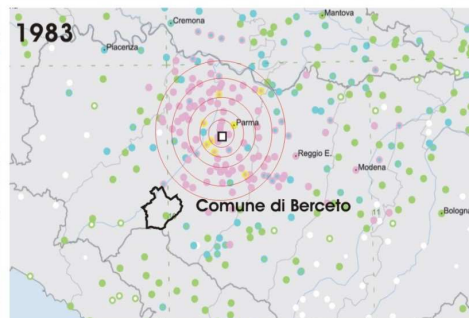
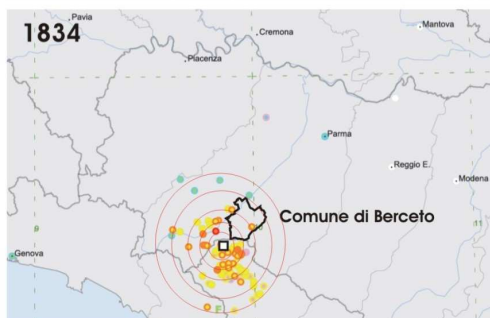
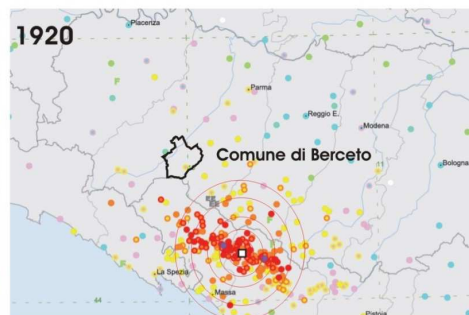
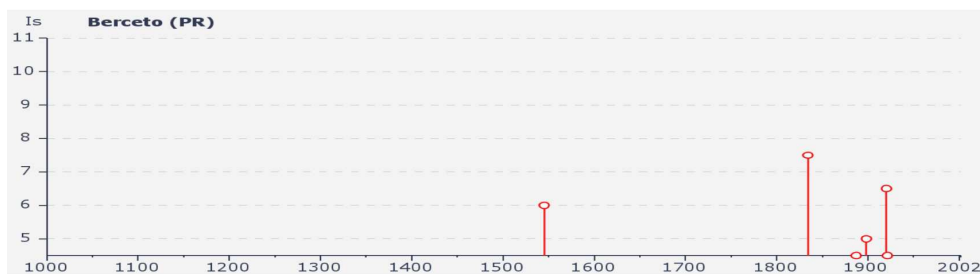
MCS), ma collegati ad un'intensità epicentrale decisamente maggiore (lo 9°-10° MCS), nel caso del disastroso terremoto della Garfagnana (Mw 6.48) del 1920.



PROVINCIA DI PARMA
Servizio Programmazione e Pianificazione Territoriale



Is	Anno	Me	Gi	Or	Area epicentrale	Io	Mw
6	1545	06	09	15	BORGO VAL DI TARO	7-8	5.33
7-8	1834	02	14	13	ALTA LUNIGIANA	8-9	5.64
NF	1886	10	15	02	COLLECCHIO	6	4.83
4-5	1887	02	23	05	Liguria occidentale	9	6.29
5	1898	03	04		CALESTANO	6-7	5.07
2	1904	02	25	18	Reggiano	6	5.13
NF	1904	11	17	05	PISTOIESE	7	5.18
6-7	1920	09	07	05	Garfagnana	9-10	6.48
4-5	1921	05	07	06	PONTREMOLI	6-7	5.03
3-4	1971	07	15	01	Parmense	7-8	5.61
4	1983	11	09	16	Parmense	6-7	5.10
NF	1986	12	06	17	BONDENO	6	4.56
3-4	1995	10	10	06	LUNIGIANA	7	5.04



INGV - DBMI04
<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/>



Fig. 6: Storia sismica di Berceto (da Stucchi et al., 2007).

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento


Il terremoto della Garfagnana - Lunigiana del 7 settembre 1920 rappresenta uno dei terremoti di maggiore magnitudo che si siano verificati nel corso dell'ultimo secolo nell'Appennino settentrionale. L'abbondante documentazione sia sugli effetti prodotti, derivante dalla letteratura scientifica e dalle notizie dei quotidiani dell'epoca, sia per le registrazioni strumentali di numerose stazioni europee, rende l'evento particolarmente significativo per la comprensione sismotettonica e l'analisi macrosismica della zona nonché per la valutazione delle caratteristiche della sismicità del territorio del Comune di Berceto. La zona di massima distruzione, circoscritta dall'isosista⁶ del 10° grado MCS, misura circa 160 Km² e si estende dalla Lunigiana (Fivizzano) all'Alta Garfagnana (Villa Collemandina). L'area di grave danneggiamento, compresa tra VIII° e IX° grado MCS ha un'estensione di circa 1060 Km². L'isosista del 7° grado MCS forma una grossolana ellisse il cui asse maggiore misura circa 70 Km. In totale risultano interessate la Regione Toscana, Emilia Romagna, Liguria con le relative Province di Lucca, Massa Carrara, Modena, Parma, Pisa, Pistoia, Reggio Emilia e La Spezia.

La scossa principale del terremoto si verificò alle ore 5,55 circa GMT (7,55 ora locale) con una durata di circa 20 secondi, fu preceduta da una serie di scosse minori, la maggiore delle quali del 6° grado MCS avvenne il giorno precedente alle ore 14,05. Il *mainshock* fu seguito da moltissime repliche (*aftershocks*) che si protrassero con frequenza decrescente per molti mesi, fino all'agosto del 1921.

I paesi di Vigneta e Villa Collemandina furono distrutti quasi completamente, ed oltre 30 paesi (fra cui Fivizzano e Piazza al Serchio) subirono crolli estesi di gran parte del patrimonio edilizio. Le località nelle quali si verificarono danni di varia entità furono complessivamente circa 350, di cui più di 100 subirono crolli e gravi lesioni. Danni ai fabbricati furono riscontrati in un'area molto vasta, dalla Riviera Ligure di levante alla Versilia, nelle zone del parmense, del modenese, del pistoiense e nella provincia di Pisa. L'area di risentimento si estese dalla Costa Azzurra al Friuli e, a sud, a tutta la Toscana, all'Umbria, alla zona settentrionale delle Marche.

Il numero dei morti fu 171, quello dei feriti 650, i senzatetto ammontarono ad alcune migliaia. Il numero relativamente basso di vittime fu in ragione del fatto che il giorno precedente si verificò una scossa abbastanza violenta (*foreshock*) che portò molte persone a pernottare all'aperto. Inoltre, data l'economia della zona basata prevalentemente sull'agricoltura e sulla pastorizia, a quell'ora nelle abitazioni si trovavano relativamente poche persone, per lo più donne e bambini. In occasione del terremoto sono stati rilevati diversi effetti cosismici: fessure nel terreno e instabilità dei pendii e


⁶ Linea che delimita le aree in cui un terremoto ha avuto la stessa intensità.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	15 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

scarpate indotte nell'area circoscritta dall'isosista di VIII° MCS, danni ai manufatti stradali, soprattutto distacco delle spallette dei ponti, cadute di massi, intorbidamento delle sorgenti con variazioni della loro portata e manifestazioni di emissione di H₂S (idrogeno solforato) fino alle aree con intensità maggiore del V° grado MCS (NOTA ASSOCIAZIONE NAZIONALE VOLONTARI PROTEZIONE CIVILE PROCIV – LUCCA). Significativo per la storia sismica del Comune di Berceto fu anche il terremoto del 1983 con epicentro localizzato nel parmense (primi rilievi collinari a sud-ovest della città di Parma). Tale evento sismico, caratterizzato da Mw 5.10 (Io di 6°-7° MCS), fu percepito nel Comune di Berceto con il manifestarsi di effetti macrosismici rilevati del 4° MCS. Il terremoto di Parma del 9.11.1983, avvenuto ad una profondità di 18 km, provocò danni per un'intensità epicentrale 7° grado MCS a Parma e 6° grado MCS in prossimità del paese Langhirano. Questo terremoto ha liberato un'energia 700 volte inferiore a quella liberata in occasione del terremoto del 1980 in Irpinia-Basilicata. La storia sismica del territorio provinciale di Parma si è recentemente arricchita di un importante episodio. Quest'ultimo, grazie anche a precedenti tristemente noti ma accaduti in altre Regioni ("6 aprile 2009" Sequenza Sismica Aquilana), ha nuovamente evidenziato l'importanza di attuare politiche di gestione del territorio senza tralasciare azioni di prevenzione e riduzione del rischio sismico. Il 23 dicembre 2008 un terremoto di magnitudo (MI) 5.1 è stato avvertito alle ore 16:24 italiane (15:24 UTC) colpendo l'area appenninica fra il reggiano e il parmense. L'evento è stato localizzato dalla Rete Sismica Nazionale dell'INGV nel punto di coordinate Lat. 44.519 Lon. 10.382. La profondità ipocentrale stimata è corrispondente a circa 27 km. Il terremoto è stato avvertito in un'area molto vasta, dalla Toscana e dalla Liguria a tutta l'Italia Settentrionale, e in particolare in Emilia Romagna, Veneto e Lombardia. La scossa principale è stata seguita nelle ore successive da numerose repliche, alcune delle quali hanno superato la soglia di magnitudo 3. Quella principale si è verificata nella serata del 23 alle ore 22:58, con magnitudo (MI) 4.7, ed è stata sensibilmente avvertita dalla popolazione (RAPPORTO DELL'ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA, QUEST- *QUick Earthquake Survey Team*). Il terremoto ha colpito, come già anticipato, una zona al limite tra le Province di Reggio Emilia e Parma che storicamente è stata interessata da numerosi eventi di energia simile o inferiore, anche se la storia sismica dell'area è pressoché limitata agli ultimi due secoli. I precedenti più significativi sembrano essere il terremoto del 9 dicembre 1818, che produsse danni diffusi, ma contenuti, ad Arola, Lesignano de' Bagni e Langhirano, e l'evento del 17 settembre 1873, probabilmente profondo, che produsse danni sporadici in aree molto distanti, dalla Liguria alla Toscana, dal parmense al ferrarese.


Il rilievo diretto degli effetti macrosismici, aggiornato al 30 dicembre, le verifiche di agibilità effettuate dalla squadre del nucleo regionale di valutazione e le numerose

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	16 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

segnalazioni effettuate dai comuni dell'area evidenziano situazioni di danneggiamento sporadico, distribuito su un'area abbastanza ampia ma sistematicamente limitate a edilizia monumentale (chiese, castelli, palazzi comunali, ecc.) e a situazioni di generale degrado preesistente. Si segnalano in particolare i casi della Chiesa di Mamiano, nel Comune di Traversetolo, che ha subito un crollo in una cappella laterale, che era però in precarie condizioni in precedenza, che avevano richiesto un intervento di messa in sicurezza decisamente precario. Analogamente, la Chiesetta di Canesano, nel Comune di Calestano, presenta un vistoso distacco di una cappella laterale, con abbassamento del pavimento, integralmente preesistenti. Il danneggiamento più diffuso è stato riscontrato in alcune località minori lungo le due sponde del torrente Baganza, fra i comuni di Felino, Sala Baganza e Calestano alle quali è stata assegnata una intensità fra il 6 e il 7 grado MCS. Si tratta in particolare delle frazioni San Michele de'Gatti, Poggio Sant'Ilario e Sant'Ilario Baganza, nel Comune di Felino, e di San Vitale di Baganza, nel Comune di Sala Baganza. In queste località il danneggiamento risulta abbastanza diffuso, in qualche caso appare piuttosto elevato, anche se interessa in generale edifici in sasso della prima metà del '900 piuttosto vulnerabili. Probabilmente la posizione su fondo valle può aver contribuito a generare effetti di amplificazione di sito nelle località suddette. Nella frazione di Poggio Sant'Ilario è stato danneggiato anche un condominio recente in c.a., pur senza determinare problemi strutturali.

Nella località di Barbiano (6-7 MCS), nel Comune di Felino, piccolo agglomerato sparso, gli effetti molto gravi sulla chiesa appaiono l'esito combinato di elevata vulnerabilità sismica e di sito, mentre quelli che interessano alcuni edifici ad uso abitativo, hanno semplicemente evidenziato il forte degrado preesistente. L'unico centro abitato di dimensioni consistenti che presenta diversi indicatori di danneggiamento, per quanto limitato, è quello di Langhirano, ove gli effetti visibili sono classificabili intorno al grado 6 della scala MCS. Lo stesso livello di effetti, seppur su insediamenti di modeste dimensioni, è riscontrabile anche nelle località di Fragno (Calestano), Bannone (Traversetolo) e Canova (Ramiseto). Relativamente alla località di Torrechiara (Langhirano), che per l'elevato interesse culturale e turistico del castello è stato oggetto di particolare attenzione, la stima degli effetti nei due nuclei dell'abitato ha segnalato un grado 6 per il Castello e un grado fra il 5 e il 6 per la frazione sottostante. E' necessario ricordare il fatto che, trattandosi di un terremoto con ipocentro profondo, la distribuzione degli effetti è destinata ad essere molto irregolare, influenzata in modo rilevante da effetti di sito e da particolari condizioni di vulnerabilità sismica. Proprio in ragione di questo duplice aspetto, nell'ambito della sicurezza del territorio, la valutazione del rischio sismico, parallelamente alla previsione e prevenzione dei fenomeni di dissesto

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	17 di 116

idrogeologico, deve assumere un concreto significato di strumento operativo a supporto di una corretta pianificazione urbanistico-territoriale.

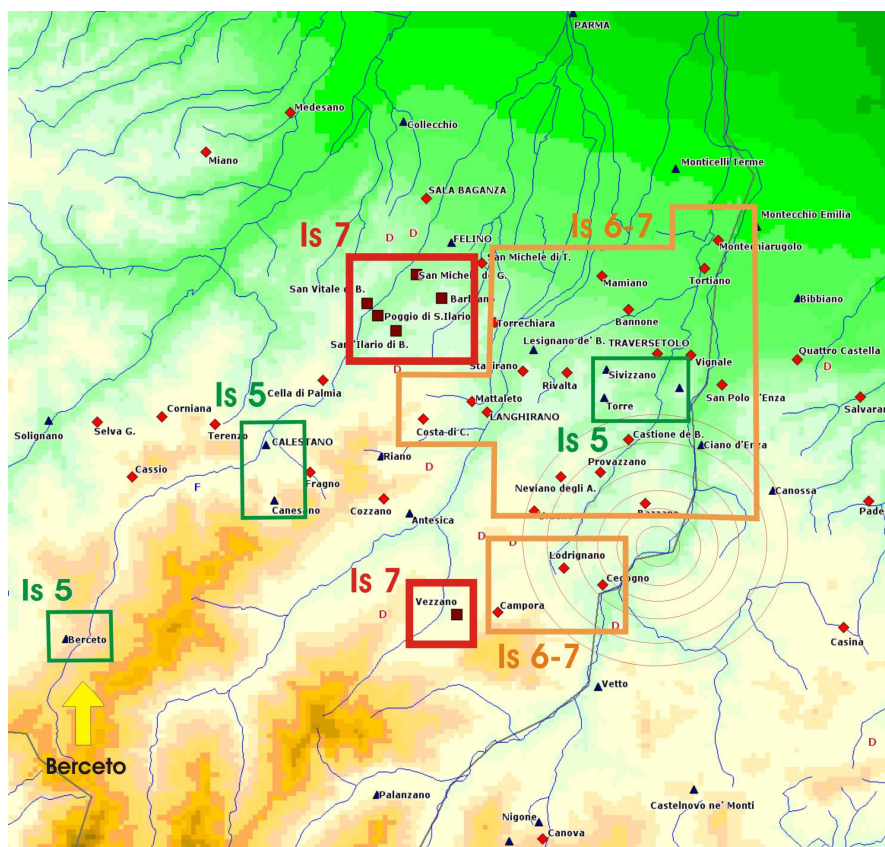


Fig. 8: mappa schematica degli effetti del terremoto emiliano del 23.12.2008 (modificato da Rapporto dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, QUEST).

Attraverso una veloce analisi della distribuzione nel territorio degli effetti del terremoto emiliano del 23 dicembre 2008 emerge una prima importante considerazione: a pari energia liberata (Mw), quindi a pari intensità epicentrale (I_0), non corrisponde una distribuzione delle intensità di sito (I_s) proporzionalmente decrescenti all'aumentare della distanza dall'epicentro. Questo importante riscontro, oltre che in ragione di possibili differenze nelle tipologie edilizie (grado di vulnerabilità delle strutture) e di eventuali variabili dovute alla percezione e rilevamento dei danni, pone in evidenza come nella prevenzione e mitigazione del rischio sismico siano fondamentali sia studi mirati alla definizione delle condizioni geologico-strutturali e geomorfologiche del territorio, sia complete analisi del patrimonio edilizio.

La sismicità del territorio provinciale, oltre che sulla base della ricorrenza storica dei fenomeni che lo hanno interessato, è da interpretarsi alla luce del complesso processo geologico che ha portato alla formazione della catena appenninica. La struttura attuale

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

dell'Appennino settentrionale e del relativo margine appenninico-padano è il risultato di più processi deformativi avvenuti in tempi successivi (contemporaneamente alla tettonica compressiva, generata dalla convergenza tra la placca Europea e quella Africana, iniziata nell'Oligocene superiore-Miocene inferiore, si è instaurata, a partire dal Tortoniano-Pleistocene, una tettonica distensiva, che ha determinato la fase di rifting con apertura del Mar Tirreno). L'Appennino è una catena a *thrusts* che si è strutturata principalmente in età molto antica (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. Attraverso l'analisi dei dati contenuti nei Cataloghi DBMI04 e CPTI04 è possibile, utilizzando la localizzazione geografica degli epicentri dei terremoti censiti, individuare la distribuzione delle sorgenti sismiche che hanno condizionato la sismicità del nostro territorio provinciale operando in tal senso una schematica zonazione sismogenetica. In accordo con i contenuti della Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna e trovando riscontro nei risultati di una ricerca finalizzata all'individuazione e mappatura di faglie attive e/o strutture sismogenetiche nell'Appennino nord-occidentale (BORGHINI ET ALII, 1999), sviluppato dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Parma, si individuano le seguenti zone:

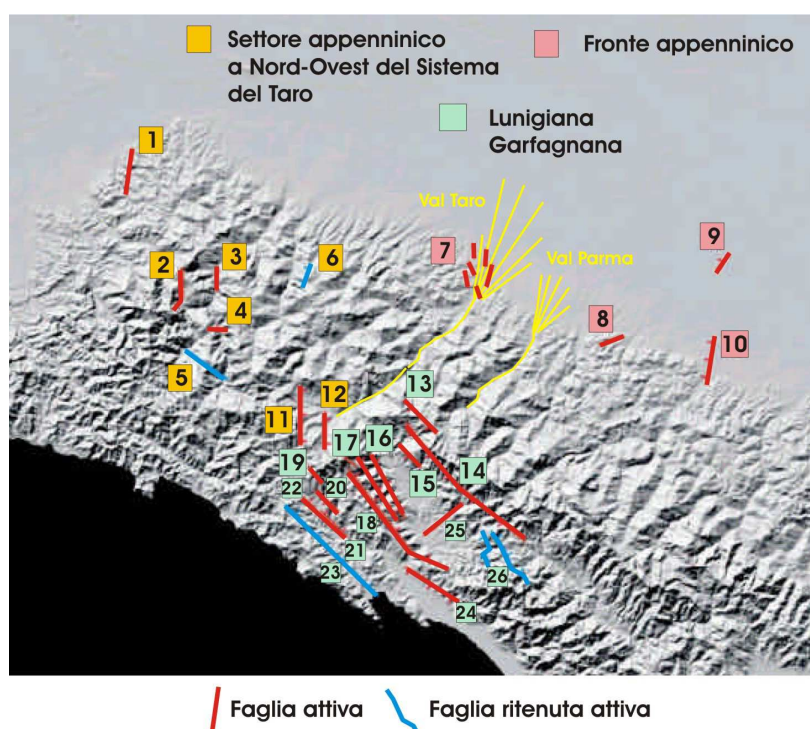



Fig. 9: mappatura di faglie attive e/o strutture sismogenetiche nell'Appennino nord-occidentale (modificato da Borghini et alii, 1999 - Dipartimento di Scienze della Terra UniPr).

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	19 di 116


<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Settore appenninico a Nord-Ovest del Sistema del Taro. Questo settore risulta caratterizzato da una presenza di faglie molto sporadica che hanno un caratteristico orientamento meridiano (Faglie N° 1, 2, 3, 6, 7, 11, 12). Appartiene alla parte Sud-Orientale di questo settore la Zona del Borgotarese, caratterizzata dalla presenza di due faglie dirette, Monte Zuccone e Val Gotra (Faglie N°11, 12.). Nonostante il numero esiguo di faglie cartografate, quella di Borgotaro-Bedonia è una nota area sismica, caratterizzata da epicentri molto superficiali, ma che ha dato nel recente passato origine a sequenze sismiche di modesta intensità, ma della durata anche di alcuni mesi.

Fronte Appenninico. Questo settore, che si estende dalle pieghe Pieghe Emiliane (Pieri e Groppi, 1981; Castellarin et al., 1996; Gasperi et al., 1987; Parea, 1987) sino alla estremità Nord-Occidentale delle Pieghe Romagnole-Ferraresi (op. cit.) non è caratterizzato da faglie attive o ritenute attive nel tratto nord-occidentale. A partire dal Sistema del Taro (Bernini e Papani, 1987; Serva, 1990) verso Sud-Est, come evidenziato in ENEL (1984, 1985) sono invece presenti alcune Faglie Attive, anche se di lunghezza modesta (qualche Km) e con rigetti appurati limitati (nell'ordine della decina di metri). Si segnalano, in particolare, il gruppo delle Faglie di Medesano Faglie N° 7,) che potrebbe rappresentare la segmentazione superficiale di un elemento di sottosuolo unico; e la Faglia di Correggio (Faglia N° 9), già descritta in Pellegrini e Vezzani (1978) che può essere vista come risposta superficiale alla rampa laterale delle Pieghe Ferraresi, e alla quale può forse essere associato il terremoto di Correggio del 15/10/96, caratterizzato da Magnitudo 4.8 e da una profondità di 12 Km.

Lunigiana-Garfagnana. In questo settore, caratterizzato da elevata sismicità (uno degli ultimi eventi è costituito dal terremoto di Fivizzano del 10/10/95, Magnitudo 4,9 – Profondità 7 Km), sono presenti Faglie singole, Associazioni di Faglie, Sistemi di Faglie, tutti prevalentemente con un andamento NW-SE (Faglie N° 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 25, 26), come mostrato in Bellucci et al (1990). In particolare si hanno faglie plurichilometriche che nel loro insieme costituiscono un'unica grande struttura tettonica distensiva morfogenetica dall'inizio del Pliocene, comprendente due fosse tettoniche, quella della Val di Vara e quella della Val di Magra, con interposto l'Horst di Monte Picchiara-Monte Cornoviglio (BERNINI, 1991). Tuttavia le due fosse presentano attività differenziata durante il Pleistocene, infatti l'attività più recente sembra maggiormente concentrata nella fossa tettonica della Val di Magra, dove alcune faglie, oltre a condizionare la deposizione, tagliano depositi del Pleistocene medio-superiore con rigetti di alcune decine di metri, e come è inoltre testimoniato dalla maggior sismicità presente in quest'area (CATTANEO ET AL., 1987; BOSCHI ET AL, 1995).

La storia sismica della Lunigiana - Garfagnana ha inizio col terremoto del 1481 (VIII° MCS) con epicentro a Fivizzano, feudo della Repubblica Fiorentina, in base ad un

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	20 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

documento ufficiale del Capitano Bartolomeo Pucci che riferisce di notevoli danni. Per il periodo precedente manca una documentazione storica attendibile in quanto scarsa e raramente contemporanea all'evento.

Ciò non vuol dire che in tempi precedenti non vi sia stata attività sismica o che la zona sia priva di documentazione in grado di testimoniare la storia sismica anche più antica. Una spiegazione può essere, la tendenza da parte dei Governanti a minimizzare gli effetti dei terremoti che colpivano i propri territori, per proteggersi dagli stati confinanti che coglievano le occasioni di "sventura" per allargare la propria sfera d'influenza.

Le scosse valutate del VI-VII grado sono state numerose. Del VII grado il terremoto di Pontremoli dell' 8 giugno 1641 e del VI grado quello del 10 Giugno dello stesso anno. Si legge in "*Memorie Pontremolesi*", del sec. XVII: "Nei giorni 8,9,10 giugno 1641 la Lunigiana fu scossa da gravissimi terremoti con danno di molti edifici".

Dell' VIII grado, oltre alla scossa del 1481, fu quella del 9 giugno 1545 con epicentro a Borgo Val di Taro, del 23 luglio 1746 con epicentro a Barga, del 21 gennaio 1767 di Fivizzano, del 14 febbraio 1834 di Pontremoli. I terremoti con intensità epicentrale maggiore o uguale al IX grado MCS (1740, 1837, 1920) sono stati oggetto di revisione da parte del Gruppo di lavoro Catalogo dei Terremoti del Progetto Finalizzato Geodinamica del C.N.R.

In particolare, un'attenta revisione storica è stata effettuata sul terremoto del 7 settembre 1920, da parte del Consiglio Nazionale delle Ricerche - Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti e la Regione Toscana in "Progetto Terremoto in Garfagnana e Lunigiana". Oltre al terremoto del 1920, anche nell'attuale secolo si sono verificati numerosi eventi sismici tra cui alcuni forti come quello del 15 ottobre 1939 valutato del VII° con epicentro nella zona a est di Fivizzano (tra Uglianfreddo e la Vallata dell'Aulella) e profondità ipocentrale tra i 20 e i 26 Km. Un altro terremoto del VII grado è avvenuto fra Pontremoli e Borgotaro il 25 ottobre 1957, con profondità dell'ipocentro di 45 Km, largamente risentito sia in Toscana che in Val Padana, fortunatamente senza quei danni che le ampiezze strumentali lasciavano prevedere.

Come precedentemente indicato in merito al contributo del *Fronte Appenninico* alla sismicità del territorio provinciale, si ritiene necessario ribadire come il sottosuolo della Pianura Padana risulti intensamente deformato dai fronti sepolti delle catene a thrust del Sud-Alpino e dell'Appennino Settentrionale. A sud del Fiume Po sono presenti tre archi formati da thrust ciechi nord-vergenti e dalle relative anticlinali, che costituiscono i fronti più esterni della catena appenninica. Questi sono da ovest verso est: *il Monferrato, l'arco delle Pieghe Emiliane e l'arco delle Pieghe Ferraresi-Romagnole*.


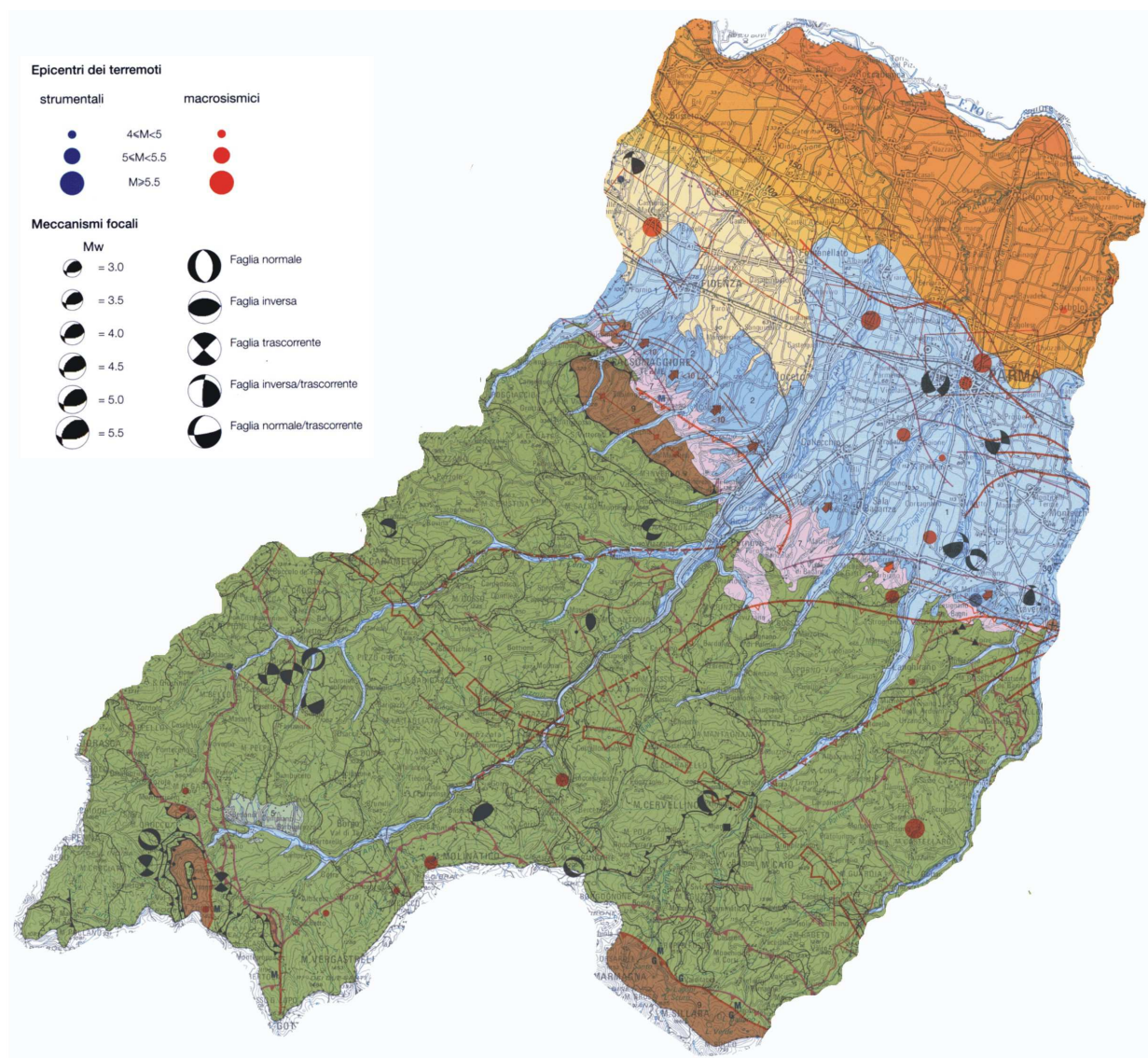
 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	21 di 116

Fig.10: il territorio provinciale di Parma nella Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna (estratto da Boccaletti et alii, 2004 ed. S.EL.CA)



Strutture sepolte *Buried structures*

Strutture attive e recenti (<1 Ma), determinate sulla base di dati morfologici di superficie e di dati geologici di sottosuolo

Active and recent structures (<1 My), recognized on the basis of surface morphological data and subsol geological data

- Sovrascorimento
Thrust fault
- Anticlinale
Anticline
- Sinclinale
Syncline
- Fronti di accavallamento della successione carbonatica meso-cenozoica
Meso-Cenozoic carbonates thrust front
- Fronte di accavallamento del basamento
Basement thrust front

Strutture affioranti *Outcropping structures*

Strutture attive e recenti (<1 Ma), determinate su base morfostrutturale (M) e/o geologica (G)

Active and recent structures (<1 My), recognized on the basis of morphostructural (M) and/or geological (G) data

- Sovrascorimento
Thrust fault
- Faglia trascorrente
Strike-slip fault
- Faglia normale
Normal fault
- Faglia con cinematica indeterminata
Fault with undetermined kinematics
- Anticlinale
Anticline
- Sinclinale
Syncline



PROVINCIA
DI PARMA

Elaborato

Relazione illustrativa

Data

Maggio 2014

Pag.

22 di 116

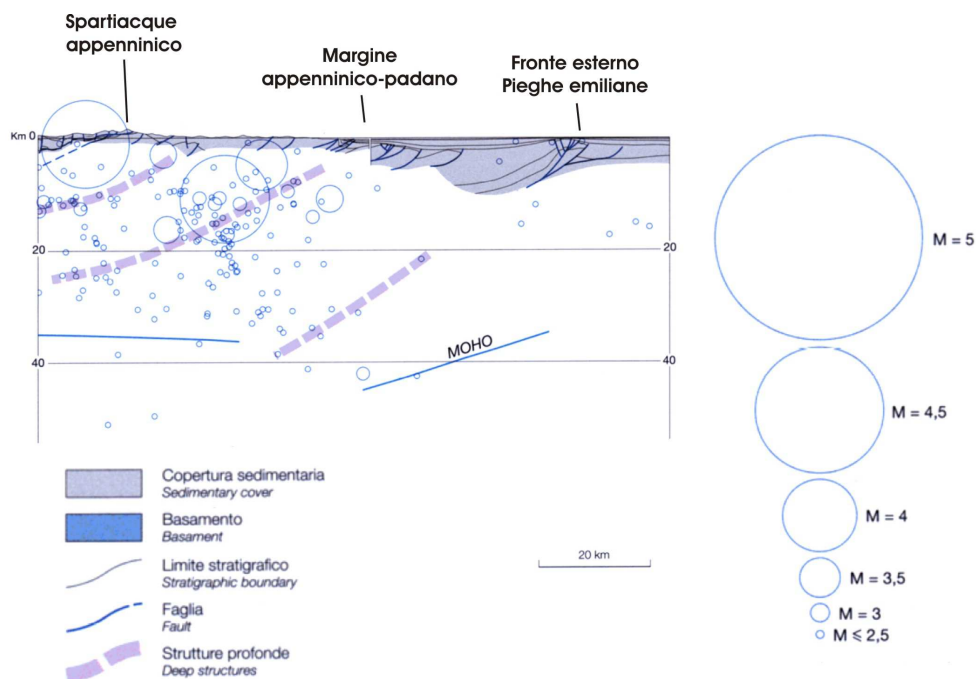



Fig. 11: sezione dal crinale appenninico al Po, con proiezione degli ipocentri dei terremoti e indicazione delle relazioni con le strutture profonde (estratto da Boccaletti et alii, 2004 ed. S.EL.CA)

L'attività recente di alcuni dei thrust appartenenti a questi fronti è dimostrata dalla sismicità storica e strumentale, dalle deformazioni dei depositi Quaternari ricostruite dall'analisi delle linee sismiche, e in superficie dalla correlazione con evidenti anomalie del drenaggio. L'anticlinale di Mirandola (Modena) si trova all'estremità occidentale delle Pieghe Ferraresi, che rappresentano il fronte più esterno dell'Appennino Settentrionale; nel sottosuolo questa struttura è rappresentata da una anticlinale ben sviluppata che coinvolge la sequenza sedimentaria fino agli orizzonti più recenti. I tre corsi d'acqua principali che drenano l'area (fiumi Po, Secchia e Panaro) mostrano in prossimità dell'anticlinale sepolta delle anomalie caratterizzate da una evoluzione temporale interpretabile come la conseguenza dell'accumulo di dislocazione sul piano di faglia cieco. Poiché l'anticlinale non ha una espressione superficiale evidente, le diversioni fluviali non sono dovute ad un ostacolo morfologico, ma ai movimenti verticali relativi indotti in superficie dallo slip sul piano di faglia che inducono attrazione preferenziale del drenaggio (e quindi deposizione) nella sinclinale, e diversione sull'asse dell'anticlinale. La mancanza di una anticlinale superficiale (condizione vera per gran parte delle strutture sepolte della Pianura Padana) indica che localmente i ratei di deposizione sedimentaria sono superiori a quelli tettonici.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	23 di 116

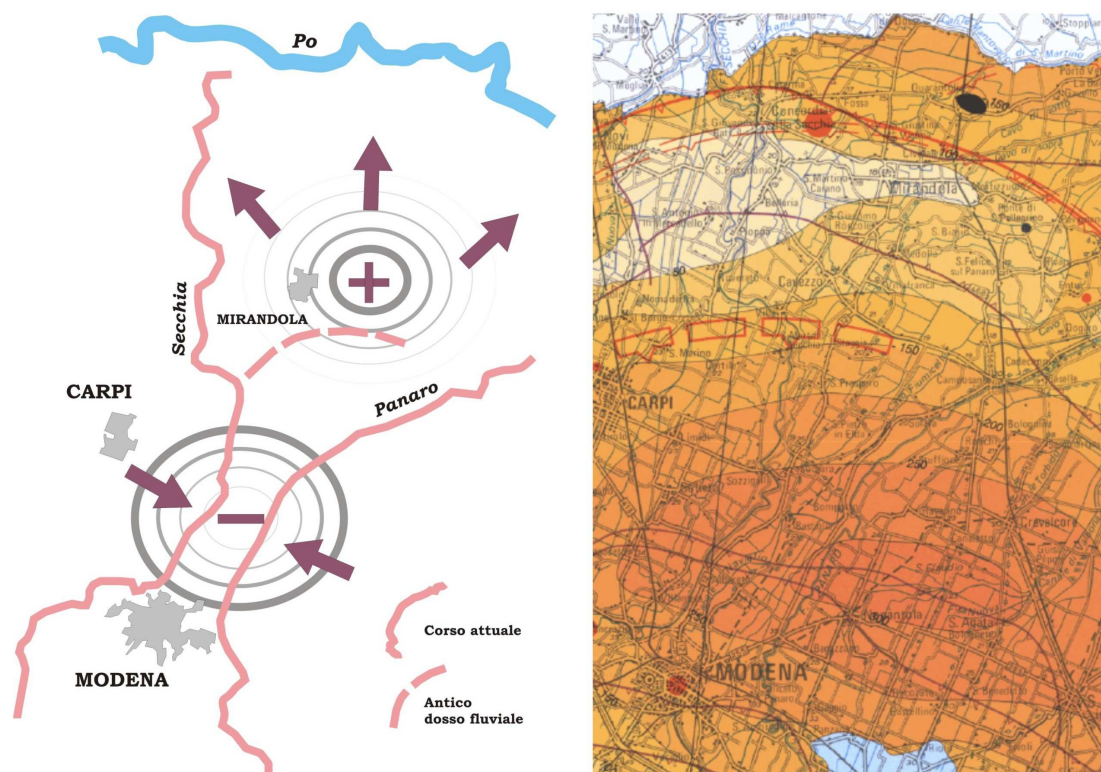


Fig. 12: correlazione tra anomalie del drenaggio e attività recente dei thrust frontali (modificato da Boccaletti et alii, 2004 ed. S.EL.CA)

Alla luce di quanto considerato è possibile concludere che l'attività sismica nel territorio provinciale di Parma, così pure di riflesso quella nel Comune di Berceto, non sia trascurabile e che quindi risulta necessario, per una corretta e sostenibile gestione del territorio, che *“gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrano alla riduzione del rischio sismico, attraverso analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione urbanistica, ed indirizzino le scelte localizzative, i processi di trasformazione urbana e la realizzazione delle opere secondo criteri di prevenzione e mitigazione del rischio sismico, definendo prescrizioni per la riduzione del rischio stesso, fissando per le diverse parti del territorio le soglie di criticità, i limiti e le condizioni per la realizzazione degli interventi di trasformazione”* (L.R. N.19 DEL 30 OTTOBRE 2008 NORME PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO).

2.3 Classificazione sismica comunale

La classificazione sismica dei comuni su tutto il territorio nazionale è stata stabilita dall'Allegato 1, punto 3 dell'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003, utilizzando e aggiornando la precedente proposta nel 1998.

La suddivisione è articolata in 4 zone: le prime 3 corrispondono alle zone di sismicità alta ($S=12$), media ($S=9$) e bassa ($S=6$), contemplati nella Legge 64/74, mentre la zona 4 è di nuova introduzione.

Ciascuna zona è contraddistinta da un diverso valore dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (Tab. 1), eliminando di fatto la presenza di aree del territorio classificate come non sismiche: in questo modo, ad ogni area del territorio nazionale viene attribuito un differente livello di pericolosità sismica.

Zona	Valori massimi di a_g
1	$>0,25$
2	$0,15 \div 0,25$
3	$0,05 \div 0,15$
4	$<0,05$

Tab. 1 – Valori di accelerazione orizzontale associati a ciascuna zona sismica

La classificazione vigente, identifica il Comune di Berceto in **zona 3** (Fig.), cui corrispondono valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compresi tra $0,15 \cdot g$ e $0,25 \cdot g$ (dove g è l'accelerazione di gravità).

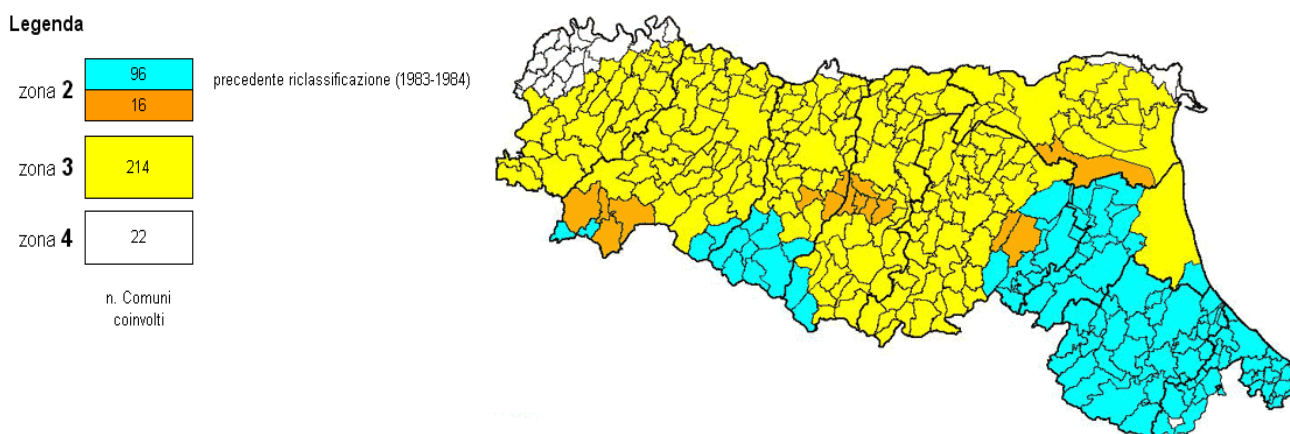


Fig. 13 – Nuova classificazione sismica regionale dei Comuni dell'Emilia Romagna

L'elaborazione dei parametri della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale redatta da INGV (2004) e riportata nell'OPCM 3519 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", identifica, per la fascia territoriale in oggetto, valori di

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compresi tra: $a_g = 0,150/0,175$ g (ricavato dalle mappe interattive di pericolosità sismica dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia – INGV. Fig.14).

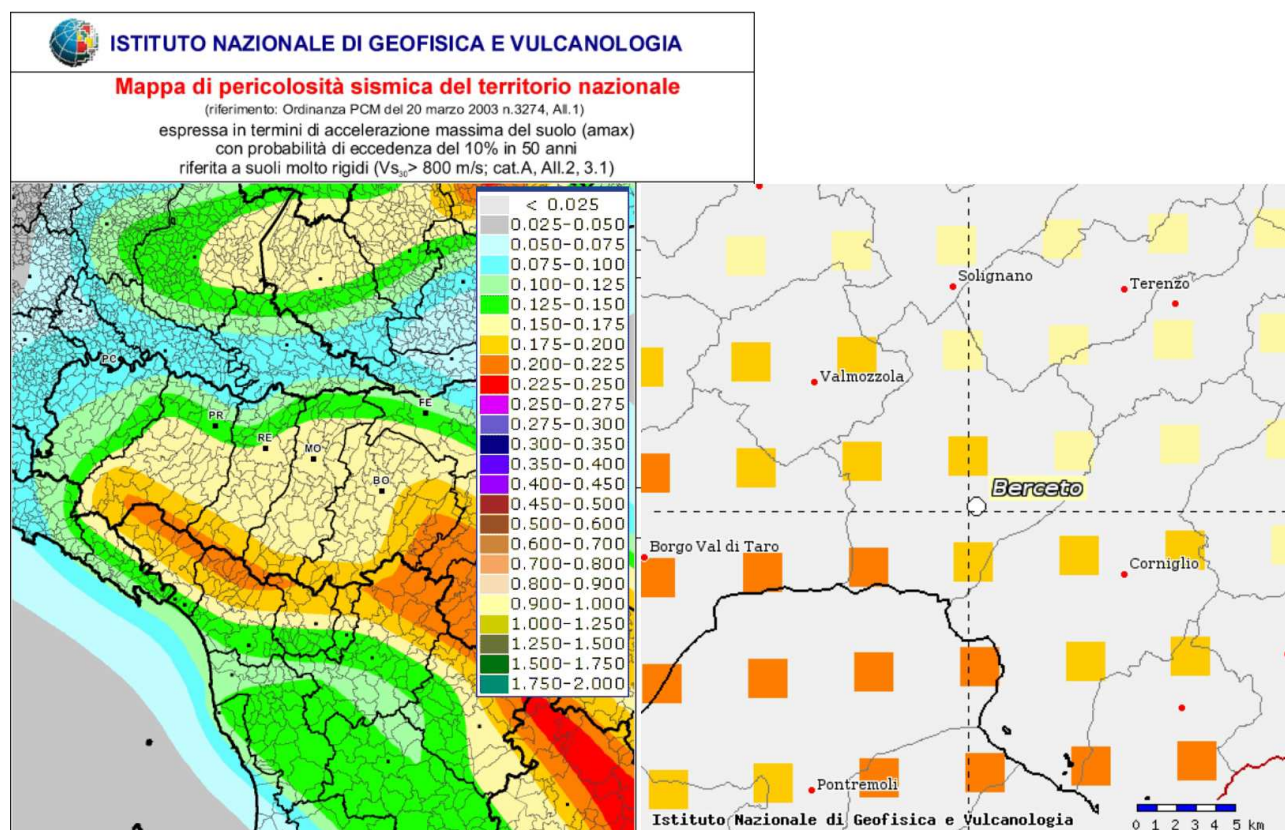



Fig. 14 – Mappa di pericolosità sismica ricavata dal sito dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia

2.4 Pericolosità sismica

Il Rischio Sismico è espresso quantitativamente, in funzione dei danni attesi a seguito di un terremoto, in termini di perdite di vite umane e di costo economico dovuto ai danni alle costruzioni ed al blocco delle attività produttive.

Esso è determinato dalla convoluzione probabilistica $Rischio = f [(PB \cdot PL) \cdot [V \cdot E)]$ dei seguenti tre fattori: Pericolosità, Vulnerabilità ed Esposizione.

La pericolosità sismica di un area dipende dalle caratteristiche sismiche (sorgenti sismogenetiche, energia, tipo e frequenza dei terremoti) e da aspetti locali (geomorfologia e stratigrafia), in tal senso è suddivisibile in una pericolosità di base (PB) e in una pericolosità locale (PL).

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	26 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

La prima, peraltro illustrata nei paragrafi precedenti, consiste nella probabilità che, in un certo intervallo di tempo, si verifichino forti terremoti che possono provocare danni.

La pericolosità sismica di base di una zona, in senso lato, è determinata dalla frequenza con cui avvengono i terremoti e dall'intensità che raggiungono.

Tale dato, in senso probabilistico, è la probabilità che un valore prefissato di pericolosità, espresso da un parametro di moto del suolo (quale ad es. l'accelerazione massima PGA o il grado di intensità macrosismica), venga superato in un dato sito entro un fissato periodo di tempo.

Le caratteristiche sismiche, comunemente indicate come componenti della pericolosità sismica di base, sono quelle considerate per definire la zonazione della classificazione sismica nazionale.

La classificazione nazionale esprime la sismicità di un'area sulla base dei terremoti avvenuti in epoca storica e della distanza dalle potenziali sorgenti sismogenetiche, senza però considerare le caratteristiche locali del territorio che possono modificare il moto sismico atteso.

La pericolosità locale è influenzata dalla presenza di alcune tipologie di depositi e forme del paesaggio che possono amplificare il moto sismico in superficie favorendo fenomeni di instabilità dei terreni quali cedimenti, frane o fenomeni di liquefazione (effetti locali).


Nella determinazione del rischio sismico interviene pertanto, oltre alla pericolosità sismica di base (frequenza e intensità dei terremoti), anche l'assetto geologico-morfologico al contorno.

A parità di pericolosità, un'area densamente popolata e caratterizzata da costruzioni poco resistenti al terremoto avrà un rischio elevato, mentre un'area deserta avrà rischio nullo.

Dunque elevata pericolosità sismica non significa necessariamente elevato rischio sismico, ma, per le ragioni sopra riportate, risulta possibile anche il verificarsi della relazione contraria.

In tal senso una suddivisione del territorio, operata sulla base della diversa risposta sismica del terreno, assume un importante ruolo nel processo di pianificazione territoriale e urbanistica come strumento di prevenzione e mitigazione del rischio sismico individuando aree a diversa pericolosità sismica.

Tale operazione è particolarmente efficace se applicata a partire dalle prime fasi della pianificazione territoriale e urbanistica (PTCP e PSC) attraverso la realizzazione di cartografia di analisi e apparati normativi che sostengano l'obiettivo comune di indirizzare le scelte di pianificazione verso ambiti a minore rischio sismico.


 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	27 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Ai sensi dell'art.A-2 comma 4 della L.R. 20/2000 "Disciplina Generale sulla Tutela e uso del Territorio *"nei territori regionali individuati come zone sismiche, ai sensi dell'art. 145 della L.R. n. 3 del 1999, gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrono alla riduzione ed alla prevenzione del rischio sismico, sulla base delle analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione"*.

L'art.37 della L.R. 31/2002 Disciplina Generale dell'Edilizia e s.m.i. indica che nelle zone sismiche il parere di compatibilità degli strumenti di pianificazione riguarda le *"condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio"*; il punto 9.3 della circolare n.6515 del 21/3/2003, sull'applicazione di alcune disposizioni della L.R. 31/2002 chiarisce che le *"condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio"* sono tutti gli aspetti fisici del territorio che influiscono sulla pericolosità locale, quali le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e idrogeologiche che possono determinare instabilità dei versanti, effetti di amplificazione del moto sismico, addensamento e liquefazione.

Si segnala inoltre che, a seguito dell'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni", preceduto dal D.M. 14.9.2005 (pubblicato sul Supplemento Ordinario n.159 alla Gazzetta Ufficiale n.222 del 23 settembre 2005 recante "Norme Tecniche per le Costruzioni"), sono richiesti specifici studi per la valutazione della risposta sismica locale ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (punto 3.2.1).

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	28 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA


3.1 Geologia

L'assetto geo-strutturale dei luoghi è da mettere in relazione con l'impilamento di unità tettoniche secondo lo schema a falde di ricoprimento, ipotizzato già nel 1960 da P. Elter, vergenti in direzione nord-est, per effetto del sovrascorrimento delle unità di origine marina più antiche (Unità Liguridi), attraverso l'interposizione delle unità Subliguri, sulle più recenti Unità Toscane, che si trovano nella posizione tettonicamente più bassa. La storia geologica dell'area viene completata dalla deposizione, in discordanza con le sottostanti unità, della Successione Epiligure, caratterizzata da facies transizionali, che si deponevano man mano che il fronte dell'accavallamento avanzava sulle sovrascorse unità Liguridi e da sedimenti continentali fluvio - lacustri plio - pleistocenici, anch'essi in discordanza con le sottostanti Unità, prodotti per il riempimento di conche e bacini intramontani legati alla tettonica distensiva verificatasi successivamente alla dominante fase compressiva responsabile della struttura appenninica. Il successivo innalzamento del crinale appenninico, avvenuto nel quaternario, ha determinato una rapida erosione delle unità Liguridi ed Epiliguri e la venuta a giorno delle Unità Toscane nella zona della dorsale appenninica. Schematicamente, in tale edificio, alle quote più elevate si collocano le Unità appartenenti al Dominio Ligure, mentre verso il basso affiorano prima le unità toscane seguite dalle unità appartenenti al cosiddetto Autoctono Padano.

L'Insieme detto Esterno è costituito dal margine continentale della Placca Apula e dalla relativa copertura continentale.

L'Insieme Interno è formato da una serie di Unità tettoniche, che per la presenza di ofioliti si pensa si siano deposte sul fondo oceanico. Queste unità hanno abbandonato il loro substrato originario, scomparendo in subduzione, per sovrascorrere, come coltri alloctone, l'insieme Esterno, che ha avuto il ruolo di avampaese. La struttura a falde è dovuta alla formazione di un prisma di accrezione per sottoscorrimento verso ovest delle unità prima oceaniche e poi continentali (Principi e Treves, 1984). Tutto questo ha provocato una struttura data dall'impilamento di unità più interne, sopra e più esterne, sotto. Le Liguridi (Insieme Interno) sovrastano tettonicamente l'Unità Subligure di Canetolo, intermedia, che a sua volta sovrasta il cosiddetto Complesso Modino - Cervarola e l'Insieme Tosco - Umbro.

L'edificazione di questa struttura è il risultato di una complessa storia tettonica, nella quale quanto più precoce è la deformazione tanto più rapida è la perdita di significato paleogeografico e di identità deposizionale, le cui fasi possono essere raggruppate in tre cicli (Elter, 1973): il primo comprende le Fasi Liguri che hanno interessato esclusivamente l'insieme Interno, prima che si verificasse la sua traslazione sull'avampaese toscano, si

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	29 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

conclude nell'Eocene sup., il secondo riguarda le Fasi Subliguri e corrisponde alla messa in posto dell'Unità Canetolo sul Macigno, è datato Miocene inf.; il terzo ciclo comprende le Fasi Toscane, mioceniche, grazie alle quali si ha la messa in posto delle Liguridi sull'insieme Esterno e si conclude nel Tortoniano.

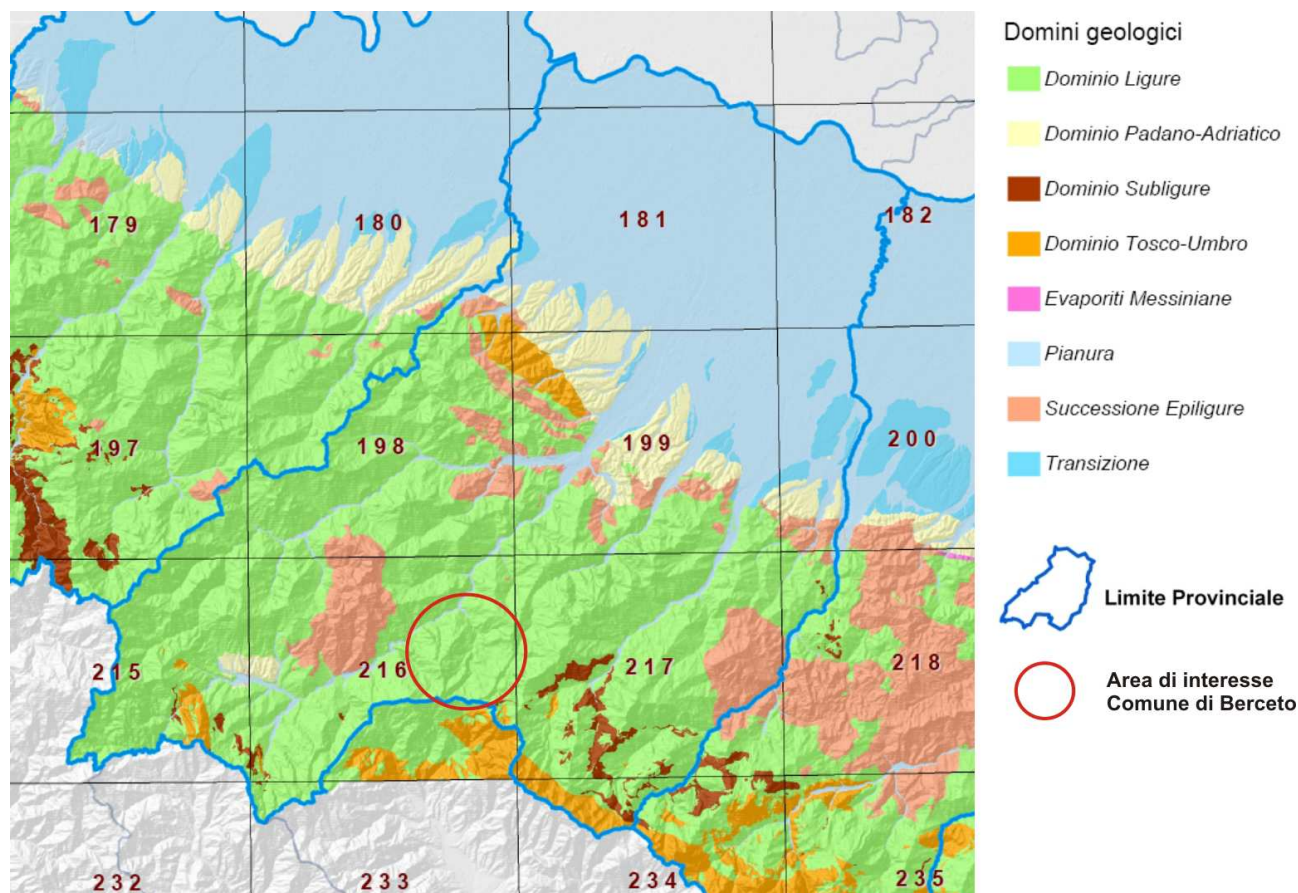



Fig. 15 - Schema geologico semplificato della Provincia di Parma con ubicazione del territorio comunale di Berceto

Martini e Plesi (1988) introducono una fase più recente di deformazione, datata Tortoniano – Pliocene medio, che comporta accavallamenti solo sul bordo esterno della catena, che si esprimono soprattutto nel ripiegamento di contatti già acquisiti.

Le Unità Epiliguri si trovano in discordanza stratigrafica sulle Unità Liguridi e si sono deposte in numerosi bacini dal Paleogene al Neogene. Questi depositi, che possono essere ricondotti ad un'unica successione, rappresentano i depositi sintettonici sul prisma orogenico appenninico che si andava progressivamente strutturando durante l'avanzamento, est – vergente della catena. Tali unità si depositano in bacini "Piggy back" o "satellit". Il primo termine descrive la situazione di appoggio discordante e di traslazione passiva di questi bacini sulle unità alloctone liguridi del prisma di accrezione, mentre il secondo esprime la posizione marginale e laterale dei bacini stessi rispetto al

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	30 di 116

grande bacino di avanfossa presente al fronte del prisma di accrezione, prodotto dalla flessione della litosfera sotto il carico del prisma stesso.

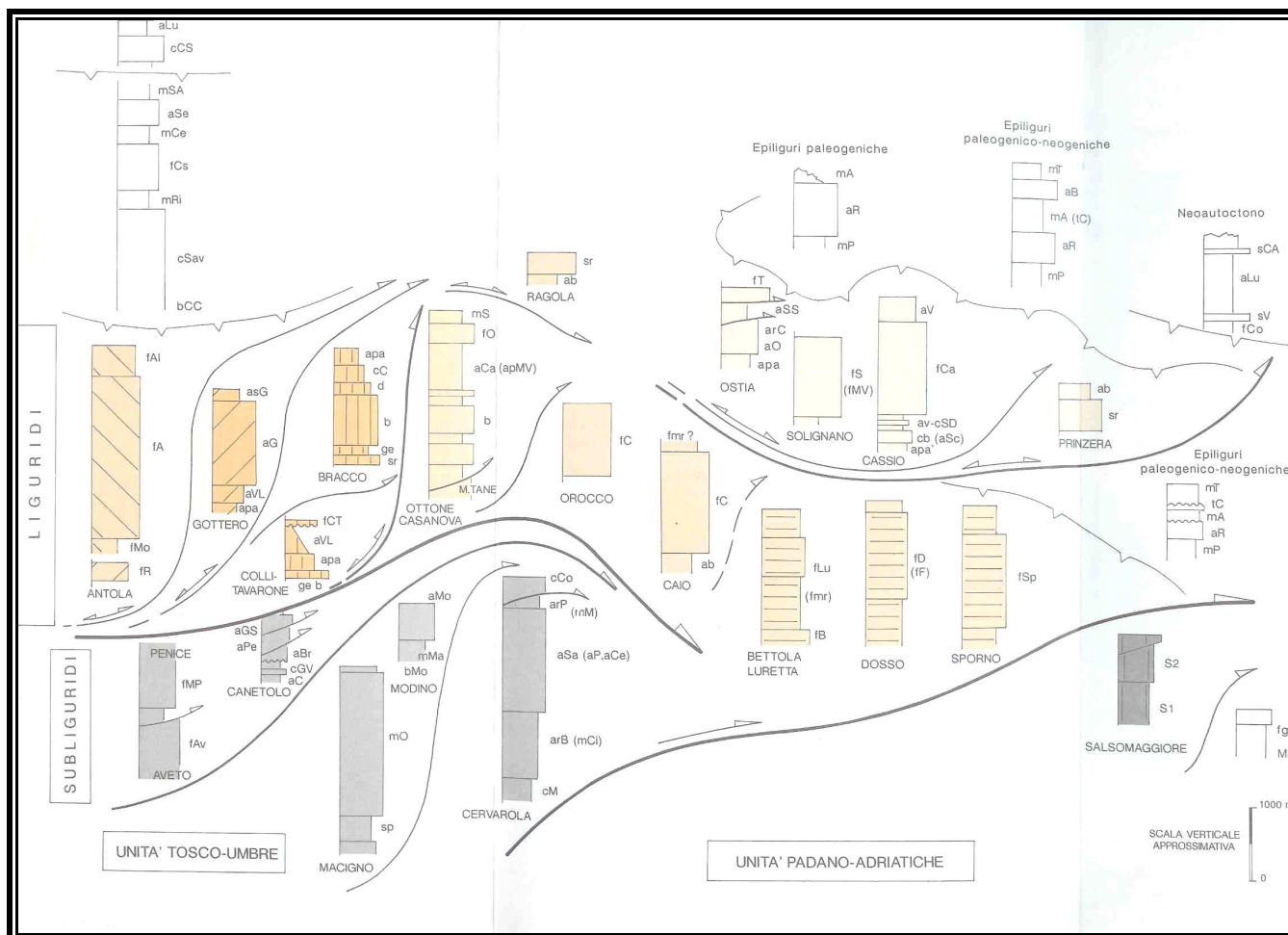


Fig. 16 - Schema strutturale della porzione di Appennino in esame

L'intensità dell'azione tettonica è testimoniata dalle frequenti strutture plicative, tra le quali va segnalata l'imponente piega rovesciata che interessa la porzione meridionale del territorio di Monchio delle Corti, l'anticlinale del M. Fageto, la sinclinale di Vetto - Carpineti e dalle numerose dislocazioni per faglia con direzione prevalentemente appenninica NW - SE.

Lo stato deformativo, in aggiunta all'assetto lito-stratigrafico delle compagini rocciose, costituiscono i fattori geologici fondamentali che influiscono sulla risposta sismica dei terreni, in termini di amplificazione e velocità di propagazione delle onde S.

Pertanto, alla base degli studi di microzonazione sismica non deve mai mancare un'attenta ed approfondita analisi degli aspetti geologico-morfologici generali e di dettaglio delle aree in esame.

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

In questo specifico settore dell'Appennino settentrionale, corrispondente al territorio del Comune di Berceto⁷, affiorano nel dettaglio le Unità Liguri, le Unità Subliguri, le Unità Tosco-Umbre e le Unità della Successione Epiligure. L'ossatura della catena è costituita dalle Unità Tosco-Umbre, alle quali sono sovrascorse (Miocene inf.) le Unità Subliguri, che a loro volta risultano ricoperte dalle Unità Liguri, durante la Fase Ligure (Eocene medio), e sopra le quali si è deposta la Successione Epiligure.

Le Unità Tosco-Umbre qui affioranti sono rappresentate dall'Unità Pracchiola e dall'Unità Macigno. L'Unità Pracchiola è a sua volta composta da due elementi tettonicamente sovrapposti: l'Elemento Civasola, a cui è sovrapposto l'Elemento Marra. L'Unità Macigno è a sua volta suddivisa in due elementi: l'Elemento di M. Orsaro, affiorante lungo la zona di dorsale principale, tettonicamente sovrascorso all'Unità Pracchiola, e l'Elemento di M. Zuccone, affiorante nell'omonima finestra tettonica (Bernini & Vescovi, 2002; Vescovi, 2002).

Le Unità Subliguri sono invece qui rappresentate dall'Unità Canetolo, tettonicamente interposta tra l'alloctono Ligure e le Unità Tosco-Umbre, e dall'Unità Ghiare, tettonicamente sovrapposta alla precedente e affiorante in finestra tettonica al di sotto delle Liguridi, presso Ghiare di Berceto e Valdena (Vescovi, 2002).


Le Unità Liguri qui affioranti sono tettonicamente sovrapposte, dall'alto al basso, nel seguente ordine: Unità Gottero, Unità Media Val Taro, Unità Ottone e Unità Caio.

L'ordine di sovrapposizione viene modificato a NW della placca di M. Barigazzo, Successione Epiligure, dove l'Unità Ottone sovrascorre l'Unità Media Val Taro. Questo sovrascorrimento, che potrebbe essere successivo alle deformazioni della Fase Ligure, è molto probabilmente dovuto alla strutturazione dell'anticlinale di M. Zuccone e all'innalzamento tettonico delle Unità affioranti più a NW, nelle valli dell'Aveto e del Trebbia (Vescovi, 2002).

Inoltre, in questo settore di Appennino affiorano anche altre Liguridi, l'Unità Cassio e la sottostante Unità Groppallo, separate dalle precedenti Unità da contatti tettonici di difficile interpretazione (Vescovi, 2002). Una delle incognite che interessa l'Unità Cassio, secondo l'Autore, è il sovrascorrimento su Unità contenenti ofioliti e quindi ad affinità oceanica.

La posizione paleogeografica dell'Unità Cassio, che per le caratteristiche del suo complesso di base viene considerata prossima al margine insubrico (Anelli, 1938; Zanzucchi, 1961), non giustifica il sovrascorrimento con movimenti tettonici a direzione

⁷ L'inquadramento geologico del Comune è tratto da Ronchetti Francesco, 2003, Tesi di Laurea in Scienze Geologiche, indirizzo applicativo - Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, "La frana di Berceto, Val Taro - Appennino parmense". Rel.: Dr. Alessandro Corsini (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia), co-relatore: Prof. Claudio Tellini (Università degli Studi di Parma), Dr. Massimo Barbieri (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia).

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	32 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

appenninica, mentre il problema non si porrebbe se si ammettesse, come sostiene Vescovi, una direzione di movimento diversa in grado di assegnare un minore grado di alloctonia all'Unità.

Tale direzione di movimento potrebbe così giustificare anche le caratteristiche dei piegamenti SW vergenti impostati sulle Arenarie di Scabiazza nell'ultimo tratto del T. Grontone, dove costituiscono il complesso basale dell'Unità sopra citata (Vescovi, 2002).

L'Unità Gottero, che affiora molto estesamente a ovest del Passo della Cisa, estendendosi secondo direzione antiappenninica, sovrascorre l'Unità Media Val Taro in direzione NW e le Unità Tosco-Umbre in direzione SE. La sua particolare posizione strutturale può essere spiegata ammettendo che la messa in posto dell'Unità sia piuttosto tardiva e che possa aver risentito dei sollevamenti tettonici che hanno portato alla strutturazione della dorsale del Macigno (Vescovi, 2002).

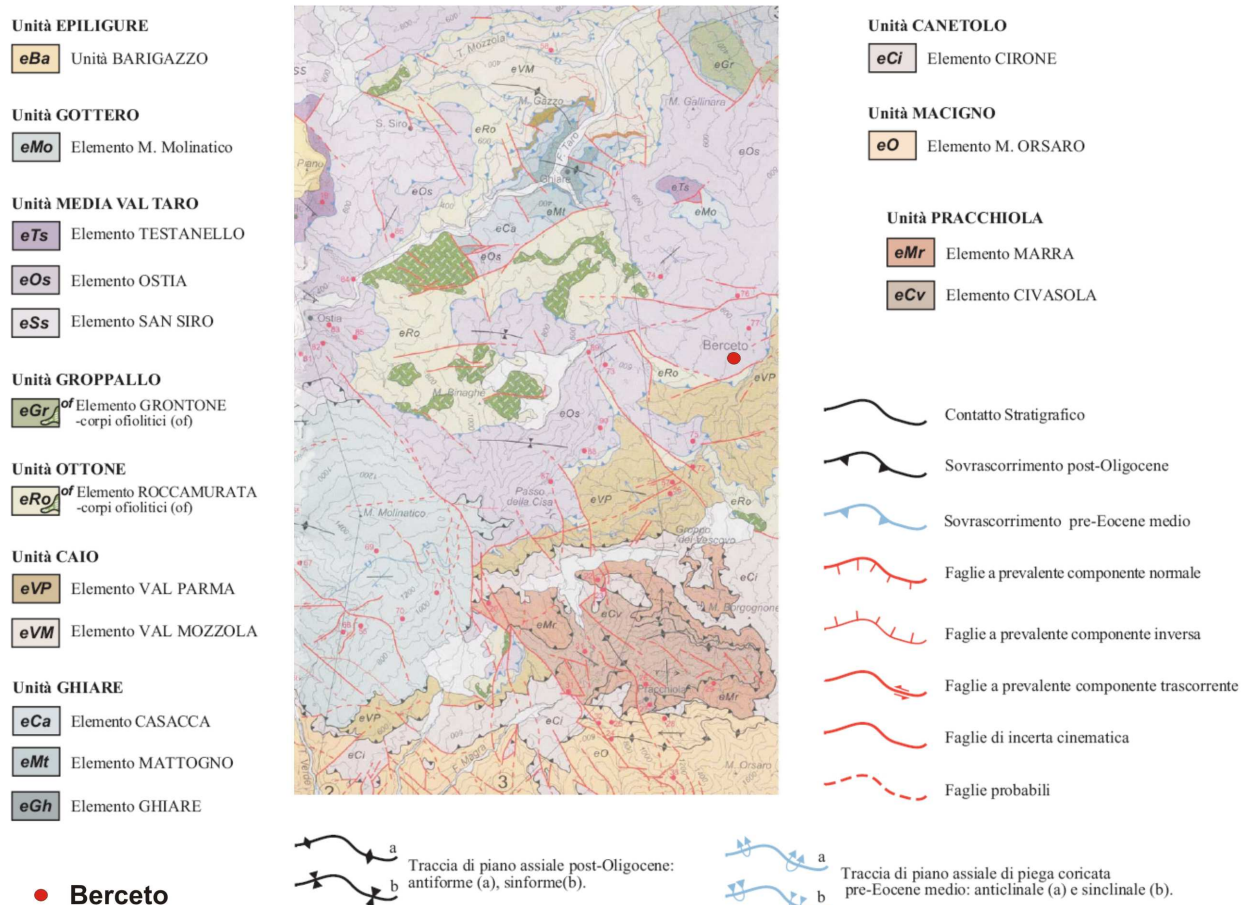


Fig. 17 – Carta geologico-strutturale della Media-Val Taro (tratto da Bernini Vescovi, 2002)

	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	33 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

La Successione Epiligure affiorante in questo settore appenninico è rappresentata dalla Successione di M.Barigazzo (Vescovi, 2002), depostasi in discordanza sulle Liguridi dopo la Fase Ligure ed affiorante tra la Val Ceno e la Val Taro.

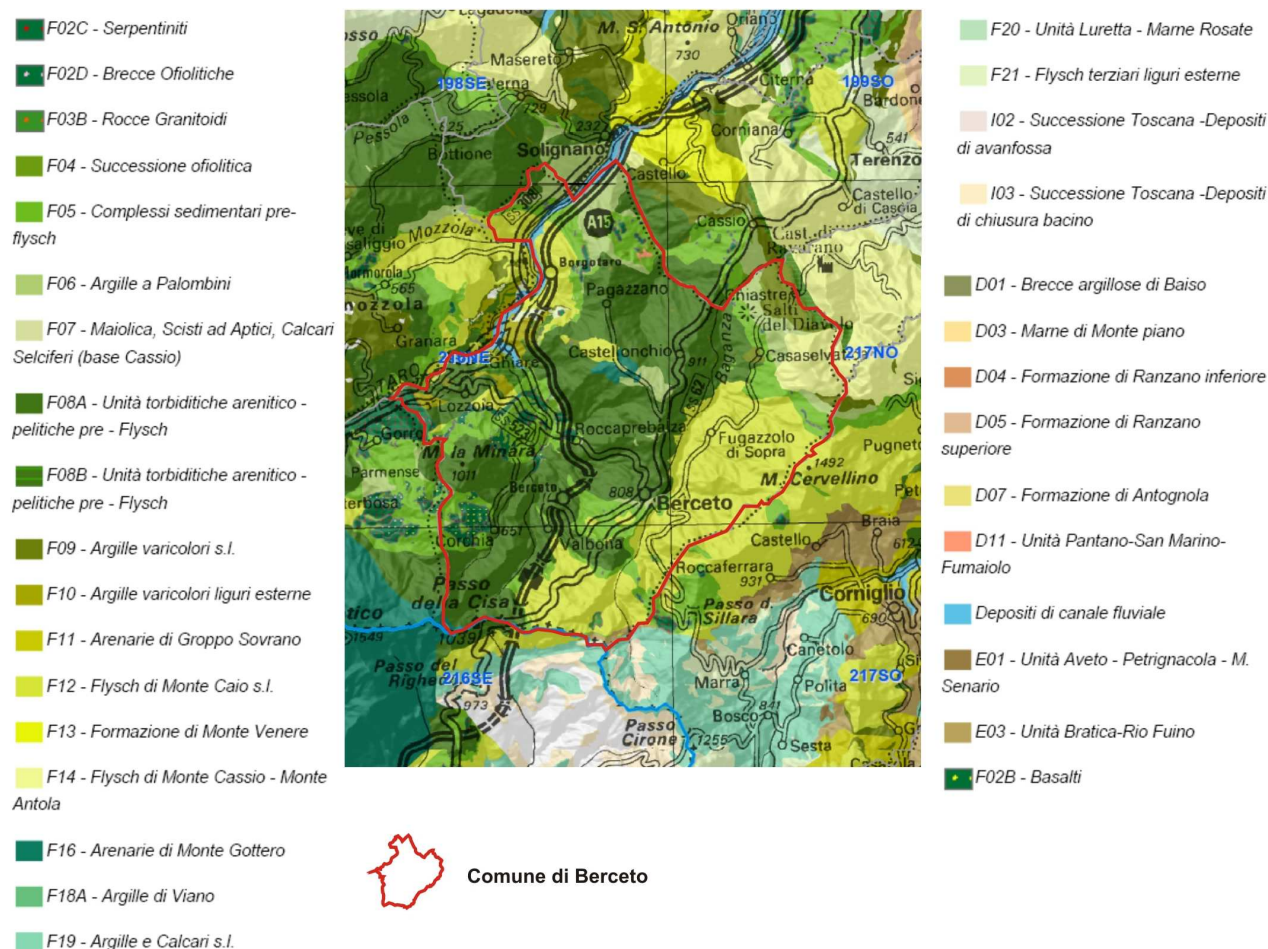


Fig. 18 – Inquadramento geologico schematico del territorio di interesse (Progetto CARG della Regione Emilia – Romagna, Servizio Geologico e Sismico dei Suoli)

Di seguito vengono descritte le formazioni affioranti nel territorio comunale di Berceto.

Le descrizioni che seguono, riguardanti le Unità Liguri, separate da superfici di sovrascorrimento immergenti a N-NW, e tettonicamente sovrapposte, derivano dalla Carta Geologica scala 1:50.000, Foglio 216 Borgo Val di Taro e dalle relative Note Illustrative (Vescovi, 2002).

Per la descrizione dei Depositi Quaternari Continentali e della Successione Neogenico – Quaternaria del Margine appenninico – padano viene utilizzata la distinzione

	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	34 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

operata nelle Carte Geologiche dell'Appennino Emiliano – Romagnolo, alla scala 1:10.000, realizzate dalla Regione Emilia – Romagna nell'ambito del Progetto CARG.


L'analisi delle unità trattate è di tipo schematico e limitata alle principali caratteristiche petrografiche e giaciture, al fine di definire le proprietà geomeccaniche di resistenza caratteristiche di tali rocce.

Le unità tettonico-sedimentarie presenti sono state raggruppate nelle seguenti classi:

- Depositi Quaternari Continentali;
- Successione Neogenico – Quaternaria del Margine appenninico – padano
- Unità Liguri:
 - *Unità Media Val Taro*;
 - *Unità Ottone*;
 - *Unità Caio*.

3.1.1 Depositi Quaternari Continentali

- **a1 – Depositi di Frane attive.** Depositi gravitativi con evidenze di movimenti in atto o recente, costituiti da litotipi eterogenei raramente monogenici, ed eterometrici, più o meno caotici. La tessitura prevalente risulta costituita da clasti di dimensione variabile e natura calcarea e arenitica, immersi in una abbondante matrice pelitica e/o sabbiosa. La cinematica dei fenomeni è prevalentemente attribuibile a processi complessi, di scivolamento e colamento lento.
- **a2 – Depositi di frana quiescente.** Terreni detritici costituiti da depositi caotici a dominante matrice pelitica, con inclusi litoidi eterometrici ed eterogenei, apparentemente stabilizzati, legati prevalentemente a processi complessi, di scivolamento, colamento lento e scivolamento in blocco o DGPV.
- **a3 - Deposito di versante.** Coltre di materiale detritico generalmente fine, prodotto da alterazione “in situ” o selezionato dall'azione mista delle acque di ruscellamento e della gravità, con a luoghi clasti a spigoli vivi o leggermente arrotondati. Tali coperture interessano e coinvolgono l'area di intervento.
- **a4 - Detrito eluvio – colluviale.** Coltre detritica costituita da materiale fine prevalentemente pelitico, prodotto per alterazione “in situ”, o selezionato dall'azione mista del ruscellamento e della gravità.
- **a6 - Detrito di falda.** Accumulo detritico costituito da materiale eterometrico ed eterogeneo, generalmente prodotto a quote elevate per fenomeni di dilavamento e crioclastismo, con frammenti litoidi di dimensioni variabili, con matrice scarsa di natura sabbioso – pelitica alterata e pedogenizzata. Frequentemente alla base di scarpate e lungo versanti acclivi.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	35 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento


- **b1 - Depositi alluvionali in evoluzione.** Ghiaie, talora embriciate, sabbie e limi – argillosi di origine fluviale, attualmente soggette a variazioni dovute alla dinamica fluviale. Detrito generalmente incoerente e caotico, costituito da clasti arrotondati eterometrici ed eterogenei. I depositi dell'alveo inciso caratterizzano una distesa di alluvioni ciottolose solcata da uno o al massimo due canali con andamento debolmente sinuoso e da barre fluviali longitudinali situate in posizione centrale e/o laterale. Nei canali sono presenti ghiaie poligeniche pulite con alto grado di cernita, che costituiscono il letto della corrente. Le barre sia laterali che centrali sono invece contraddistinte da ghiaie eterometriche poligeniche in scarsa matrice sabbiosa.
- **i1 - Conoidi alluvionali.** Sono depositi di forma convessa, che si aprono a ventaglio allo sbocco dei rii nella valle. I detriti vengono distribuiti sulla superficie della conoide, per mezzo di frequenti spostamenti dell'alveo, secondo i raggi del ventaglio. Questi depositi sono costituiti da materiale eterogeneo per dimensioni: ciottoli, ghiaie, sabbie, limi.

3.1.2 Successione Neogenico – Quaternaria del Margine appenninico - padano

- **AES** - Unità costituita da depositi alluvionali intravallivi terrazzati, di conoide alluvionale ghiaiosa e di interconoide, il tetto è rappresentato dalla superficie topografica, mentre il contatto di base è erosivo e discordante su unità più antiche. Pleistocene medio – Olocene. Si individua: **AES8 - Sintema di Ravenna.** Depositi di piana alluvionale, di terrazzo. Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, con copertura discontinua di limi argillosi. Depositi intravallivi terrazzati. Pleistocene sup. - Olocene; e **AES8a - Unità di Modena.** Ghiaie prevalenti e sabbie ricoperte da una coltre limoso – argillosa discontinua. Depositi alluvionali intravallivi. Il profilo di alterazione è esiguo. Olocene.

Sono delle aree relativamente pianeggianti, di dimensioni variabili, che rappresentano vecchie superfici di origine fluviale, delimitate da scarpate, che risultano da un successivo intaglio. Spesso, le scarpate dei terrazzi hanno una forma simile ad archi concavi, riconducibile all'erosione operata dalle anse ricurve dei torrenti.

Le alluvioni terrazzate, risultano sopraelevate rispetto a quelle recenti e si rinvencono quasi esclusivamente lungo l'incisione del T. Baganza. Esse sono formate da depositi di origine fluviale, caratterizzati da una successione prevalentemente ghiaiosa, con intercalazioni sabbiose, a giacitura sub-orizzontale e geometria lenticolare. Questi depositi sono ricoperti da un sottile strato di copertura limosa e/o argillosa che, allontanandosi dall'asse fluviale, aumenta progressivamente di spessore. I depositi di terrazzo in evoluzione orlano l'alveo inciso del torrente e per questo sono interessati dalle acque fluviali durante gli eventi di piena più significativi. Si tratta delle stesse ghiaie affioranti in alveo con clasti calcarei, calcareo-marnosi, arenacei, eterometrici e

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	36 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

ben arrotondati. Se ne differenziano per il contenuto in matrice sabbiosa la quale è praticamente assente nei depositi d'alveo attuale, mentre in questi è solitamente presente in percentuali variabili dal 10 al 30% circa.


3.1.3 Unità Liguri

- **Unità Media Val Taro:** è costituita da una successione stratigrafica ricostruita composta dalle seguenti formazioni, dall'alto al basso: Flysch di Testanello; Arenarie di Campi; Arenarie di Scabiazza; Argilliti di San Siro; Argille a palombini di Monte Rizzone. L'assetto strutturale dell'Unità è stato poi complicato da sovrascorrimenti di ordine secondario che portano all'individuazione di tre elementi distinti sovrapposti, dal alto al basso: Elemento Testanello, Elemento San Siro, Elemento Ostia.

In particolare nella zona di studio affiora l'Elemento Ostia con le formazioni Argille a palombini di Monte Rizzone e Arenarie di Scabiazza.

Argille a palombini di Monte Rizzone (AMR) (cfr. Argille a palombini Auctt. p.p.), si presentano come un'alternanza di argilliti grigio scure, verdastre e nocciola, intercalate da calcari micritici grigi a patina giallastra, in strati da sottili a spessi, talora a base calcarenitica laminata ed un tetto marnoso; localmente si intercalano argilliti marnose grigie in strati spessi, e arenarie fini laminate in strati sottili. La potenza geometrica è di circa 200 m. L'età viene riferita all'intervallo temporale Hauteriviano-Aptiano. Nell'area di studio esse affiorano a sud di Berceto, nei pressi di Roccaprebalza e vicino a Sardello.

Arenarie di Scabiazza (SCB-SCBa-SCBb) (cfr. Arenarie di Ostia, Dalla Casa & Ghelardoni, 1967), si presentano come sottili alternanze di argilliti nerastre, arenarie fini e medie laminate, che passano gradualmente ad arenarie litiche fini e molto fini, in strati sottili e molto sottili, con un tetto di marna argillosa grigio-nocciola, regolarmente alternate da sottili livelli di argilliti scure. Salendo nella successione si inseriscono a diversi livelli intercalazioni di una litozona caotica (SCBa) (rapporto A/P>1), e si intercalano marne siltose grigie in strati torbidity molto spessi con letto arenitico e conglomeratico a clasti minuti di derivazione prevalentemente sedimentaria. Verso il tetto l'Unità passa frequentemente ad una litozona pelitica policroma (SCBb). Le due litozone SCBa-b non affiorano nell'area in esame. Le Arenarie di Scabiazza affiorano molto estesamente nel settore di studio (sinistra Baganza). Potenza dell'Unità è di circa 700 m. L'età viene riferita all'intervallo temporale Coniaciano-Santoniano (Villa, 1991). Nella Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo, Sezione 216080 Berceto (1996), le Arenarie di Scabiazza (cfr. Arenarie di Ostia, Dalla Casa & Ghelardoni, 1967) vengono suddivise in tre unità litostratigrafiche di ordine inferiore, in base al rapporto arenaria-pelite, per comprendere meglio lo stile deformativo


 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	37 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

(Vescovi, 1986): litofacies pelitico-arenacea (A/P circa 1/3); litofacies arenaceo-pelitica (A/P circa 3/2); litofacies marnoso-arenacea (A/P circa 1/4).

- Unità Ottone:** descritta da Vernia (2002) è composta dal complesso di Casanova, seguito stratigraficamente dal Flysch di Ottone. In questa unità vengono distinti due elementi, l'Elemento Pelpi e l'Elemento Roccamurata. La differenza tra i due elementi è che nell'Elemento Pelpi è ben espresso il flysch ad elmintoidi, Flysch di Ottone, mentre sono piuttosto limitati gli spessori delle brecce e delle torbiditi del complesso di Casanova, e che inoltre non mostra significative interposizioni di ofioliti. L'Elemento Roccamurata presenta invece un maggiore sviluppo del complesso di Casanova anche perché al suo interno si trovano maggiori interposizioni peridotitiche e basaltiche di notevoli dimensioni. In particolare nell'area di studio affiora il complesso di Casanova (cfr. Complessi di base Auctt. p.p.), costituito da ofioliti rimaneggiate interposte come olistoliti in sedimenti datati al Campaniano inf., prevalentemente rappresentati da brecce monogeniche e poligeniche, ed arenarie torbiditiche a dominante componente ofiolitica (Anelli, 1983; Elter et al., 1991). Le ofioliti che si ritrovano nel complesso presentano dimensioni da qualche decina di metri fino a masse con estensione di alcuni chilometri e spessori massimi di 200 metri. Il contatto tra le ofioliti e i sedimenti ad esse associate è di natura sedimentaria. Lo spessore massimo del complesso di Casanova è valutabile tra i 400-500 m. Nel complesso di Casanova affiorante in Val Manubiola dominano per spessore e frequenza brecce di vario tipo attribuibili a colate sottomarine e arenarie silicoclastiche a prevalente componente ofiolitica attribuibili a torbiditi. Nell'area in esame, affiorano le seguenti litozone del complesso di Casanova:

Argille a blocchi (CCVb), rappresentanti i tipici depositi di colata sottomarina costituiti da depositi caotici. Queste CCVb sono espresse da brecce matrice-sostenute costituite da argille nerastre scagliettate inglobanti frammenti di calcari micritici tipo palombino, calcari a calpionelle, serpentiniti, basalti, graniti, oficalci, diaspri, calcari tipo maiolica, arenarie fini nerastre e laminate, e a volte clasti di brecce; la dimensione dei clasti va dal decimetro a qualche metro. Inoltre si interpongono spezzoni di alternanze argillitico calcaree e calcareo marnose sempre molto deformate. Il rapporto matrice/clasti è variabile, ma sempre a favore della matrice che a volte assume carattere preponderante. Al loro interno sono stati individuati lembi decametrici di calcari a calpionelle, e lembi più estesi di argille a palombini (ap). Le argille a blocchi presentano spessori che vanno da qualche metro ad alcune centinaia di metri. Questa litozona affiora a sud di Berceto, nelle vicinanze del T. Manubiola e in destra Val Baganza;

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	38 di 116


PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Argille a palombini (APA), costituiscono lembi di estensione ettometrica che sono stati riconosciuti e distinti all'interno delle argille a blocchi (CCVb). In questi spezzoni, sempre molto deformati da piegamenti polifasici, si ritrovano calcari micritici bianchi e subordinatamente grigi, in strati medi, localmente a letto arenitico laminato, frequentemente incrostatati di patine nerastre e normalmente silicizzati verso il letto; si intercalano regolarmente livelli di peliti nerastre fissili e subordinatamente areniti fini e medie grigie scure a cemento siliceo, laminate in strati sottili e molto sottili. La loro età è stata riferita all'intervallo temporale Hauteriviano-Aptiano. Le argille a palombini si interpongono agli olististromi delle argille a blocchi mostrando contatti di difficile interpretazione che in molti casi potrebbero risultare tettonici. Secondo Vernia (2002) in località il Poggio di Berceto, le Argille a palombini con le argille a blocchi (CCVb) e masse decametriche di serpentiniti, costituiscono una ristretta fascia del Complesso di Casanova tettonicamente sovrapposto alle brecce poligeniche di base del Flysh di Monte Caio (CAOa). Questa litozona affiora a monte di Berceto e sulla sponda destra del T. Manubiola;

Serpentiniti (B), costituiscono nella Val Taro e Val Manubiola affioramenti di grande estensione con spessori che spesso superano il centinaio di metri. Si presentano in genere da massive ad intensamente fratturate, di colore verde scuro o violaceo che diventa localmente di colore verde chiaro per la presenza di fillosilicati quali talco, steatite, ecc.. Il grado di alterazione della roccia è sempre elevato con scomparsa delle originarie ultramafiti.

Alcuni grandi affioramenti di serpentiniti mostrano nelle parti periferiche a contatto con le rocce sedimentarie affioramenti di brecce monogeniche di serpentina, per le quali non si esclude la possibilità di una genesi meccanica legata alla messa in posto delle masse ofiolitiche. Esse sono affioranti nei pressi di Roccaprebalza e da Maestà Di Graiana;

Basalti in pillows (Bp), costituiscono imponenti masse rocciose intercalate nelle brecce, ma di dimensioni inferiori alle serpentiniti. Queste lave, grigio-verdastre, spesso rossastre per ossidazione, sono caratterizzate frequentemente dalle tipiche forme di raffreddamento in cuscini (pillows) di forma e dimensioni variabili (diametro tra 0,5 e 1m). Tra un pillow e l'altro si trovano frammenti vetrosi (ialoclastiti) di spessore centimetrico. In molti affioramenti i pillows appaiono brecciati per una fratturazione primaria, legata all'originaria messa in posto in ambiente oceanico; inoltre ad essi si associano in maniera subordinata basalti privi di forme di raffreddamento di probabile giacitura filoniana. Essi affiorano a valle di Berlovara di Sotto.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	39 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- **Unità Caio:** è rappresentata dall'Elemento Val Mozzola e dall'Elemento Val Parma. Nell'Elemento Val Parma, al contrario dell'Elemento Val Mozzola, si osserva la presenza dei complessi di base, per altro stratigraficamente legati alla base del flysch. Nell'area di studio affiora l'Elemento Val Parma, espresso dal Flysch di Monte Caio.


Flysch di Monte Caio (CAO-CAOa), è espresso da una successione torbiditytica dove predominano calcari marnosi e marne grigio scure in strati spessi e molto spessi con frequenti basi arenitiche fini laminate; si intercalano regolarmente sottili livelli argillitici nerastri, e localmente alternanze di arenarie fini grigie e nerastre, micacee, in strati sottili e medi, ed argilliti debolmente marnose grigie scure in strati medi e spessi; inoltre si intercalano calcari micritici grigio chiari in strati medi. La formazione presenta una potenza minima di circa 400 m. L'età della formazione è attribuibile al Campaniano sup.-Maastriano (Rio et al., 1983; Gardin et al., 1994). Esso affiora nel settore di studio in destra Baganza. In Val Baganza il Flysch è rovesciato e mostra alla sua base un passaggio per alternanze alla litozona a brecce (CAOa). La litozona a brecce (CAOa), è rappresentata da brecce poligeniche, clastosostenute e/o localmente matrice-sostenute, a prevalenti elementi di calcari micritici tipo palombino in clasti centimetrici e blocchi decimetrici poco arrotondati, a cui si associano clasti di calcareniti fini e marne grigie, serpentiniti e subordinatamente: diaspri, basalti, e graniti. Le brecce si presentano in spessore metrico a geometria lenticolare e sono intercalate da bancate marnose grigie e strati torbiditytici calcareo-marnosi caratterizzati dalla base grossolana identica come composizione alle brecce. Essa affiora molto estesamente a sud di Berceto.

3.2 Geomorfologia

L'attuale assetto geomorfologico dell'ambito territoriale del Comune di Berceto è il risultato dell'effetto combinato di alterne vicende climatiche di varia intensità, lente deformazioni tettoniche ed interventi antropici, che si sono imposti negli ultimi millenni ed hanno direttamente interagito sull'andamento morfologico del territorio.

Uno dei parametri geomorfologici più importanti nella modifica ed evoluzione del territorio è costituito dal diverso grado di morfoselezione presente, che risulta strettamente correlato con le litologie presenti e dipendente da altri fattori come clima, acclività, coperture boschive e arboree ecc...

La morfoselezione può essere definita come la tendenza dei terreni e delle rocce ad evolversi verso forme e strutture selettive sotto l'azione dei processi e degli agenti morfogenetici principali (acque superficiali e meteoriche, vento, gelo-disgelo, gravità, ecc.).

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	40 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

In questa ottica, la morfoselezione risulta correlata all'impedenza (capacità dei suoli di opporsi all'erosione operata dalle acque superficiali dilavanti) ed alla ritenzione idrica dei suoli (quantità di acque superficiali assorbita dai terreni superficiali), a loro volta condizionate dal tipo e grado di copertura vegetale esistente e dalla geologia e litologia del substrato; litofacies argillose o pelitiche offrono infatti una minore resistenza all'erosione rispetto a rocce arenacee o calcaree e, quindi, hanno meno possibilità di queste ultime di originare nel tempo forme selettive (picchi o rilievi rocciosi, scarpate strutturali, ecc.).


Tutti questi elementi condizionano in ultima analisi la stabilità idrogeologica dei versanti ed i tempi di corrivazione (velocità di ruscellamento delle acque superficiali verso valle) e quindi i tempi di formazione delle piene fluviali.

La bassa morfoselettività delle rocce pelitiche e di quelle argilloso-marnose in genere, è di norma abbinata ad una elevata e diffusa franosità, che col tempo si evolve verso morfologie più dolci e meno acclivi (ossia più stabili), che consentono, di conseguenza, una più agevole e conveniente utilizzazione antropica dei suoli e dei terreni.

Non a caso, infatti, le zone meno densamente antropizzate della fascia appenninica risultano quelle in cui affiorano le rocce maggiormente morfoselettive, ossia quelle che originano una morfologia impervia, con acclività e pendenze elevate e che comportano la formazione di suoli di ridotto spessore e produttività; su tali superfici, localizzate per lo più nelle zone di crinale, si sviluppano quindi boschi, cespugli e praterie.

Alla luce delle caratteristiche geologiche e litologiche principali delle rocce affioranti nel territorio comunale di Berceto, in grado di determinare un comportamento geomorfologico piuttosto omogeneo anche su grandi areali, è possibile individuare le 4 classi di morfoselezione seguenti:

- 1) Terreni con grado di morfoselezione da basso a molto basso: comprendono, di norma, le litofacies pelitiche (argillose) e marnoso-argillose, ma anche quelle in cui la fitta stratificazione o l'alternanza di litologie diverse o l'elevato grado di fratturazione delle stesse (tipo rocce argilloso-caotiche), portano ad evidenziare un comportamento poco resistente nei confronti dell'erosione e dell'alterazione morfologica. In tale classe possono ad esempio essere comprese le formazioni argillose quali le Argille a Palombini (APA), le Argille Varicolori di Cassio (AVV) ecc..
- 2) Terreni con grado di morfoselezione da basso a medio: sono composti da litologie con comportamento geomorfologico intermedio, in quanto costituiti da litofacies marnose, marnoso-argillose, marnoso-calcaree e marnoso-arenacee resistenti, ma condizionate negativamente dal grado di fratturazione della compagine rocciosa, o dalla costante presenza di livelli a bassa resistenza, che li rendono poco stabili o sufficientemente stabili. In tale classe possono essere considerate le formazioni costituite da fitte

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	41 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento


alternanze pelitico – arenacee come le Arenarie di Scabiazza o le brecce a matrice pelitica della Formazione di Casanova.

- 3) Terreni con grado di morfoselezione da medio ad alto: ricadono in questa classe le litofacies riferibili alle note sequenze flyschiodi e conglomeratiche, spesso intensamente fratturate, anche se porzioni di flysch particolarmente marnose possono far rientrare tali unità più tipicamente nella classe precedente. La stratificazione massiccia più o meno regolare di tali litofacies, porta alla formazione, o di rilievi selettivi tabulari (in condizioni geologico-strutturali particolari), o di picchi rocciosi e linee di crinale ben definite rispetto al territorio circostante. In tale classe vengono comprese le formazioni dei Flysch di M. Caio e Cassio.
- 4) Terreni con grado di morfoselezione da alto a molto alto: comprende alcune formazioni rocciose, perlopiù con affioramenti di ridotta estensione, la cui resistenza all'erosione risulta talmente evidente da costituire una peculiarità geomorfologica unica e tipicamente riconoscibile sul territorio. Le litofacies che presentano tali caratteristiche di morfoselezione, sono quelle ad alta resistenza e spiccata energia di rilievo e possono comprendere formazioni arenacee o conglomeratiche (es. Conglomerati dei Salti del Diavolo della Val Baganza).

In generale si può affermare che il territorio di Berceto è contraddistinto da una morfologia "giovane" caratterizzata da versanti più o meno acclivi, con incisioni vallive spesso pronunciate, dovute prevalentemente all'azione erosiva dei corsi d'acqua. Le forme di accumulo fluviale hanno estensione piuttosto ridotta (ad eccezione dei settori lungo l'alveo del F. Taro e T. Baganza). Molto più diffuse sono le forme di erosione fluviale, specialmente sulle sponde geologicamente instabili o costituite da depositi detritici o litologie "tenere" (argilliti, marne, formazioni flyschoidi ecc.). Spesso tali fenomeni sono la causa dell'innescarsi di movimenti franosi di neoformazione sui versanti o della riattivazione di vecchie frane quiescenti.

Risultano evidenti gli stretti legami esistenti tra l'aspetto morfologico ed i motivi stratigrafico – tettonici e le caratteristiche geomeccaniche delle rocce. Laddove predominano i litotipi arenacei e calcarei, il rilievo si presenta accidentato, con pendii ripidi che seguono quasi fedelmente l'inclinazione degli strati, quando disposti a franappoggio; mentre sono caratterizzati da una forte acclività con strati a reggipoggio. Al contrario dove affiorano i terreni prevalentemente marnoso – argillosi la morfologia assume caratteri attenuati ed un aspetto relativamente addolcito e si osservano frequentemente versanti interessati da diffusi e talora ampi fenomeni di dissesto.

In tale contesto, è chiaro che i fenomeni di gran lunga più significativi e diffusi nel territorio comunale bercetese, e che per i loro effetti hanno più rilevanti e significative

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	42 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

ricadute sul territorio stesso in modo specifico in un'analisi di MS, sono i fenomeni legati alla gravità.

Nel presente studio, per la definizione dei movimenti gravitativi che interessano le aree in esame, si è fatto riferimento, principalmente, alla Carta del Dissesto della Provincia di Parma, alla scala 1:10.000, che ne prevede l'identificazione e la classificazione sulla base dello stato di attività e della tipologia.

Più precisamente, sulla base dello stato di attività, si distinguono due classi principali:


- **frana attiva:** movimento gravitativo ritenuto attivo o riattivato (in un settore di corpo di frana quiescente) all'atto dell'indagine fotointerpretativa, ovvero rilevato o confermato da controllo sul terreno; l'attività può trovare conferma anche in dati documentali recenti (pubblicazioni, carte geologiche, relazioni tecniche, ecc.);
- **frana quiescente:** riguarda tutti i tipi di dissesto in cui è possibile desumere, da indizi di natura geomorfologica e considerazioni di evoluzione morfoclimatica del territorio appenninico, la temporanea inattività del corpo di frana e della scarpata principale ad essa connessa;

Quanto alla tipologia, esaminando la Carta del Dissesto della Provincia di Parma, che fa riferimento alla classificazione dei movimenti gravitativi di *Cruden & Varnes* (1996), e tenendo conto delle classi stabilite dagli ICMS, nel territorio in esame si sono distinte le seguenti frane:

- Scorrimento: classe in cui sono accorpati gli scivolamenti rotazionali e quelli traslazionali o planari
- Colata: che può essere di terra o di fango
- Complessa: data dalla combinazione di 2 o più movimenti di tipo semplice
- Non definita: indicata, altrimenti, come indeterminata (quando la tipologia di movimento non è chiara)


3.2.1 Le frane nel territorio comunale

Il territorio comunale di Berceto, con un'estensione pari a circa 131,50 kmq, presenta 51,10 kmq di superficie interessata da dissesti per un indice di franosità I.F. pari al 38,8% (sono esclusi i depositi di versante). Dall'analisi della cartografia del P.T.C.P. emerge come il paesaggio della montagna bercetese sia fortemente influenzata dalla presenza di fenomeni gravitativi: 11,44 kmq di frane attive, 32,47 kmq di frane quiescenti, 8,07 kmq di depositi di versante di genesi e messa in posto incerta, 5,29 kmq di scivolamenti in massa, 1,48 kmq di scivolamenti in blocco, 0,20 kmq di depositi detrici interpretabili come corpi di frane relitte, 0,20 kmq coinvolti in deformazioni gravitative

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	43 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

profonde di versante, 0,11 kmq di aree calanchive e sub-calanchive ed infine 0,3 kmq di depositi connessi a conoidi di deiezione legati alla dinamica torrentizia. Questi dati numerici mettono chiaramente in evidenza come l'evoluzione geomorfologica del paesaggio bercetese, attraverso movimenti gravitativi di dissesto, costituisca un fenomeno naturale intrinseco nella storia secolare di questa porzioni di territorio appenninico. Molti antichi borghi da secoli si sono sviluppati grazie ad un'apparente stabilità geomorfologica di accumuli detritici corrispondenti a grandi frane quiescenti. Come testimoniato da diverse attività di ricerca del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Parma, partner della Provincia nelle fasi iniziali di realizzazione della Carta del Dissesto, è possibile affermare che per molte frane del territorio parmense si hanno documentazioni storiche di movimento ad iniziare dal XVI sec. A partire da tale passato storico si è effettivamente registrato un deterioramento delle condizioni climatiche, noto in letteratura come Piccola Età Glaciale, che raggiunge la sua massima intensità nella seconda metà del secolo XIX e determina direttamente avanzate glaciali sulle Alpi e un generale incremento delle precipitazioni, sia nevose che piovose, sui versanti appenninici ed in pianura. Raramente si hanno notizie di attivazioni di frane antecedenti alla *Piccola Età Glaciale* nel territorio della Provincia, anche se nelle antiche cronache si riportano notizie di grandi eventi alluvionali a cui si associano movimenti gravitativi. Ad esempio la frana complessa di Signatico, nel Comune di Corniglio, viene citata nell'879 d.C. in un documento degli Archivi Vescovili di Parma come "... zona franosa..." e tale definizione si riferiva, con ogni probabilità, alla zona dissestata che coronava il vecchio paese disabitato. Anche per i territori della Val Baganza si ritrovano antiche cronache di movimenti gravitativi. Nelle frane e dissesti menzionati da Enrico Dall'Olio (1975), in *"Itinerari turistici della Provincia di Parma"*, presso Casaselvatica, nel 1547 una frana "...in località detta la Piazza, in otto giorni travolse 10 case e altre crollarono...".

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	44 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento




Fig. 19 – La Frana di “La Costa di Casaselvatica”, Comune di Berceto, Provincia di Parma (Foto Aerea Volo AGEA 2008).

Il dissesto citato da Dall'Olio, oggi noto come La Frana di “La Costa di Casaselvatica”, trova riscontro anche nel testo di Almagià, “*Studi geografici sulle frane in Italia*” (Mem. Soc. Geogr. Ital. XIII, Vol. 1, 1907), dove nella parte descrittiva delle frane della Val Baganza si legge: “*dirimpetto al centro abitato di Castellonchio è in continuo movimento (dall'ottobre 1840 in cui si dice avvenisse il distacco primitivo) la frana della Costa, che interrompe per oltre 400 m la recente strada per Calestano; nel 1870 si ebbero qui i più gravi movimenti*”. Sempre nelle cronache scritte da Almagià (1907) si ritrova notizia che presso Berceto una badia benedettina del XIII sec., fondata da Liutprando, fu abbandonata 120 anni dopo a causa di frane e che in località Castellonchio, era nota la Frana delle Macchie, attiva dal 1850 “*si allarga viepiù anno dopo anno e minaccia la statale*”.

Nel territorio comunale di Berceto sono state rilevate ben 544 frane attive (dato aggiornato al Dicembre 2007), di cui circa il 56% (estensione inferiore a 0,5 ha) rappresentato da piccoli smottamenti superficiali di terreno (soil slip), riconducibili molto probabilmente a problematiche di mancata o scorretta regimazione delle acque superficiali.

Il verificarsi di piogge intense e di breve durata (anche di poche ore) provoca l'innescio di questi tipi di fenomeni superficiali (profondità inferiore a 5 m) caratterizzati da un'ampia distribuzione areale. Per questi eventi di prima generazione gioca un ruolo

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	45 di 116


<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

fondamentale la rapida risposta interstiziale alle precipitazioni intense che caratterizza i terreni a permeabilità medio alta. Per i territori italiani, in letteratura, si riconosce che la soglia di precipitazione per ottenere l'innescò di frane superficiali è il 10-15% della precipitazione media annua, concentrata in uno o più raramente due giorni. In questo scenario assume molta importanza la quantità e la distribuzione oraria delle precipitazioni.

Tra le 544 frane attive sopra citate, circa il 8% presenta un'estensione superiore a 5 ha, tra cui si evidenzia come il 4% con estensione superiore a 10 ha. L'innescò di quest'ultima tipologia di frane, analogamente all'intero territorio provinciale, rappresenta fenomeni di riattivazione totale o parziale di movimenti quiescenti preesistenti, non trovando esclusivamente nelle relazioni fra intensità e durata delle precipitazioni un corretto approccio d'analisi delle cause predisponenti o d'innescò. In questo specifico caso entra in gioco l'influenza delle precipitazioni antecedenti su un periodo pluri-giornaliero più o meno lungo. Le piogge con intensità nella media stagionale, ma persistenti o distribuite con una certa frequenza ed intensità nell'arco di decine di giorni, possono determinare l'innescò di queste frane profonde. Variazioni climatiche e di piovosità, distribuite in periodi di diversi anni, regolano le fasi di attività e quiescenza di grandi frane profonde il cui piano di scivolamento può superare anche i 100 m. In questo caso assume importanza la previsione delle soglie che, se superate, possono portare all'innescò dei fenomeni di riattivazione. Il monitoraggio delle variazioni del livello di falda e delle pressioni interstiziali diventano i principali elementi di previsione. Le fluttuazioni della falda sono influenzate, in questi casi a lungo termine, dal regime pluviometrico per cui hanno un ruolo attivale precipitazioni cumulate su periodi molto lunghi. Per tali eventi, ad esempio, potrebbe essere importante lo studio delle precipitazioni cadute in tutto il periodo invernale. Nella Regione Emilia-Romagna è caratteristico, nel caso di frane con 15-25 m di profondità, che le condizioni tipiche di innescò siano costituite da piogge persistenti 15-20 giorni, ma in linea con la media stagionale, contenenti un evento di carattere eccezionale di breve durata (2-3 gg).

La tipologia di dissesto sopra descritta è ben rappresentata nel territorio comunale di Berceto da due importanti movimenti gravitativi: la Frana di "La Costa di Casaselvatica" e la grande riattivazione della Frana del "M.te Cervellino". La loro importanza non trova ragione solo ed esclusivamente nelle caratteristiche morfometriche ma anche nelle modalità di riattivazione e soprattutto nelle condizioni di rischio ad esso associate, quest'ultime ben rappresentative di altre potenziali situazioni di dissesto nei versanti del Comune di Berceto.


Nel primo caso (Frana di "La Costa di Casaselvatica") è stata messa in evidenza la stretta correlazione tra l'innescò di movimenti gravitativi e il verificarsi di situazioni di

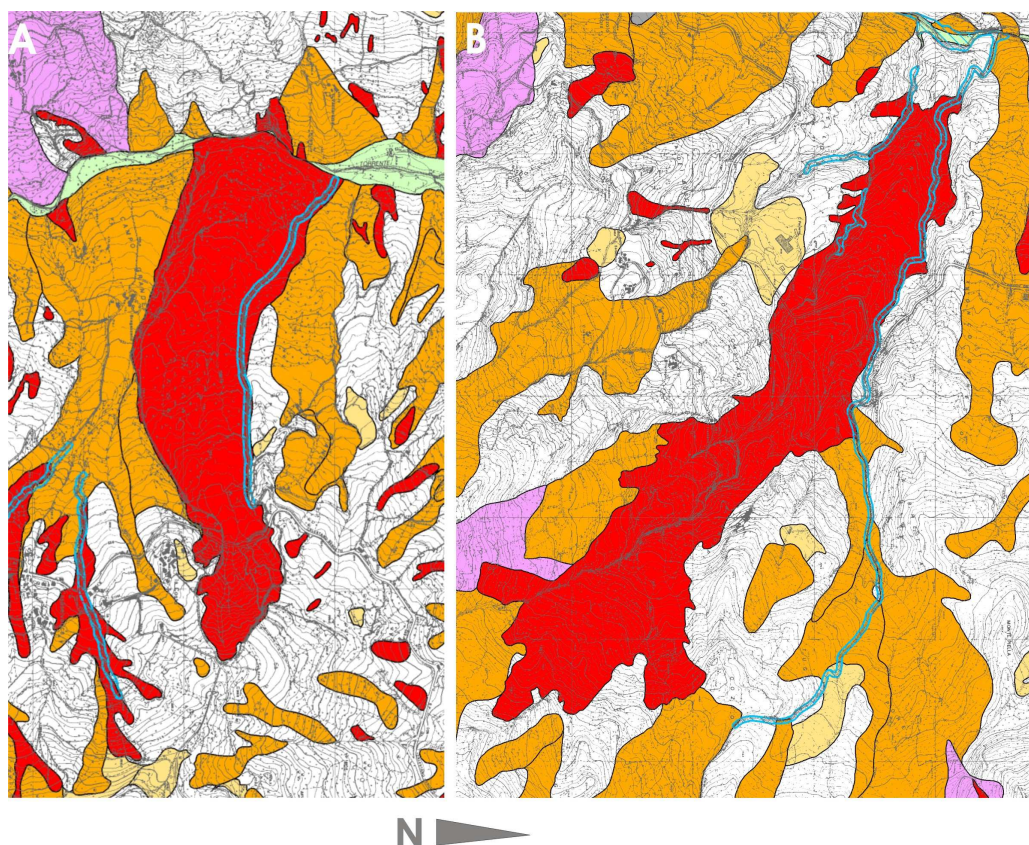
 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	46 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

rischio idraulico. Infatti nel caso citato l'accumulo del materiale franato ha determinato la pressoché completa ostruzione dei corsi d'acqua laterali causando la dispersione delle acque. Sul lato meridionale della frana, il Rio della Chiesa, completamente ostruito soprattutto a causa delle fluidificazioni, è tracimato sui campi esterni contigui alla frana, determinando un rischio idraulico per le case di Bragazzano, distante solo poche decine di metri dalla frana. Inoltre, successivamente all'insacco del movimento, il piede dell'accumulo di frana è avanzato sino ad invadere l'alveo del T. Baganza. A monte dell'ostruzione si è verificato un temporaneo, completo sbarramento del corso d'acqua, che ha causato la formazione di un invaso, di volume stimato in circa 20.000 mc, che ha tracimato lo sbarramento con un salto di qualche metro di altezza. La successiva erosione fluviale ha creato un'incisione creando una nuova nuova sezione di deflusso caratterizzata da una larghezza non superiore a 3-4 m, rispetto all'originaria sezione di circa 20 m (Larini et Alii, 2001). Nell'intero territorio regionale sono riconosciuti 43 casi di sbarramento fluviale. In circa la metà dei casi, l'ordine di grandezza dell'invaso conseguente allo sviluppo dell'evento gravitativo alla chiusura del fondovalle supera il milione di metri cubi.

Nel secondo caso (Frana del "M.te Cervellino") la riattivazione di una grande frana complessa, preso atto del grande divario di tempo sinora rilevato, quasi 2000 anni, tra l'ultima riattivazione conosciuta e quella attuale, impone la necessità di affrontare concretamente le problematiche connesse alla pianificazione e gestione territoriale. Tali situazioni suggeriscono, infatti, di adottare grande cautela nel considerare stabilizzate frane della stessa tipologia e dimensione, presenti nel territorio comunale di Berceto e frequenti nell'Appennino emiliano, e quindi di tenere conto della frequenza di riattivazione delle frane nelle fasi di programmazione e pianificazione territoriale e ancor più negli strumenti urbanistici comunali come il Piano Strutturale Comunale (Figura 9).


 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	47 di 116



**Fig.20 – A. Frana di “La Costa di Casaselvatica”; B. Frana del M.te Cervellino.
(Stralcio non in scala della Carta del Dissesto P.T.C.P. Del. C.P. n.134 del
21.12.07).**

La frana di “La Costa di Casaselvatica” è situata nella parte medio-alta della vallata del T. Baganza nel settore nord-orientale del territorio comunale. L’area è situata ad una decina di chilometri dal crinale appenninico (Passo della Cisa 1039 m, Monte Marmagna 1851 m. Monte Molinatico 1549 m), a sud del centro abitato di Ravarano, a poche centinaia di metri dalla località La Costa, da cui il dissesto prende il nome.

Come già precedentemente evidenziato, si tratta di un movimento noto da tempo (probabilmente dal XVI secolo), con attività intermittente e con tempi di riattivazione differenziati: nell’ area di corona i colamenti si verificano con frequenza annuale o stagionale, in corrispondenza dei periodi di più intense o continue precipitazioni. mentre nella zona di accumulo, che è soggetta agli sforzi dei materiali che colano da monte, si possono osservare periodi di quiescenza (o meglio, di attività assai scarsa o impercettibile), che possono durare molti anni o decine di anni prima che si verifichi una nuova rottura di equilibrio. Nel 1994, a seguito di significative precipitazioni, si riattivò l’intero corpo di frana e l’unghia, avanzando nel letto del T. Baganza, determinò la completa ostruzione dell’ alveo con la conseguente formazione di un piccolo bacino di sbarramento (LARINI *et Al*., 2001). Prima di questa importante riattivazione le cronache del

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	48 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO	Primo e secondo livello di approfondimento
Studio di microzonazione sismica	

quotidiano «Gazzetta di Parma» hanno dato notizie di periodi di attività della frana collegati essenzialmente a dissesti ed interruzioni della Calestano-Berceto negli anni 1926, 1958 e 1964-65, sempre in occasioni di significative precipitazioni o nevicate.

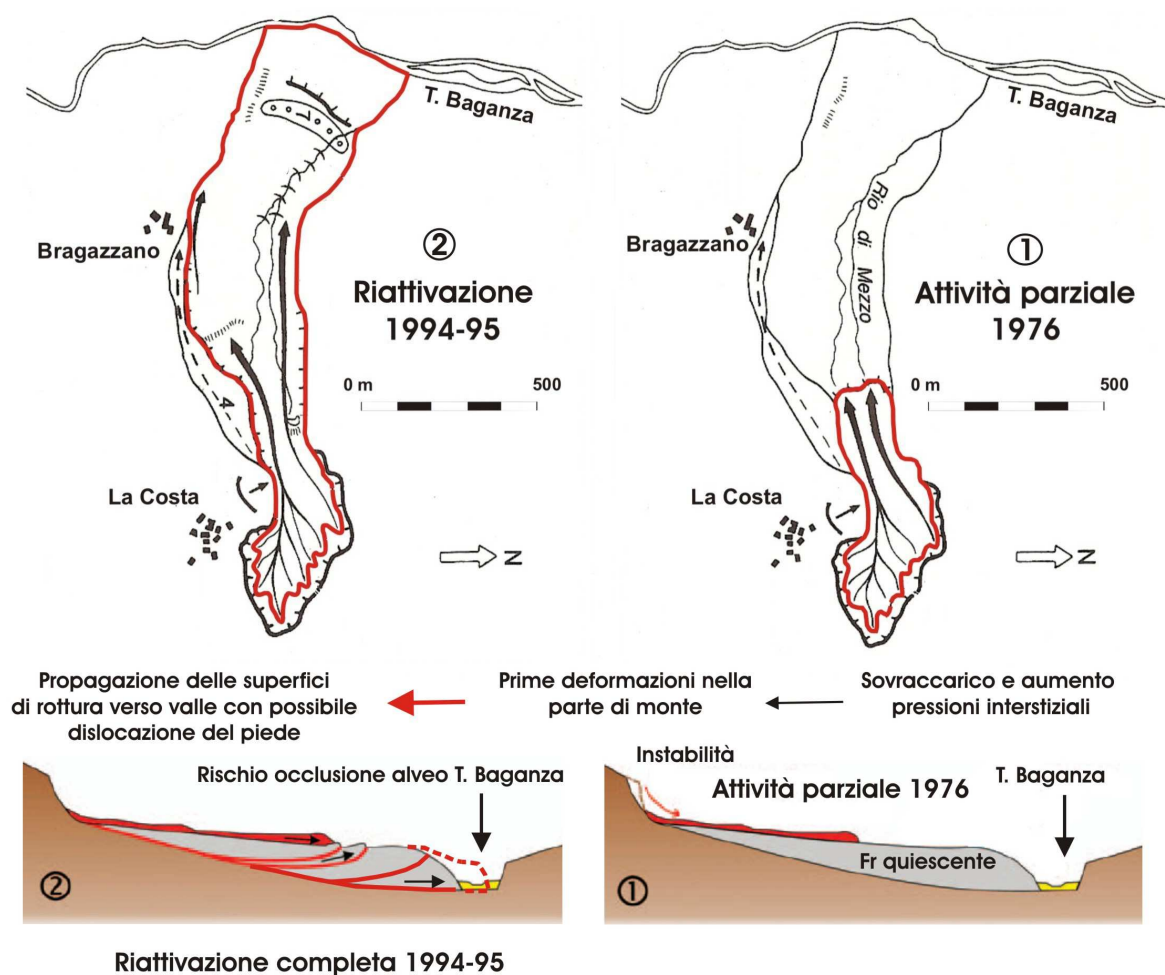



Fig. 21 – Confronto tra la situazione di attività parziale del 1976 e l'importante riattivazione del 1994-1995 (modificato da Larini et Alii, 2001).

Come si evince dalla cartografia del dissesto provinciale nell'area dissestata è possibile individuare due settori caratterizzati da frane che si originano da diverse porzioni del versante occidentale di M. Scarabello: la frana di «La Costa» (riattivata) e la frana di La Piazza e Casaselvatica. L'accumulo principale di quest'ultimo movimento è classificato quiescente dal P.T.C.P. e solo in alcuni punti dei due rami di alimentazione, posti a monte dell'abitato di Bragazzano, si distinguono modesti movimenti attivi.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	49 di 116


<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Frana di "La Costa di Casaselvatica" (Berceto, Parma)	
<u>Localizzazione topografica dell'area di studio:</u> C.T.R. Regione Emilia-Romagna, scala 1 : 10.000: sezione n° 217010 (Ravarano) e n° 217050 (Fugazzolo)	
<u>Coordinate geografiche del corpo di frana:</u> latitudine 44° 03' 18" N; longitudine 10° 03' 11" E latitudine 44° 03' 14" N; longitudine 10° 03' 11" E	
<u>Bacino idrografico:</u>	Torrente Parma
<u>Sottobacini:</u>	Torrente Baganza
<u>Morfometria della frana:</u> pendenza media del corpo di frana: 6° ÷ 18° dislivello: 330 m quota del coronamento: 940 m quota della scarpata principale: 930 m quota del piede: 610 m lunghezza massima: 1800 m dal coronamento larghezza massima: 380 m profondità media: 3-4 ÷ 55 m superficie dell'area in frana: 50 . 10 ⁴ m ² volume presunto: 240 . 10 ⁵ m ³	
<u>Classificazione della frana:</u> (secondo CRUDEN & VARNES, 1996) Stato di attività: colate: attive; accumulo: intermittente; Distribuzione di attività: Frana in avanzamento; frana retrogressiva; Stile di attività: Frana complessa; Tipo di frana: colamenti di terra sovrapposti a scivolamenti rototraslativi.	

Fig. 22 – Caratteristiche morfometriche della frana di “La Costa di Casaselvatica” (modificato da Larini et Alì, 2001).

La frana di «La Costa» trova continua alimentazione nel materiale argillitico proveniente dalle formazione geologica delle APA (Argille a Palombini) della media Val Taro in cui si sviluppa la scarpata principale, caratterizzata da forte erosione con lo sviluppo di intensi processi di dilavamento e posta a monte del tracciato della strada provinciale Calestano-Berceto. Nell'area di coronamento, in ragione dell'intenso dilavamento e della conseguente fluidificazione del materiale di frana, si sviluppano fenomeni di colata, soprattutto in occasione di eventi meteorici intensi e prolungate. Tali colate, di spessore limitato (0-5 m), si sviluppano sfruttando l'elevata acclività e sovrapponendosi l'una nell'altra concorrono ad alimentare la massa principale posta a valle del tracciato stradale. Quest'ultima si caratterizza di una profondità di scorrimento, ricostruita sulla base di rilievi geofisici, da 30 fino a 50 m ed oltre.

La riattivazione in massa della parte basale del corpo di frana, come già osservato in numerosi casi di dissesti di questo tipo, avviene per effetto del sovraccarico delle colate superficiali e di elevati valori piezometrici, conseguenti a precipitazioni intense e prolungate, secondo superfici di rottura rototraslative. Durante la fase di riattivazione, si

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	50 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento


formano depressioni con sviluppo longitudinale e trasversale rispetto alla direzione di movimento e corrispondenti, evidentemente, a strutture (trincee) di tipo estensivo. La superficie principale, planare e di raccordo alle diverse superfici rototraslative, che emerge al piede di frana lungo l'alveo del T. Baganza, presenta una profondità di 55 m ed inclinazione inferiore agli 8° (LARINI *et Al*., 2001).

Tra le possibili cause di riattivazione del dissesto appare chiaro come le precipitazioni prolungate e di forte intensità giochino un ruolo determinante, come causa «a breve termine» e ripetitiva, nel frequente sviluppo di fenomeni di colata nella corona di frana posta a monte della viabilità provinciale Calestano-Berceto. A seguito di prolungati periodi caratterizzati da piovosità particolarmente significativa, il sovraccarico esercitato dalla discesa delle colate superficiali, connesse alla progressiva destabilizzazione dell'area di coronamento, sui settori sottostanti dell'accumulo quiescente posto a valle, congiuntamente alla presenza di elevati livelli piezometrici che ne incrementano lo stato tensionale riducendo la resistenza al taglio dell'ammasso detrito, possono determinare la riattivazione dell'intero corpo di frana.

La pericolosità geomorfologica associata all'evoluzione della frana interagisce sia con la dinamica naturale del T. Baganza sia con elementi antropici quali i nuclei abitati di La Costa e Bragazzano nonché la S.P. precedentemente citata. La riattivazione in massa del 1994 ha dimostrato come il rischio idraulico, connesso all'ostruzione dell'alveo del T. Baganza e del Rio Chiesa prossimo all'abitato di Bragazzano, possa essere mitigato attraverso il presidio e l'utilizzo di mezzi meccanici in contemporanea all'evoluzione del dissesto. Il rischio connesso ad un diretto coinvolgimento dell'abitato di La Costa, nel breve termine, sembra essere uno scenario a tutt'oggi non verificabile. Tuttavia, a lungo termine, il margine settentrionale del centro abitato potrebbe essere interessato dal progressivo arretramento nel lato sud della corona di frana ed eventualmente da una piccola frana a sud delle bancate di brecce ofiolitiche. Il confronto tra due differenti rilievi del 1976 e del 1995, ha evidenziato che in un intervallo di tempo di una ventina d'anni si è verificato un arretramento di qualche metro della scarpata, il cui margine dista attualmente circa 25 m dall'abitato (LARINI *et Al*., 2001).

Il rischio connesso ai fenomeni di colata nell'area di coronamento, caratterizzati da brevi tempi di ritorno, che interessano la viabilità costituiscono un problema non sottovalutabile sia sotto il profilo economico, in termini di costi di manutenzione o ripristino della viabilità, sia in termini di disagio connesso alle continue interruzioni del transito.

Tra i diversi movimenti gravitativi, presenti nel territorio comunale di Berceto, che meglio mettono in evidenza le relazioni tra pianificazione territoriale e ricorrenza dei fenomeni franosi, importante anche ai fini della microzonazione sismica, si pone

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	51 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento


certamente in evidenza, la grande riattivazione della Frana del “M.te Cervellino” localizzata in Val Baganza tra le frazioni bercetesi di Casaselvatica e Fugazzolo sotto le pendici occidentali di M. Cervellino, rilievo posto sullo spartiacque fra Val Baganza e Val Parma.



Fig. 23 – La frana del Monte Cervellino (Montanarini, Tesi di Laurea A.A. 2002-03, inedita)

La frana ha una lunghezza di circa 3.200 m ed una larghezza media (calcolata su più sezioni trasversali) di 370 m; essa si sviluppa a partire da una zona di coronamento centrale, ubicata sotto la scarpata di M. Cervellino a quota 1270 m, e da una laterale, presso lo sprone roccioso del Cozzo. I due corpi si congiungono spingendo il piede della zona di accumulo, a quota 690 m, in prossimità del T. Baganza. Il corpo di frana occupa un'area di $1,26 \cdot 10^6$ mq del versante NO di M. Cervellino, ubicata, nel settore più a monte, lungo il corso del Rio della Riva del Grei e, in quello più a valle, tra il Rio della Pradella, a sinistra, e il Torrente Arsiso, a destra.

La riattivazione della frana di M. Cervellino ha inizio a metà novembre 2000, dopo un periodo caratterizzato da intense precipitazioni con quasi 900 mm di pioggia registrati dalla stazione pluviometrica di Marra dal 12 ottobre al 14 novembre, giorno in cui si innesca il movimento.


 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	52 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Frana di M. Cervellino (Berceto, Parma)	
<u>Localizzazione topografica dell'area di studio:</u> C.T.R. Regione Emilia-Romagna, scala 1 : 10.000: sezione n° 217050 (Fugazzolo)	
<u>Coordinate geografiche del corpo di frana:</u> latitudine 44° 31' 24" N; longitudine 10° 03' 30" E	
<u>Bacino idrografico</u>	Torrente Baganza
<u>Sottobacini:</u>	Torrente Arsiso - Rio della Pradella
<u>Morfometria della frana:</u> pendenza media del corpo di frana: 10° dislivello: 590 m quota del coronamento: 1270 m quota del piede: 690 m lunghezza massima: 3200 m larghezza massima: 480 m larghezza minima: 270 m profondità media: 40 m superficie dell'area in frana: 1,26 . 106 m2 volume presunto: 50 . 106 m3	
<u>Classificazione della frana:</u> (secondo CRUDEN & VARNES, 1996) Movimento gravitativo complesso e composito (complex and composite landslide), riattivato, costituito da scivolamenti rotazionali e roto-traslativi profondi (rotational e rotational-translational deep slides) e colate di terra superficiali (earth flow).	

Fig. 24 – Caratteristiche morfometriche e classificazione della frana del Monte Cervellino.

Pur di dimensioni e di volume ragguardevoli, la frana del Monte Cervellino non è tra i più grandi litosomi franosi cartografati nel territorio parmense (ad esempio, la vicina frana di Braia sul versante opposto di M. Cervellino ha dimensioni quasi doppie), ma si inserisce tra i movimenti gravitativi di dimensioni medio-grandi (Garberi et Alti, 1999).

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	53 di 116

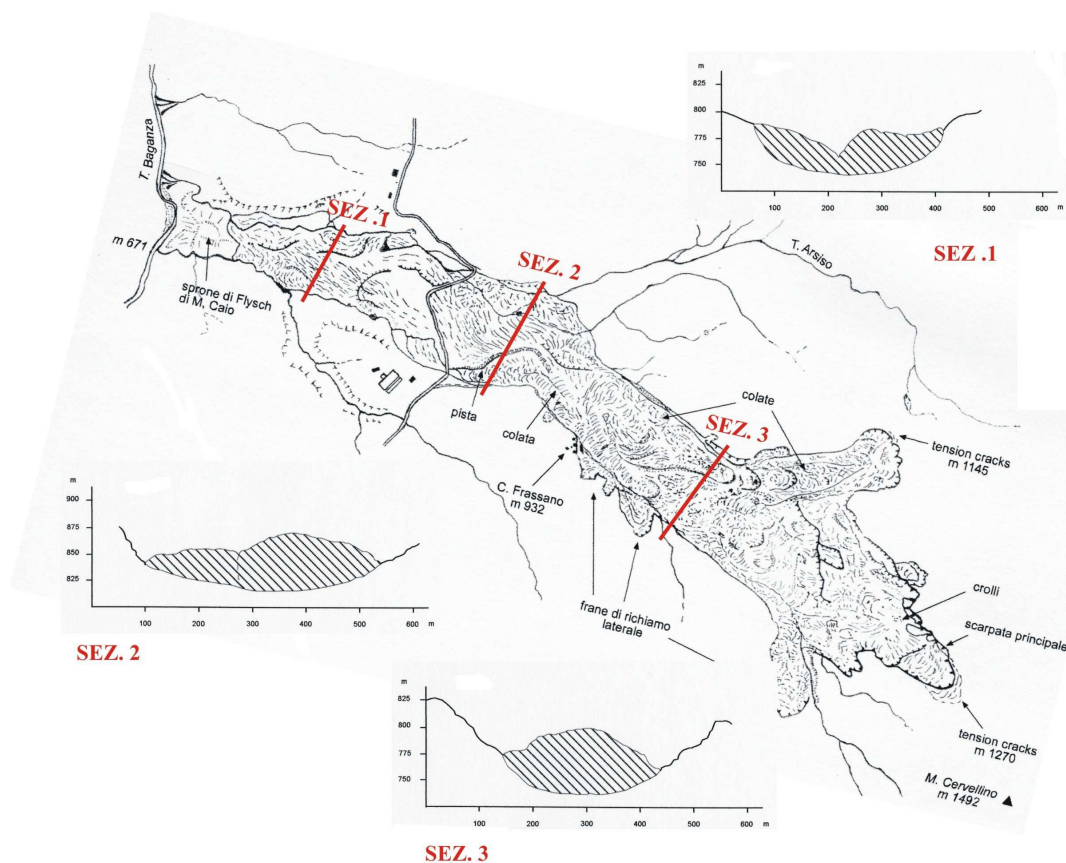



Fig. 25 – Morfologia superficiale e indicazione delle principali tipologie di movimento, sezioni del corpo di frana e ripresa aerea del movimento franoso (Satellite Quick Bird 2002-2004 RER)


 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	54 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Si tratta di una delle tante frane del versante padano dell'Appennino Settentrionale definite quiescenti per la loro attività intermittente che, nella maggior parte dei casi, è caratterizzata da periodi di inattività secolari o plurisecolari.

In base allo stato di attività si deve, quindi, includere tra le frane riattivate (WP/WPLI, 1994; Canuti & Esu, 1995; Cruden & Varnes, 1996), per il suo carattere intermittente. Per quanto riguarda lo stile di attività può essere classificata come un movimento gravitativo complesso, poiché coesistono più tipologie di movimento, e composito, poiché le differenti tipologie di movimento avvengono simultaneamente in aree differenti della massa di frana (Cruden & Varnes, 1996). La distribuzione dell'attività è differente nei vari settori: frana retrogressiva, sia nella parte alta che nella corona di Case Cozzo, e frana in allargamento, sui fianchi laterali, nella parte mediana in prossimità della strada provinciale, per effetto dell'opposizione del Flysch di M. Caio sul quale poggia il fronte della frana.

I primi movimenti di riattivazione si verificano nell'area di coronamento con grandi scivolamenti rotazionali e rototraslativi; il materiale coinvolto subisce un rapido decadimento delle proprietà meccaniche, si satura d'acqua e dà luogo a colate relativamente veloci rispetto alle altre parti della frana. Le colate, sovrapponendosi all'accumulo basale, provocano un caso di sovraccarico non drenato (Hutchinson & Bhandari, 1971), che causa un improvviso aumento delle pressioni interstiziali e la conseguente riattivazione complessiva dell'intero corpo di frana sino al suo piede. Le caratteristiche dinamiche della frana sono ben riflesse nella morfologia superficiale, il cui stato deformativo è sintetizzato in Fig.25. Nella zona di corona si hanno regressioni progressive verso monte, mentre subito al di sotto della scarpata principale la tipologia di movimento è molto complessa con scivolamenti planari di detrito su strato, crolli e movimenti traslazionali. Le colate compaiono già nella parte alta per divenire poi predominanti nella parte mediana, sovrapponendosi al materiale traslato più in profondità, fino circa all'altezza della strada provinciale, dove il materiale in accumulo spinge sui fianchi tendendo ad allargare il corpo di frana lateralmente. Lo spostamento minore si verifica nella parte inferiore, con un movimento di tipo traslatorio profondo che si manifesta in superficie con evidenti deformazioni. Lungo i fianchi della massa in movimento si instaurano, a causa dell'asportazione di materiale alla base, numerose frane di richiamo laterale di tipo rotazionale con colate di detrito. Le tipologie di movimento e le deformazioni superficiali verificatesi lungo il corpo di frana indicano un approfondimento del piano di scivolamento dalla zona di corona, al di sotto della quale affiora il substrato in giacitura a franappoggio, fino al piede, dove si verificano i movimenti traslazionali più profondi. La mancanza di dati geognostici non permette una conoscenza precisa del piano di scollamento, tuttavia è possibile ipotizzare una profondità del piano di

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	55 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento


taglio di 20-30 metri, nella parte medio-alta, di 40-50 metri, nella zona in allargamento presso la statale e di 50-60 m nella parte inferiore del corpo di frana. Lo sprone roccioso di Flysch di M. Caio al piede del litosoma franoso arresta il movimento a soli duecento metri dal T. Baganza, evitando il pericolo connesso alla formazione di un lago di sbarramento come nel caso della frana di “La Costa di Casaselvatica”.

Per quanto concerne le precedenti riattivazioni, ricerche storiche effettuate dal Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università di Parma (Responsabile prof. Claudio Tellini) nell’archivio del Comune di Berceto e presso la Canonica di Casaselvatica al fine di rintracciare eventuali documentazioni di passati eventi franosi, hanno avuto esito negativo. Anche nel lavoro di Almagià in precedenza citato (1907), importante studio storico sulle frane d’Italia, in cui sono descritte, fra le altre, quella della Costa di Casaselvatica e la Lama di Corniglio, non si fa cenno alla frana di M. Cervellino.

Alla luce delle considerazioni sin ora sviluppate emerge un quadro conoscitivo, relativo alla franosità del Comune di Berceto, in cui il controllo dei fenomeni franosi risulta fortemente condizionato dalle caratteristiche climatiche attuali, tipiche del settore appenninico in cui Berceto è inserito, nonché da quelle del passato riferibili al tardo Pleistocene (c.a. 125.000-10000 anni). Oltre a tali condizionamenti l’innescò dei fenomeni franosi è strettamente correlato alle caratteristiche litologiche e meccaniche delle formazioni geologiche presenti nel territorio.

3.2.2 Frane e litologia

Le formazioni geologiche, che caratterizzano il paesaggio dell’alto e medio Appennino Emiliano nonché il territorio del Comune di Berceto, sono costituite, come già anticipato, prevalentemente da Flysch, sia di natura calcarea che arenacea, Mèlanges caotici e da altri litotipi con componente argillitica sempre molto abbondante o prevalente. Queste formazioni per le loro caratteristiche litologiche e per i processi di degradazione meteorica a cui nel passato e nelle condizioni attuali sono state esposte, risulta per buona parte ricoperte da depositi di versante di vario genere (detriti di falda, materiali colluviali e corpi detritici di frana con diverse dimensioni). La quasi totalità delle formazioni geologiche, presenti nel settore appenninico in cui si sviluppa il territorio del Comune di Berceto, può essere classificata, secondo metodi consolidati nella letteratura scientifica (Bieniawski, 1989 e Esu, 1977), come “rocce deboli, litologicamente e/o strutturalmente complesse”. Proprio la complessità degli ammassi rocciosi, spesso determinata anche da influenze di natura strutturale, combinata con le differenti caratteristiche idrogeologiche delle coltri detritiche sovrastanti rende caratteristico l’indice di franosità calcolato per ogni formazione geologica rilevata.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	56 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

In tal senso, utilizzando i dati presenti nella Banca dati della Carta Geologica in scala 1:10000 della Regione Emilia-Romagna, è stato possibile individuare quale substrato geologico, appartenente alle diverse formazioni rilevate, sia maggiormente interessato dall'innesco di fenomeni franosi nel Comune.

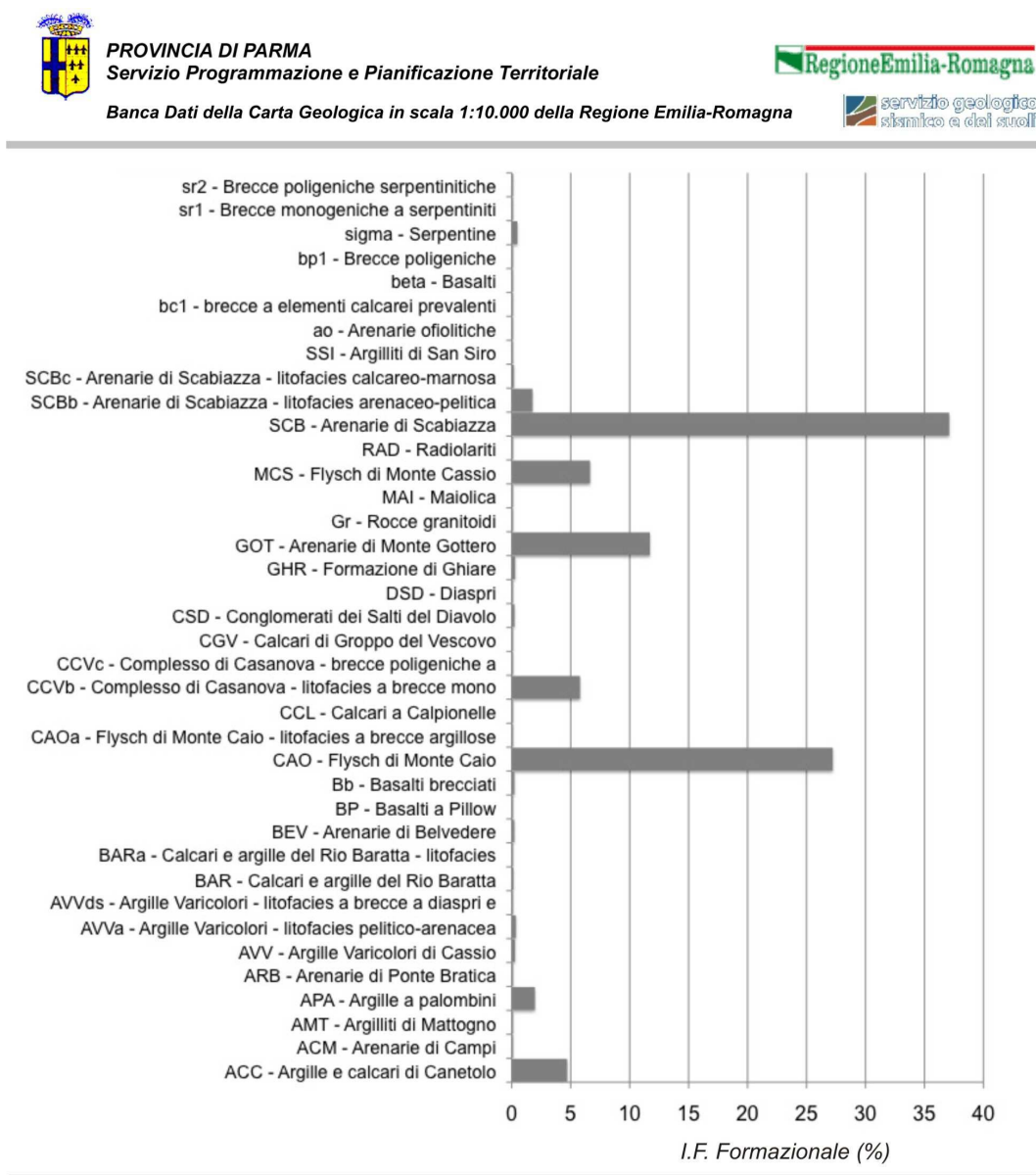



Fig. 26 – Indice di franosità per formazione geologica cartografata nel territorio del Comune di Berceto (Banca dati della Carta Geologica in scala 1:10000 della Regione Emilia-Romagna).

Nello specifico si rileva come i litotipi appartenenti alla formazione delle Arenarie di Scabiazza risultino essere quelli maggiormente interessati da fenomeni franosi. La formazione si compone di torbiditi arenaceo-pelitiche e pelitico-arenacee con arenarie litiche grigio-nocciola, grigio-scure o grigio-verdastre, fini e medie in strati sottili e medi

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	57 di 116


<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

regolarmente alternate a peliti grigie o verdastre o marne siltose debolmente marnose. Nella struttura si intercalano talora marne grigio chiare a base arenacea fine e molto fine in strati da molto sottili a spessi (rapporto A/P da <1 a >1), conglomerati e calciliti in strati spessi. Possono essere presenti marne siltose grigie in strati molto spessi con base arenitica e conglomeratica fine ad elementi sedimentari. Localmente viene distinta una litofacies a brecce argillose (SCBa) costituita da brecce a blocchi di calcari grigio-verdini e biancastri e lembi eterometrici di marne grigio-giallastre, inglobati in matrice argillitica nera e verdastra, di potenza variabile da pochi metri a 50 m circa; una litofacies arenaceo-pelitica (SCBb); una litofacies calcareo-marnosa (SCBc) caratterizzata da strati molto spessi di marna siltosa grigio chiara a base arenacea grossolana e strati medi e spessi caratterizzati da basi ruditiche biancastre ad elementi di micriti e radiolariti, e da un tetto marnoso-calcareo; una litofacies conglomeratica (SCBd); una litofacies argillitica (SCBp) con siltiti nerastre passanti ad argille siltose rosso vinato e localmente lenti di brecce ad elevato tenore in clorite. Sedimentazione torbidityca di ambiente marino profondo. Potenza geometrica affiorante può raggiungere 700 metri (Cenomaniano – Santoniano).

Analizzando il valore dell'Indice di Franosità sopra calcolato, si rileva come anche il substrato caratterizzato dalla formazione del Flysch di Monte Caio (CAO) risulti fortemente interessata da fenomeni franosi. Questo dato è stato già precedentemente evidenziato nell'analisi delle caratteristiche della riattivazione della Frana del M.te Cervellino. La formazione si compone dell'alternanza di torbiditi calcareo-marnose, grigio-scuere, in strati da medi a molto spessi con una base arenitica media o fine passante a marna. Nelle successione si intercalano localmente (Flysch di Testanello Auctt.) areniti grigio-nocciola da fini a grossolane passanti a marne siltose, in strati da medi a spessi e strati spessi di brecce monogeniche ad elementi calcareo-marnosi. La formazione ha uno spessore variabile di alcune centinaia di metri (Campaniano sup. – Maastrichtiano).

In accordo con studi a livello regionale eseguiti dal SGSS della RER (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna) si rileva come anche per il territorio del Comune di Berceto l'Indice di Franosità appare strettamente correlato alle condizioni di omogeneità e tettonizzazione degli ammassi rocciosi.

La franosità relativamente minore si verifica in formazioni che presentano condizioni strutturali e giaciture poco complesse e buona omogeneità stratigrafica. Al contrario l'I.F. maggiore si verifica nei litotipi rappresentanti in prevalenza unità cretacee liguri e subliguri, severamente piegate e dislocate per successive fasi deformative. Operata questa importante suddivisione, in ragione del valore dell'Indice di Franosità calcolato per formazione geologica, è possibile effettuare un'ulteriore suddivisione, in

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	58 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

accordo con le caratteristiche generali della franosità in Emilia-Romagna, sulla base delle diverse tipologie di movimento gravitativo.

Gli scivolamenti, in accordo con le caratteristiche litologiche e litotecniche del territorio appenninico, risultano essere maggiormente presenti in contesti territoriali dominati da alternanze tra rocce lapidee (arenarie e calcareniti in prevalenza) e peliti o peliti marnose, conseguenti alla origine torbidaica di gran parte delle unità geologiche dell'Appennino settentrionale. I fenomeni di colata, a cinematica lenta, si impostano prevalentemente sulle litologie prevalentemente argillose, affioranti nella parte medio bassa dell'appennino emiliano (prevalentemente appartenenti ai Domini liguri e subliguri). I movimenti complessi risultano particolarmente frequenti nel medio Appennino in corrispondenza dei Flysch liguri, caratterizzati da numerose e grandi frane profonde impostate su alternanze arenitico-pelitiche frequentemente fratturate e favorevoli allo sviluppo di frane costituite da associazione tra scivolamento rotazionale (nella area prossima al coronamento) e colamento lento come nei casi precedentemente descritti e riferiti al territorio comunale di Berceto.


3.2.3 Le condizioni di instabilità geomorfologica del Capoluogo

Ai fini della microzonazione sismica del Capoluogo risulta necessario evidenziare come la cartografia del dissesto provinciale (P.T.C.P.) evidenzia la presenza di diversi fenomeni gravitativi di versante e di diffuse forme superficiali di dissesto che interessano direttamente l'abitato di Berceto.

L'interpretazione espressa nel P.T.C.P., condivisa tra i tecnici della Provincia e del Servizio Geologico della Regione Emilia Romagna, supportata da dati e ricerche del GNDC-CNR, ha portato alla perimetrazione del centro del capoluogo bercetese come "area a pericolosità geomorfologica elevata", in pieno accordo con l'inserimento del territorio di Berceto nell'elenco dei comuni a rischio del P.A.I. redatto dall'Autorità di Bacino (DPCM 24/05/2001) con l'attribuzione di una classe di rischio elevato R3 (L. 267/1998).

I fenomeni in tale area rappresentano l'evoluzione morfologica complessa di un versante dominata da due dinamiche gravitative differenti: una profonda, interessante l'intero versante, e una superficiale, caratterizzata da un grado di pericolosità maggiore e quindi connessa a limitazioni d'uso del territorio maggiormente cautelative, che rende problematica la gestione dello sviluppo urbanistico del paese.

L'attività di ricerca sopra indicata ha portato all'individuazione nell'area oggetto di studio di quattro settori caratterizzati da differenti morfologie, verosimilmente connesse all'evoluzione di processi geomorfologici diversi (VESCOVI, 2007 *nota scritta non pubblicata*).

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	59 di 116

Nel dettaglio si evidenziano:

SETTORE A: il substrato geologico risulta intensamente fratturato e scomposto in blocchi, soprattutto lungo le direzioni SW-NE e N-S. Nel corso degli ultimi 10.000 anni sarebbero stati possibili processi gravitativi di espansione laterale responsabili di un generalizzato stato di detensionamento con conseguenti locali estensioni, normali alla direzione del versante stesso. La presenza di numerose scarpate strutturali attive a direzione meridiana, connesse al processo sopra descritto, avrebbe favorito il progressivo sviluppo di dinamiche superficiali di scorrimento lungo discontinuità presenti nel sottosuolo. In condizioni di aumento dei livelli piezometrici e della pressione interstiziale risulta possibile l'attivazione di scorrimenti sia alla base di coltri detritiche, che ricoprono gli orli di scarpata strutturale, sia nel substrato, lungo le superfici di faglia o frattura delimitanti diversi blocchi rocciosi (Fig.27).

SETTORE B: sul versante sinistro del Rio Cugno, lo scalzamento erosivo del corso d'acqua risulta responsabile di diversi scivolamenti rotazionali che risultano attivi e coinvolgono blocchi decametrici di roccia. Diverse porzioni rocciose del versante risultano ribassate per gravità lungo una grande scarpata di frana quiescente, posta al margine occidentale del settore individuato. Tale fenomeno ha modellato il paesaggio generando nel versante diverse contropendenze e mostrando segni di ripresa dell'attività gravitativa.

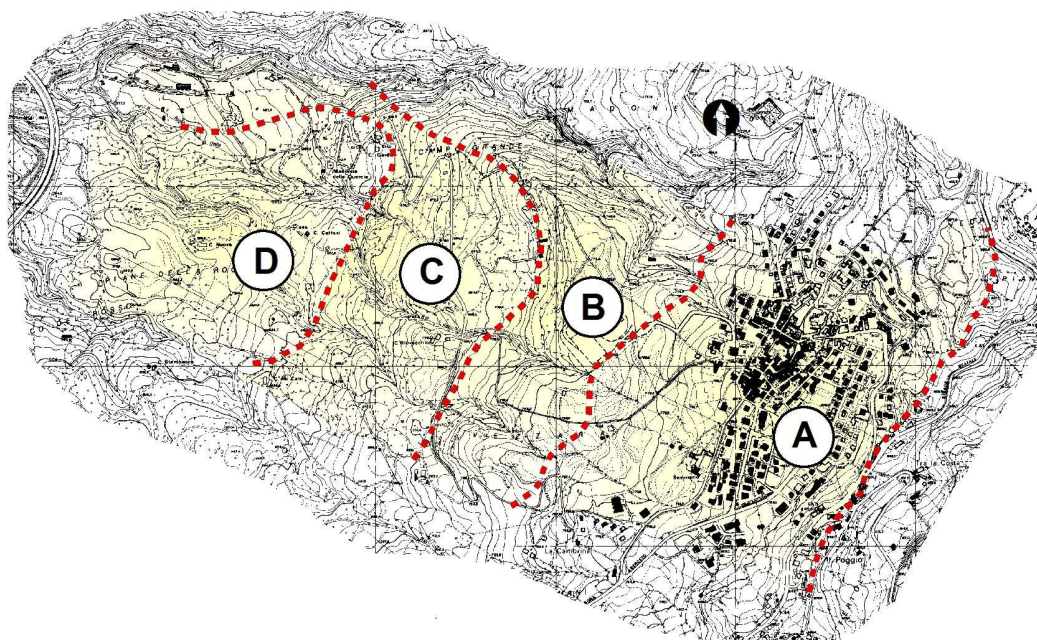


Fig.27 – Settori dell'area di studio caratterizzati da differenti morfologie ed evoluzione di processi geomorfologici diversi (ridisegnato da Vescovi, 2007 nota scritta non pubblicata).

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

SETTORE C-D: lungo il versante sinistro del Rio delle Vigne di Berceto possono essersi verificati scivolamenti in blocco del substrato geologico. Queste frane in roccia, ora quiescenti, possono aver sfruttato le giaciture favorevoli e la presenza delle faglie a direzione circa NS (zona a nord di Madonna della Quercia). Nel dettaglio tutta la zona tra C.se dei Cani, C.se Riovecchio e C.se Gardini può essere considerata una frana quiescente complessa che coinvolge blocchi eterometrici di roccia ed estese coperture detritiche quaternarie. Nella porzione di versante prossima al T. Manubiola si sviluppano dinamiche gravitative, con cinematiche molto lente a carattere roto-traslattivo e complesso poste a notevole profondità, che coinvolgono sia le coperture detritiche quaternarie sia il substrato roccioso. Al contatto tra questi due elementi possono attivarsi superfici di scorrimento.

3.3 Caratteristiche geomeccaniche delle rocce affioranti

Vengono di seguito descritti i caratteri geomeccanici delle formazioni affioranti nell'area di studio.

Le formazioni vengono classificate in base alla suddivisione proposta dall'A.G.I. (1979), dove le formazioni strutturalmente complesse vengono suddivise in due grandi gruppi, uno formato da materiali litologicamente omogenei (A), l'altro comprendente le formazioni costituite da almeno due componenti con caratteristiche meccaniche diverse (B). Nei due gruppi possiamo distinguere i seguenti tipi di terreni:

A1: argilliti e scisti argillosi stratificati, con o senza fissilità, più o meno fessurati e/o con joint;

A2: argilliti e scisti argillosi con piani di taglio e/o fratture;


B1: sequenze ordinate di strati di rocce competenti (α) e di argilliti o scisti argillosi (β), variamente fessurati e/o con joint;

B2: sequenze disordinate di strati di rocce competenti (α) e di argilliti o scisti argillosi (β), molto fessurati e con joint;

B3: ammassi caotici di argilliti e inclusi litoidi.

Le **Argille a palombini di Monte Rizzone** e le **Argille a palombini** presenti nelle **Argille a blocchi del complesso di Casanova** appartengono alla classe B1 β (A.G.I., 1979), dove non hanno subito una tettonica spinta, e B2 β o addirittura B3 (A.G.I., 1979) dove la tettonica è stata più intensa. Entrambe le formazioni sono caratterizzate da un comportamento plastico e la stabilità dipende dalle proprietà geotecniche della frazione pelitica in esse presente.

Le **Arenarie di Scabiazza**, seguendo la classificazione A.G.I. (1979), e data la loro notevole varietà di facies, vengono suddivise nelle classi B1 α e B2 α . In particolare appartengono alla classe B1 α la litozona arenaceo-pelitica, caratterizzata da una

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	61 di 116


<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

maggiore quantità di componente arenacea rispetto a quella pelitica, e la litozona marnoso-arenacea, caratterizzata da una maggiore presenza di carbonato di calcio. Appartiene invece alla classe B2 α la litozona pelitico-arenacea, dove la componente pelitica prevale su quella arenacea e presenta uno stile deformativo molto accentuato. Il suo comportamento è essenzialmente rigido-plastico. La stabilità della formazione dipende essenzialmente dalle caratteristiche delle discontinuità (giacitura, ampiezza, frequenza, riempimento, ecc.) siano esse primarie o acquisite; inoltre, se la giacitura degli strati è a franapoggio, la stabilità dipende essenzialmente dalle caratteristiche geotecniche dei livelli argillosi sovraconsolidati che in essa si ritrovano.

Le **Argille a blocchi del complesso di Casanova** appartengono alla classe B3 (A.G.I., 1979). Il comportamento di questa formazione è essenzialmente plastico e le sue caratteristiche geomeccaniche dipendono essenzialmente dalle caratteristiche geotecniche della frazione pelitica che costituisce sempre una quantità superiore del 60% (Tagliavini et al., 2002).

Le **Serpentiniti** e i **Basalti a pillows**, presenti nel complesso di Casanova, devono la loro stabilità alle caratteristiche delle discontinuità primarie o acquisite; inoltre è bene ricordare che le fratture esistenti possono allargarsi per alterazione chimica o degradazione fisica. Molto spesso lungo i piani di discontinuità si può osservare un accumulo di minerali argillosi, prodotto residuo dell'alterazione, che se presente in notevole quantità può influenzare la stabilità dell'ammasso roccioso con le proprie caratteristiche geotecniche.

Il **Flysch di Monte Caio** appartiene alla classe B1 α (A.G.I., 1979); nell'area di studio non sono stati rilevati affioramenti in cui siano presenti deformazioni tettoniche tali da variare la classe di appartenenza. La formazione è caratterizzata da un comportamento rigido e le sue caratteristiche geomeccaniche dipendono dalle caratteristiche delle discontinuità (frequenza, ampiezza, orientazione, riempimento, ecc.), siano esse di tipo tettonico o sedimentario. In presenza di notevoli discontinuità e/o di una stratificazione a franapoggio, la stabilità dipende essenzialmente dalle caratteristiche geotecniche dei livelli argillosi sovraconsolidati. Le discontinuità presenti sono spesso soggette ad un allargamento a causa di processi fisici (crioclastici) e chimici (dissoluzione). La litozona a brecce del Flysch di Monte Caio appartiene invece alla classe B2 β e B3 dove la tettonica ha agito intensamente (A.G.I., 1979). La formazione è caratterizzata da un comportamento rigido-plastico. Le sue caratteristiche geomeccaniche dipendono dalla frequenza, ampiezza ed orientazione dei piani di discontinuità, siano essi di tipo tettonico o sedimentario, e dalle caratteristiche geotecniche della componente pelitica. La permeabilità è molto bassa data la notevole quantità di frazione pelitica.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	62 di 116

4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

La ricerca effettuata presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico Comunale ha consentito di esaminare un numero limitato di relazioni geologiche, prodotte a corredo di progetti edilizi e di opere pubbliche e di acquisire copia delle indagini geognostiche eseguite. Come già precisato la relativa mancanza di dati geognostici pregressi, riconducibile ad un limitato sviluppo urbanistico ed edilizio, è stata compensata, oltre che dall'esecuzione delle nuove indagini, da attente considerazioni di carattere geologico-geomorfologico relative ai luoghi interessati dallo studio. Tutte le indagini recuperate, oltre ai report dei nuovi dati acquisiti attraverso l'esecuzione di una campagna di nuove indagini geofisiche, sono state trasformate in formato digitale con modalità georiferita, al fine di consentirne l'elaborazione in ambiente GIS. A tal proposito sia i dati di base, che i dati elaborati sono stati organizzati in formato vettoriale (*shapefile*) nel rispetto dell'Allegato D della delibera regionale. Tali indagini, unitamente alle informazioni presenti in letteratura e ai sopralluoghi in sito, hanno permesso di ricostruire il modello geologico delle aree interessate dallo studio di microzonazione sismica.

Ad integrazione dei dati esistenti è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine. Nel dettaglio sono state eseguite **n° 29** indagini di sismica passiva mediante misure di ascolto delle vibrazioni ambientali secondo la tecnica **HVSR** a stazione singola e **n° 13** misure per l'analisi dei microtremori con metodo **Re.Mi**.

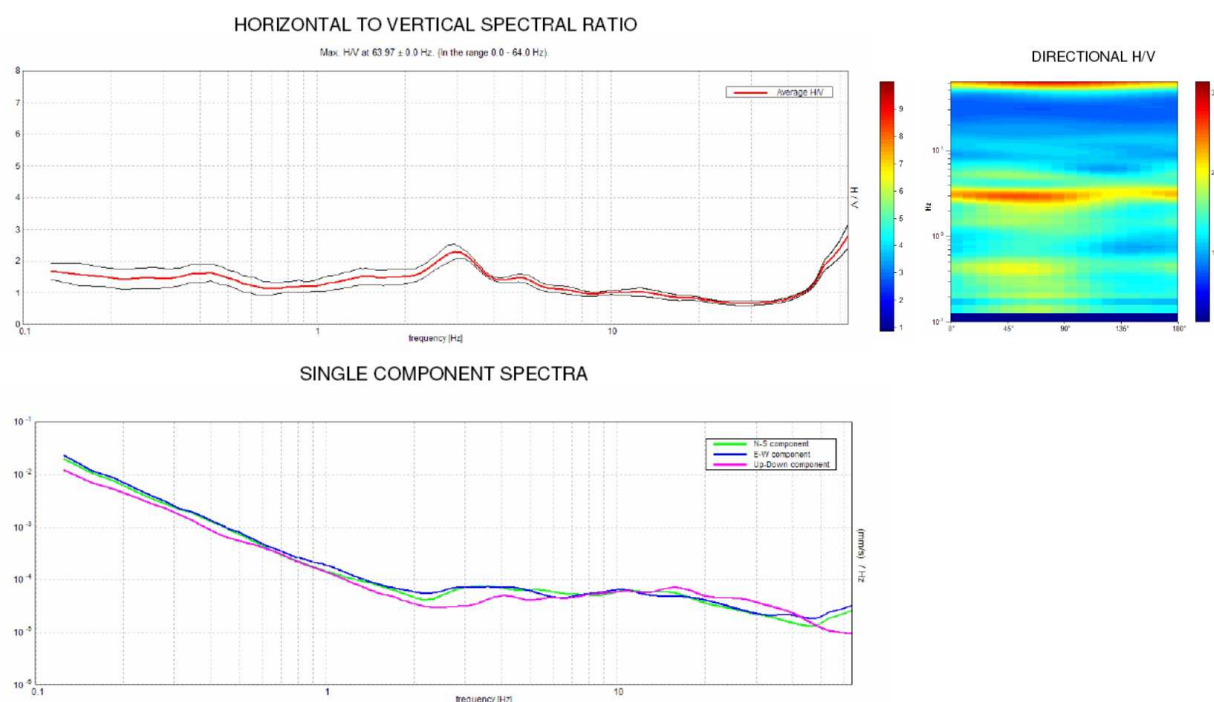


Fig. 28 – Esempio di spettro delle singole componenti

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Le misure **HVSR** sono state condotte utilizzando di un sismometro a stazione singola (tromografo digitale) di proprietà dello scrivente soggetto attuatore (Servizio Pianificazione Territoriale della Provincia di Parma). in grado di registrare, attraverso dei velocimetri, i microtremori lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), di un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga ai fini della validità statistica del segnale registrato.

Le misure registrate sono state poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza) e spettri delle singole componenti (componente del moto in funzione della frequenza per ognuna delle tre direzioni).

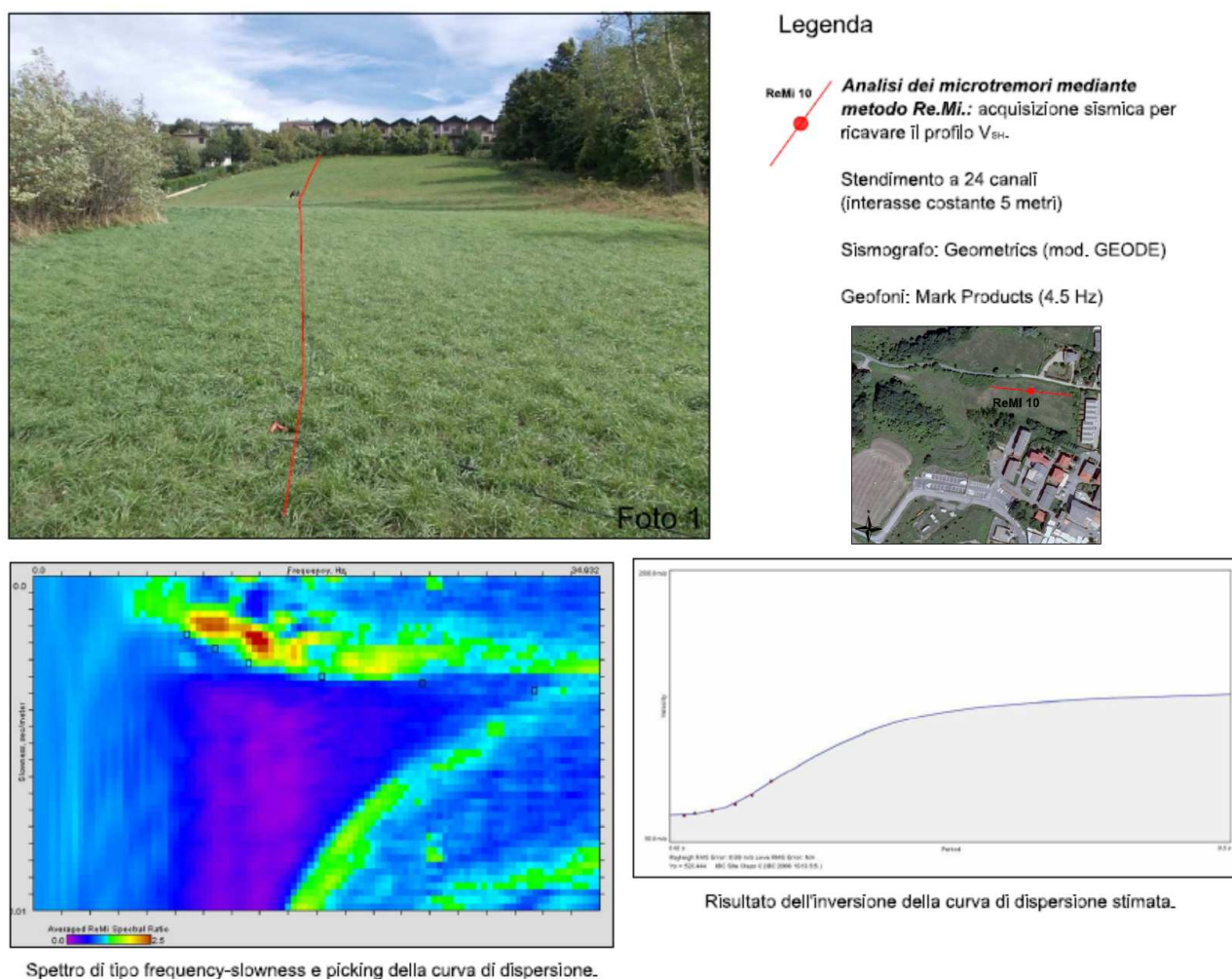



Fig. 29 - Esempio di analisi Re.Mi in Berceto capoluogo

Per le acquisizioni **Re.Mi** è stato impiegato un sismografo a 24 canali (GEODE) facente parte della gamma dei prodotti Geometrics Ltd; questo strumento è dotato di un convertitore analogico-digitale a 24 bit che permette intervalli di campionamento estremamente ridotti (da 0.02 ms a 16 ms), di un range dinamico di sistema di ben 144

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	64 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento


dB e di un'ampia banda di ingresso (da 1.75 Hz a 20 kHz), in grado di riprodurre in modo molto accurato il segnale sismico.

I sensori disposti sul terreno sono geofoni (Mark Products) caratterizzati da una frequenza di smorzamento di 4.5 Hz. La geometria di acquisizione in campagna è stata realizzata mediante l'allineamento di n. 24 geofoni con spaziatura costante pari a 4 – 5 metri (a seconda delle postazioni).

I dati, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile (SEG-Y) con il software ReMi impiegato per l'elaborazione. Ciascuna delle registrazioni effettuate, è stata convertita in uno spettro frequency – slowness, sul quale è stata interpretata la curva di dispersione relativa alle componenti in frequenza dei tremori alla quale è sottoposto il sottosuolo del sito in esame.

L'inversione della curva di dispersione, ha consentito la valutazione dell'andamento delle V_s con buona affidabilità fino a profondità anche superiori a 30 metri, sempre raffrontando i dati elaborati con il modello geologico dei luoghi ipotizzato sulla base del rilevamento geologico e geomorfologico di campagna e di dati geognostici disponibili.

Per il calcolo delle V_{sH} , sulla base dei dati ottenuti dalle indagini dei microtremori (ReMI), è stato prodotto un grafico che illustra l'andamento delle V_{sH} con la profondità; allegato ad esso è stata riportata una tabella che associa ad ogni strato la relativa velocità V_{sH} e spessore.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	65 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

La base per uno studio di microzonazione sismica è la definizione, quanto più accurata possibile, del modello geologico del sottosuolo, cercando di individuare come varia la successione stratigrafica all'interno delle aree in esame e a che profondità si possa trovare il substrato rigido.

A tale scopo, per il Comune di Berceto, sono stati esaminati e confrontati tra loro tutti i dati geognostici raccolti, differenti cartografie tematiche, con scale di diverso grado di dettaglio, oltre a rilievi diretti di campagna.


Rimandando al paragrafo 0 la descrizione specifica delle caratteristiche delle 4 porzioni di territorio comunale oggetto del presente studio, di seguito, ci si limita a proporre alcune considerazioni su come il complesso assetto geologico rilevato possa modificare il moto sismico in superficie e quali problematiche comporti per la determinazione degli effetti locali.

A riguardo, in primo luogo, va considerato che tutte le zone esaminate ricadono all'interno del **Dominio Ligure**, dove, sotto le coperture quaternarie riconducibili a fenomeni gravitativi complessi (sia quiescenti che in evoluzione attiva), sono principalmente presenti: le **Argille a palombini di Monte Rizzone (AMR)** (cfr. Argille a palombini Auctt. p.p.), come un'alternanza di argilliti grigio scure, verdastre e nocciola; le **Arenarie di Scabiazza (SCB-SCBa-SCBb)** come sottili alternanze di argilliti nerastre, arenarie fini e medie laminate, le **Argille a blocchi (CCVb)**, rappresentanti i tipici depositi di colata sottomarina costituiti da depositi caotici; le **Argille a palombini (APA)**, costituite da lembi di estensione ettometrica che sono stati riconosciuti e distinti all'interno delle argille a blocchi (CCVb), molto deformati da piegamenti successivi.

Si tratta di formazioni costituite da almeno due componenti con caratteristiche meccaniche diverse. In modo specifico si rilevano sia sequenze ordinate e disordinate di strati di rocce competenti e di argilliti o scisti argillosi, variamente fratturati, che ammassi caotici di argilliti con inclusi litoidi, all'interno dei quali le velocità di propagazione delle onde sismiche risulta essere molto differente tra loro, anche se in pochissimi casi raggiungono velocità da *bedrock* sismico, maggiori di 800 m/s.

Si consideri, inoltre, che dette velocità risultano fortemente condizionate anche dal grado di fratturazione degli ammassi rocciosi, determinato da vari fattori, primi fra tutti, l'azione tettonica, la gravità e gli agenti atmosferici. Ciò interessa, in particolare, il livello di roccia più superficiale, di spessore variabile, fortemente alterato (regolite).

Anche nelle coperture quaternarie si osservano significative variazioni nei profili delle Vs, sia in relazione allo stato di addensamento dei depositi, generalmente maggiore all'aumentare della profondità, che al tipo di litologie attraversate, con evidenti incrementi

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	66 di 116


<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

al passaggio tra un orizzonte fine ad maggiormente grossolano, mentre a una diminuzione di tessitura consegue non sempre corrisponde una leggibile inversione di velocità.

Le conoscenze geognostiche, quando possibile, hanno consentito di individuare la prime superfici di discontinuità, ad esempio, dove la copertura detritica più allentata e coinvolta da recenti riattivazioni si sovrappone a spessori più consolidati, riconducibili a riattivazioni di movimenti più antichi, oppure al contatto tra le stesse coperture quaternarie e il substrato marino, sempre valutando attentamente il grado di fratturazione dello stesso o il suo coinvolgimento in movimenti di massa.

Quanto alle discontinuità più profonde, come potrebbe essere il limite roccia fratturata/roccia inalterata in posto o determinate dal passaggio tra strati costituiti da litotipi differenti, all'interno del substrato marino, è difficile che si abbiano informazioni attendibili. Infatti, come verrà illustrato nel prosieguo della relazione, le indagini tomografiche effettuate restituiscono curve H/V in cui sono generalmente presenti più picchi, con contrasti d'impedenza bassi e simili tra loro, a frequenze associabili a differenti profondità.

E' evidente che, in un tale contesto, definire la risposta sismica locale non sia sempre facile, così come risulta spesso una discreta forzatura assimilare l'assetto geologico delle varie zone ad un modello fisico monodimensionale.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	67 di 116

6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Come già indicato, il presente studio, oltre ad utilizzare dati pregressi, ha previsto l'esecuzione di una nuova campagna d'indagini sismiche. La caratterizzazione dei terreni è stata effettuata tramite la tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali) o HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*). I risultati ottenuti per ciascuna prova, inseriti nello specifico DB, sono:

1. il grafico rapporto spettrale H/V naturale con curva H/V sintetica, in cui si possono osservare picchi caratteristici, in corrispondenza di determinate frequenze

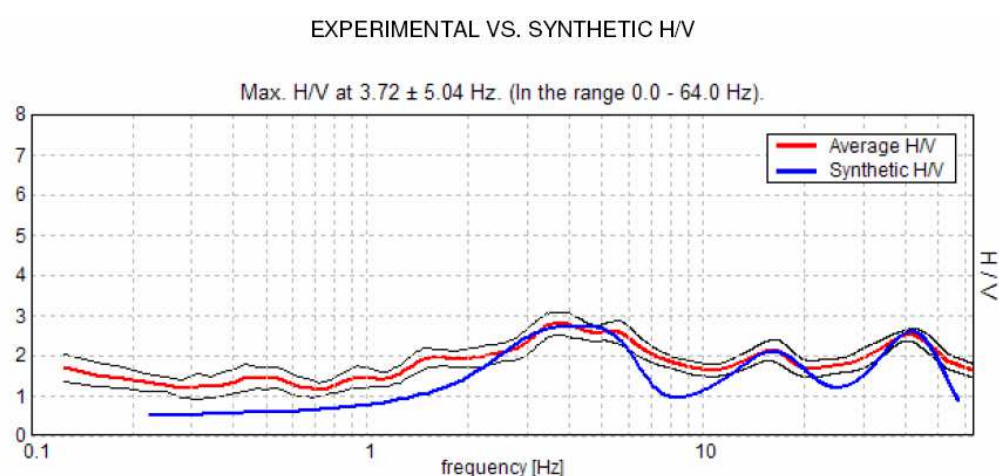


Fig. 30 – Esempio di curva H/V naturale con curva H/V sintetica

2. La velocità media delle onde di taglio Vs

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.48	0.48	81	0.36
1.08	0.60	180	0.35
3.28	2.20	205	0.35
4.68	1.40	340	0.35
12.68	8.00	355	0.35
14.68	2.00	385	0.35
18.88	4.20	410	0.35
24.88	6.00	560	0.35
62.88	38.00	720	0.35
inf.	inf.	1000	0.35

Vs(0.0-30.0)=375m/s

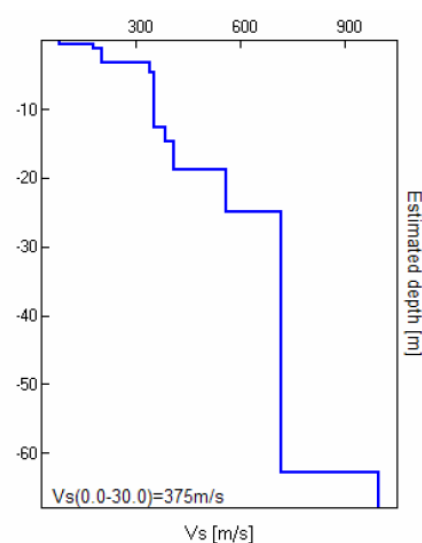



Fig. 31 – Esempio di rappresentazione delle Vs da prova HVSR

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	68 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Per determinare la velocità delle onde di taglio Vs viene utilizzata l'inversione vincolata dello spettro H/V ricavato attraverso il rilievo tomografico.


La relazione seguente lega la frequenza di risonanza del terreno (f) alla velocità delle onde S (Vs) e alla profondità della base dello strato (H):

$$f(Hz) = \frac{V_s}{4H}$$

Nota la profondità di un singolo livello stratigrafico, è possibile procedere all'inversione dello spettro H/V, modellando la curva sintetica in modo da ottenere la sovrapposizione con quella misurata, per poi ricavare la Vs media per ogni singolo strato.

Sulla base di tali elaborazioni viene ottenuta la curva della Vs con la profondità.

Al fine di determinare la qualità delle singole misure HVSR effettuate e la loro relativa affidabilità, si è, inoltre, provveduto alla classificazione delle prove valutando, in accordo con i più recenti studi in materia, le caratteristiche dei fondamentali principi su cui si basa la tecnica di indagine a sismica passiva utilizzata. Nello specifico si è proceduto all'analisi della durata complessiva delle singole registrazioni, utilizzando esclusivamente quelle capaci di produrre stime "robuste" del campo medio delle vibrazioni ambientali, soddisfacendo in tal senso i primi 3 criteri del progetto SESAME (linee guida 2005), relativi alla robustezza statistica del segnale. Quindi, per ogni singola acquisizione è stato valutato l'andamento complessivo della curva H/V, prestando particolare attenzione, durante la fase di elaborazione, alla plausibilità fisica della curva stessa, verificabile attraverso l'individuazione di massimi caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale. In fase di elaborazione, sfruttando le possibilità di analisi direzionale e temporale del software utilizzato (*Grilla* - Micromed), è stata valutata la stazionarietà temporale dei rapporti spettrali misurati, prestando inoltre particolare attenzione alle variazioni azimuthali di ampiezza, nel rispetto della condizione di isotropia del segnale. Quanto ai criteri delle linee guida SESAME 2005 relativi alla "chiarezza" del picco di possibile risonanza, essi risultano spesso non soddisfatti per i motivi già anticipati nel capitolo 5 (le caratteristiche geologiche del territorio esaminato fanno sì che, nelle curve H/V, siano generalmente presenti più picchi, con contrasti d'impedenza bassi e simili tra loro). Ciononostante, a prescindere da tali verifiche, tutte le prove allegate al presente studio si sono ugualmente potute utilizzare in quanto la loro interpretazione, nel rispetto di quanto stabilito dallo stesso progetto SESAME, è stata supportata dal confronto e dalla relativa taratura con profili stratigrafici derivanti dai sondaggi geognostici disponibili o da rilievi geologici diretti di campagna.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	69 di 116



TROMINO® Grilla
www.tromino.it

[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 13.44 ± 0.11 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	13.44 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	4837.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 646 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	17.219 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.34 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00374 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.0502 < 0.67188	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.168 < 1.58	OK	

L_w n_w $n_c = L_w n_w f_0$ f f_0 σ_f $\varepsilon(f_0)$ A_0 $A_{H/V}(f)$ f^- f^+ $\sigma_A(f)$ $\sigma_{\log H/V}(f)$ $\theta(f_0)$	window length number of windows used in the analysis number of significant cycles current frequency H/V peak frequency standard deviation of H/V peak frequency threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ H/V peak amplitude at frequency f_0 H/V curve amplitude at frequency f frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$
--	--

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Fig. 31 – Esempio di applicazione dei criteri SESAME 2005

7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Nella prima fase di lavoro, in accordo con l'Ufficio Tecnico Comunale, sono stati definiti i limiti degli areali da sottoporre allo studio di Microzonazione Sismica. Quali aree oggetto di studio, sulla base di specifiche esigenze ed interessi di carattere urbanistico, nonché sulla base di criteri di una più completa rappresentatività dei possibili scenari di pericolosità sismica nel territorio comunale, è stato preso in esame il territorio urbanizzato e urbanizzabile, in corrispondenza dei seguenti centri abitati:

- **Berceto** (Capoluogo)
- **Fugazzolo** (località Fugazzolo di Sopra e di Sotto)
- **Casaselvatica** (località Casaselvatica, Tra la Riva, Tra la Costa e i Boschi)
- **Corchia**




Fig. 32 – Ambiti di studio nel territorio comunale

La scelta degli ambiti di studio, oltre che sulla base dei criteri sopra descritti, è stata effettuata anche sulla base della disponibilità di dati geognostici e geofisici in numero sufficiente da consentire la zonazione del territorio.

Una volta eseguita tale operazione, sono acquisiti dati bibliografici e di archivio, sono stati condotti rilievi diretti sul territorio ed è stata analizzata la cartografia geologica e geomorfologica disponibile.

Successivamente è stata eseguita una campagna di indagini sismiche (misure di ascolto dei microtremori con tromografo digitale portatile ed acquisizioni Re.Mi.) ai fini della definizione delle frequenze fondamentali dei terreni e del profilo di Vs nel sottosuolo.

Gli elaborati prodotti in questa prima fase sono costituiti da:

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	71 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento


- **Carta delle indagini:** in tale cartografia sono riportate le indagini pregresse e quelle di nuova esecuzione; tutte le prove sono state classificate in base alla tipologia;
- **Carta geologico-tecnica:** tali carte sono state derivate dalla revisione a scala dettagliata dei rilievi e cartografie disponibili. In questa cartografia sono rappresentati gli elementi geologici e morfologici che possono modificare il moto sismico in superficie;
- **Carta delle frequenze naturali dei terreni:** tali carte riportano i punti di misura e i risultati di indagini di sismica passiva (misure HVSr); in particolare, sono stati indicati il valore F_0 del picco significativo, corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale (frequenza principale) e, quando presente e concorde con il modello geologico ricostruito, di un secondo picco significativo (frequenza secondaria), meno evidente del primo (F_1).
- **Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica:** in questa cartografia sono indicate le aree in cui si ritiene necessario effettuare indagini ed analisi di microzonazione sismica ed i livelli di approfondimento ritenuti necessari, distinguendo tra zone suscettibili di instabilità, ove sono richiesti approfondimenti di terzo livello, e zone suscettibili di amplificazioni locali, oggetto di approfondimenti di secondo livello, all'interno delle quali sono state operate ulteriori distinzioni, identificando delle microzone omogenee, sulla base delle caratteristiche litostratigrafiche.

Successivamente e in diretta continuità con la prima, è stata svolta la seconda fase di lavoro, che ha quale obiettivo la Microzonazione Sismica del territorio indagato.

In questa fase sono stati prodotti i seguenti elaborati:

- **Carta delle velocità delle onde di taglio S:** carte in cui sono ubicati tutti i punti di misura di V_s con indicazione, per ogni punto misura, del valore di V_{sH} o di V_{s30} .
- **Carta di microzonazione sismica:** carte in cui sono raffigurate le amplificazioni stimate, tramite procedure semplificate, per i vari settori di territorio in esame, unitamente alla valutazione del contributo dell'amplificazione topografica.

Le elaborazioni sono state rappresentate nelle varie cartografie per ciascuno dei quattro ambiti esaminati.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	72 di 116

8. ELABORATI CARTOGRAFICI

8.1 Carta delle indagini

Nelle Carte delle indagini, alla scala 1:5.000, sono state riportate le ubicazioni delle prove di nuova esecuzione (per i cui report si faccia riferimento all'*Elaborato 7- Prove tromografiche e Re.M*) e dei dati pregressi, relativi a indagini geognostiche e/o sismiche a corredo di pratiche edilizie depositate presso l'Ufficio Tecnico Comunale.

Esse sono state distinte in base alla tipologia in:

- sondaggio a carotaggio continuo (distinguendo se intercetta o meno il substrato)
- stazione microtremore a stazione singola HVSR
- MASW
- Prova *REfraction Microtremors*

come raffigurato nella legenda riportata in Fig. 33.

Legenda

Indagini

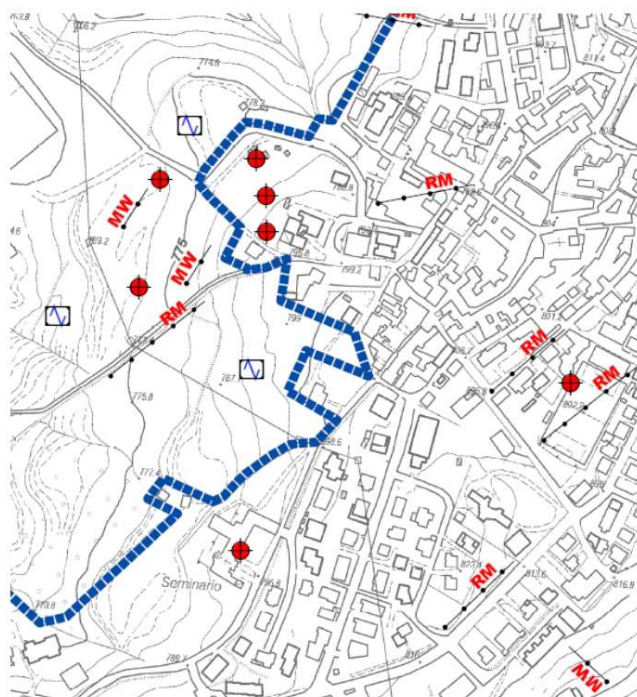
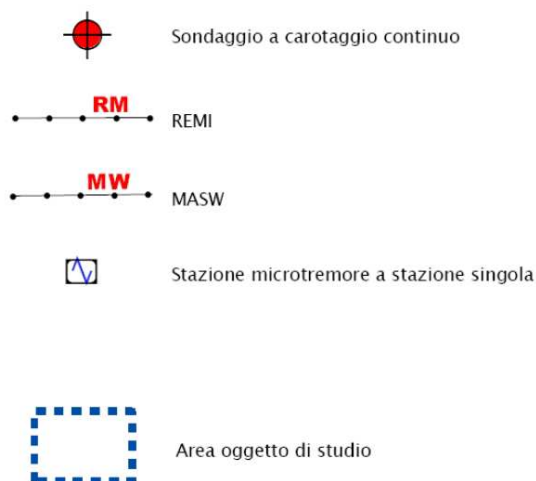


Fig. 33 – Legenda della Carta delle indagini, stralcio della carta per Berceto Capoluogo

Nelle carte sono indicate anche alcune indagini esterne ai perimetri del territorio urbanizzato e urbanizzabile, ove sono state concentrate le analisi, ma ugualmente utili a definire le sue caratteristiche litostratigrafiche.

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Nei successivi paragrafi vengono specificati numero e tipologia di indagini con riferimento ai tre ambiti oggetto di studio.

8.1.1 Berceto Capoluogo

La ricerca effettuata presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico Comunale ha consentito di acquisire le seguenti indagini:

- N° 9 sondaggi a carotaggio continuo, di cui n° 2 esterni al perimetro del territorio urbanizzato e urbanizzabile;
- N° 3 MASW, di cui n° 2 prossime al perimetro del territorio urbanizzato e urbanizzabile;

Ad integrazione di tali dati, è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine costituita da n° 3 misure di ascolto di microtremori a stazione singola (HVSR), esterne al perimetro del territorio urbanizzato e urbanizzabile, e da n° 13 acquisizioni Re.Mi., di cui 5 esterne al territorio urbanizzato, in prossimità di aree di interesse urbanistico, e 8 interne.

La scelta di posizionare ed eseguire alcune indagini esternamente al territorio urbanizzato è stata presa in ragione di avere a disposizione dati utili alla conferma del modello geologico ipotizzato ed in ragione delle caratteristiche del tessuto urbanistico ed edilizio del Capoluogo, non sempre idoneo, ad esempio per presenza di forte rumore antropico od infrastrutture di servizi urbani a rete, ai fini di corrette acquisizioni.


8.1.2 Centri minori: Corchia, Fugazzolo e Casaselvatica

La ricerca effettuata presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico Comunale non ha consentito, come già precisato, di acquisire indagini pregresse utili alle finalità del presente studio. Durante la ricerca è stato spesso recuperato materiale relativo a pozzetti esplorativi eseguiti con escavatore meccanico, che però in ragione della esigua profondità raggiunta non è risultato utile ai fini del presente studio.

Attraverso un importante impegno dell'Amministrazione Provinciale, è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine costituita da n° 26 misure di ascolto di microtremori a stazione singola (HVSR).

Nello specifico:

Ubicazione	Numero prove	Ubicazione	
		Interna TU	Esterna TU
Fugazzolo	7 HVSR	3	4
Corchia	7 HVSR	2	5
Casaselvatica	12 HVSR	9	3

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	74 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento


Anche in questo caso, come già considerato per l'abitato di Berceto, le caratteristiche del tessuto urbanistico ed edilizio dei centri rurali non ha sempre consentito di effettuare corrette acquisizioni, pertanto, anche in ragione della miglior definizione possibile del modello geologico del sottosuolo, si sono posizionate misure esterne al territorio urbanizzato.

8.1.3 Sintesi dei dati

Di seguito si riportano i dati utilizzati ai fini del presente studio di microzonazione. La tabella risulta compilata riportando per ciascuna prova le seguenti informazioni:

- **Sigla Report:** codice identificativo della prova indicato nel report della prova in formato PDF;
- **Ubicazione:** indicazione dell'ambito di studio dove è localizzata la prova;
- **Codice DB:** codice di archiviazione della prova nel DB delle indagini allegato allo studio;
- **VS_H:** valore in m/s delle onde S nella copertura;
- **H Cop.:** spessore (m) medio della copertura;
- **VS₃₀:** valore delle onde di taglio nei primi 30 m da p.c.
- **F₀:** valore (Hz) del picco significativo, corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale (frequenza principale).

SIGLA Report	Ubicazione	Codice DB			VS _H	H cop.	VS ₃₀	F ₀
HVSR_BE_03	Berceto	34004	P11	HVSR11	184.00	3.87	455.00	15.00
HVSR_BE_02	Berceto	34004	P10	HVSR10	304.00	18.88	375.00	3.72
HVSR_FU_02	Fugazzolo	34004	P33	HVSR33	252.00	9.05	393.00	3.40
HVSR_FU_03	Fugazzolo	34004	P34	HVSR34	418.00	27.35	441.00	3.90
HVSR_FU_01	Fugazzolo	34004	P32	HVSR32	338.00	24.70	369.00	2.16
HVSR_FU_04	Fugazzolo	34004	P35	HVSR35	256.00	7.10	433.00	11.60
HVSR_FU_05	Fugazzolo	34004	P36	HVSR36	282.00	18.10	352.00	5.00
HVSR_FU_07	Fugazzolo	34004	P38	HVSR38	363.00	49.00	353.00	1.88
HVSR_FU_06	Fugazzolo	34004	P37	HVSR37	309.00	34.80	299.00	2.91
HVSR_CS_14	Casaselvatica	34004	P31	HVSR31	243.00	5.36	427.00	25.00
HVSR_CS_12	Casaselvatica	34004	P29	HVSR29	272.00	12.75	409.00	8.00
HVSR_CS_13	Casaselvatica	34004	P30	HVSR30	283.00	11.00	401.00	5.47
HVSR_CS_11	Casaselvatica	34004	P28	HVSR28	280.00	7.10	459.00	5.22
HVSR_CS_10	Casaselvatica	34004	P27	HVSR27	354.00	22.00	416.00	4.38
HVSR_CS_09	Casaselvatica	34004	P26	HVSR26	258.00	11.52	393.00	7.94
HVSR_CS_08	Casaselvatica	34004	P25	HVSR25	243.00	7.80	379.00	24.84
HVSR_CS_06	Casaselvatica	34004	P24	HVSR23	276.00	7.60	498.00	13.44
HVSR_CS_05	Casaselvatica	34004	P23	HVSR24	190.00	8.05	327.00	8.13


 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	75 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

HVSR_CS_04	Casaselvatica	34004	P22	HVSR22	235.00	13.45	328.00	3.03
HVSR_CS_03	Casaselvatica	34004	P21	HVSR21	275.00	10.90	429.00	7.97
HVSR_CS_01	Casaselvatica	34004	P20	HVSR20	224.00	5.53	415.00	23.00
HVSR_CO_01	Corchia	34004	P13	HVSR13	300.00	12.45	436.00	7.50
HVSR_CO_03	Corchia	34004	P15	HVSR15	279.00	16.85	352.00	2.50
HVSR_CO_05	Corchia	34004	P17	HVSR17	291.00	17.20	383.00	6.00
HVSR_CO_07	Corchia	34004	P19	HVSR19	189.00	3.10	423.00	19.69
HVSR_CO_06	Corchia	34004	P18	HVSR18	247.00	7.25	420.00	12.00
HVSR_CO_04	Corchia	34004	P16	HVSR16	262.00	8.70	459.00	9.38
HVSR_CO_02	Corchia	34004	P14	HVSR14	248.00	11.25	335.00	3.00
HVSR_BE_04	Berceto	34004	P12	HVSR12	299.00	18.90	370.00	3.13
MASW_BE_01	Berceto	34004	L15	MASW15	409.00	17.70	488.00	-
MASW_BE_02	Berceto	34004	L16	MASW16	280.00	7.50	574.00	-
MASW_BE_03	Berceto	34004	L14	MASW14	450.00	4.00	787.00	-
S_BE_GEO_06	Berceto	34004	P1	S1	-	7.10	-	-
S_BE_GEO_07	Berceto	34004	P2	S2	-	48.00	-	-
S_BE_GEO_08	Berceto	34004	P3	S3	-	10.00	-	-
S_BE_GEO_09	Berceto	34004	P4	S4	-	27.00	-	-
S_BE_GEO_04	Berceto	34004	P5	S5	-	11.00	-	-
S_BE_GEO_05	Berceto	34004	P6	S6	-	5.00	-	-
S_BE_GEO_01	Berceto	34004	P7	S7	-	20.00	-	-
S_BE_GEO_02	Berceto	34004	P8	S8	-	22.00	-	-
S_BE_GEO_03	Berceto	34004	P9	S9	-	19.50	-	-
ReMi_BE_14	Berceto	34004	L12	REMI12	361.00	23.81	-	-
ReMi_BE_13	Berceto	34004	L11	REMI11	396.00	10.00	-	-
ReMi_BE_12	Berceto	34004	L10	REMI10	364.00	13.75	-	-
ReMi_BE_11	Berceto	34004	L9	REMI9	507.00	20.00	-	-
ReMi_BE_03	Berceto	34004	L2	REMI2	293.00	14.29	-	-
ReMi_BE_02	Berceto	34004	L1	REMI1	364.00	14.25	-	-
ReMi_BE_07	Berceto	34004	L6	REMI6	449.00	27.50	-	-
ReMi_BE_04	Berceto	34004	L3	REMI3	418.00	17.86	-	-
ReMi_BE_15	Berceto	34004	L13	REMI13	344.00	10.00	-	-
ReMi_BE_05	Berceto	34004	L4	REMI4	278.00	40.00	-	-
ReMi_BE_06	Berceto	34004	L5	REMI5	387.00	10.00	-	-
ReMi_BE_10	Berceto	34004	L8	REMI8	331.00	10.00	-	-
ReMi_BE_09	Berceto	34004	L7	REMI7	328.00	10.00	-	-

8.2 Carta geologico-tecniche per la microzonazione sismica

Nella Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica sono state riportate le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche e idrogeologiche) derivate da elaborati esistenti e da indagini geognostiche pregresse.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	76 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Questi dati hanno consentito di definire il modello di sottosuolo e sono risultate funzionali alla realizzazione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS - livello 1), che saranno descritte nel successivo paragrafo 8.4.

Nel presente studio, per la stesura della Carta geologico tecnica, si è fatto riferimento, in particolare, alla seguente documentazione, opportunamente verificata mediante sopralluoghi di campagna:

- “Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna” alla scala 1:10.000, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, Sezioni 217010, 217050, 216080, 216120;
- “Carta Geologica scala 1:50.000, Foglio 216 Borgo Val di Taro” e dalle relative Note Illustrative (Vescovi, 2002);
- “Carta del dissesto” da Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Parma”. Sezioni 217010, 217050, 216080, 216120 alla scala 1:10.000. Servizio di Programmazione e Pianificazione Territoriale della Provincia di Parma;
- indagini puntuali, per la descrizione delle quali si rimanda al precedente paragrafo (8.1).

Sulla base di tali fonti informative, le unità geologico-litotecniche sono state distinte tra terreni di copertura (cartografati quando presentano uno spessore minimo di 3 m) e substrato geologico che, nelle zone di studio, risulta sempre non rigido (caratterizzato da $V_s \leq 800$ m/s).

Esse sono identificate da un codice che, nel caso del substrato, differenzia quello lapideo da quello stratificato/non stratificato, mentre, per le coperture, identifica sia le caratteristiche tessiturali in ragione dell’ambiente genetico-deposizionale.

A parte sono raffigurate le aree interessate da instabilità di versante, con retini e codici che ne indicano la tipologia e lo stato di attività.


 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	77 di 116



Fig. 44 – Legenda della Carta geologico tecnica, stralcio della carta per Berceto Capoluogo

Nella Carta geologico tecnica sono stati indicati anche gli elementi tettonico strutturali e le forme di superficie che possono modificare il moto sismico.

Altri elementi geologici rappresentati sono i sondaggi che non raggiungono mai il substrato rigido, con indicazione della loro profondità; vengono inoltre indicate le tracce delle sezioni geologiche illustranti il modello geologico di riferimento.

La scala di rilevamento e di rappresentazione è 1:5.000.

Nei successivi paragrafi viene sinteticamente descritto l’assetto litostratimetrico che caratterizza i quattro ambiti oggetto di studio.

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

8.2.1 Berceto Capoluogo

Come già precisato l'assetto geologico e geomorfologico che caratterizza l'abitato di Berceto Capoluogo rappresenta l'evoluzione morfologica complessa di un versante instabile.

Questo movimento di versante è un fenomeno complesso, classificato come scivolamento roto-traslativo di roccia (Cruden & Varnes, 1996) e caratterizzato dalla presenza di due dinamiche evolutive:

- una **dinamica profonda**, rappresentante il movimento principale e caratterizzata da **scivolamenti roto-traslativi di roccia** (Cruden & Varnes, 1996), che interessa, sia le **Arenarie di Scabiazza (SCB)** che le sottostanti **Argille a palombini (APA)**, riconosciute e distinte all'interno delle argille a blocchi (CCVb);
- una **dinamica superficiale**, connessa con la dinamica profonda, caratterizzati da: **scivolamenti roto-traslativi di roccia, scivolamenti di terra e colate di terra e detrito** (Cruden & Varnes, 1996).


Il substrato geologico, **non rigido stratificato (SCB)** è riscontrabile nella porzione più alta del versante, risulta intensamente fratturato e scomposto in blocchi, soprattutto lungo le direzioni SW-NE e N-S. In ragione di ciò, la stessa permeabilità delle stesse SCB può localmente aumentare per la presenza di fratture caratterizzate da un'elevata ampiezza fino ad assumere elevati valori di K.

La **dinamica profonda** è determinata dalla sovrapposizione di due litotipi a comportamento meccanico ed idrogeologico molto diversi tra loro. Questi due litotipi sono rappresentati:

- dalle Arenarie di Scabiazza, caratterizzate da un **comportamento meccanico fragile** e da una permeabilità media per fessurazione;
- dalle Argille a Palombini caratterizzate da un **comportamento duttile** e da una bassa permeabilità per porosità.

La superficie di separazione tra le due unità è disposta a franapoggio e presenta una immersione diretta a NW. Essa sembra assumere il ruolo di **superficie di scivolamento principale del corpo di frana**, in ragione della maggior debolezza sotto il profilo geomeccanico e criticità dal punto di vista idrogeologico per un evidente **contrasto di permeabilità**.

A questa situazione, già predisponente situazioni di **instabilità gravitativa**, si sono aggiunti nel corso del Pleistocene probabili **fasi tettoniche distensive**, che hanno contribuito al **ribassamento e tilting dei diversi blocchi di SCB**, attraverso superfici di fratture a sviluppo sub-verticale, contribuendo progressivamente all'aumento dello stato di fratturazione con conseguente diminuzione dei parametri geomeccanici dei blocchi separati.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	79 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Le **fratture**, generate sia dalla tettonica che dal movimento relativo tra i blocchi, hanno aumentato la permeabilità dell'ammasso roccioso (SCB) agevolando **l'infiltrazione delle acque superficiali in profondità**. In questo modello di circolazione idrica nel sottosuolo le acque di infiltrazione sono libere di scorrere in profondità fino a raggiungere il **limite di permeabilità** rappresentato dalle **APA (CCVb)**. Tale fenomeno provoca un aumento delle pressioni interstiziali all'interno delle **SCB** con il conseguente decadimento delle proprietà geomeccaniche del primo orizzonte di **APA** e il favorimento dei movimenti lungo la superficie di scivolamento.


I blocchi di **SCB**, soggetti a questa situazione di generale instabilità, hanno subito movimenti con **dinamiche rotazionali e traslative**, determinando una morfologia del versante, in modo specifico nella porzione interessata dall'abitato di Berceto, caratterizzata da **contropendenze e depressioni associate a trincee gravitative**, sede di deposizione e messa in posto di **depositi di versante** di diversa natura.

Tale situazione è evidente in prossimità del vecchio campo sportivo del paese. In tale zona, caratterizzata da un evidente depressione morfologica (trincea gravitativa), sono presenti spessori di coperture detritiche rilevanti e direttamente connesse alla dinamica gravitativa sopra descritta. Il sondaggio **34004P2S2** (sondaggio profondo 48 m) eseguito in tale trincea gravitativa presenta dei **depositi palustri** la cui deposizione è avvenuta in seguito allo scivolamento rotazionale di un sottostante blocco di SCB. Successivamente al movimento di rotazione si sarebbero infatti create anomalie topografiche sfavorevoli alla corretta regimazione delle acque superficiali con il conseguente ristagno di acqua e quindi la sedimentazione di un **deposito lacustre**.

In particolare il sondaggio ha raggiunto una profondità di 50 m dal p.c.. Al suo interno sono presenti: depositi clastici (tra -48 m e -40 m dal p.c.), depositi lacustri (da -40 m a -6,10 m dal p.c.), deposito di torba (da -6,10 a -4,30 m dal p.c. e probabilmente coincidente con una fase palustre), ed infine depositi clastici di varia natura (da -4,30 a -0,50 m dal p.c.). In questi depositi è stato ritrovato un campione, costituito da resti vegetali, recuperato alla profondità di 22,50 m dal p.c. e datato (^{14}C) ad un'età non calibrata di 29.610 ± 290 y. BP (Pleistocene sup.). Il dato recuperato sembrerebbe essere coerente con l'ipotesi del contributo all'instabilità del versante fornito dalle fasi di tettonica distensiva attiva a partire dal Quaternario (Pleistocene) richiamate in precedenza.

La **dinamica superficiale** è invece connessa all'innesco di processi gravitativi superficiali, favoriti dalla nuova morfologia del versante legata al movimento profondo. Questa dinamica è dovuta principalmente alla diminuzione delle proprietà geomeccaniche ed alla variazione della circolazione idrica interna dei blocchi di SCB.

Questi movimenti gravitativi sono principalmente influenzati dall'aumento delle pressioni interstiziali, coincidenti con abbondanti precipitazioni pluviometriche o con lo

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	80 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

scioglimento del manto nevoso, entrambi responsabili della diminuzione delle resistenze al taglio dei materiali già interessati da un marcato stato di fratturazione. La dinamica superficiale è anche favorita da fenomeni di erosione\approfondimento torrentizia, in modo particolare nel settore a NW del territorio urbanizzato di Berceto.

Le sezioni riportate nella successiva Fig. 35 raffigurano schematicamente quanto sopradescritto:

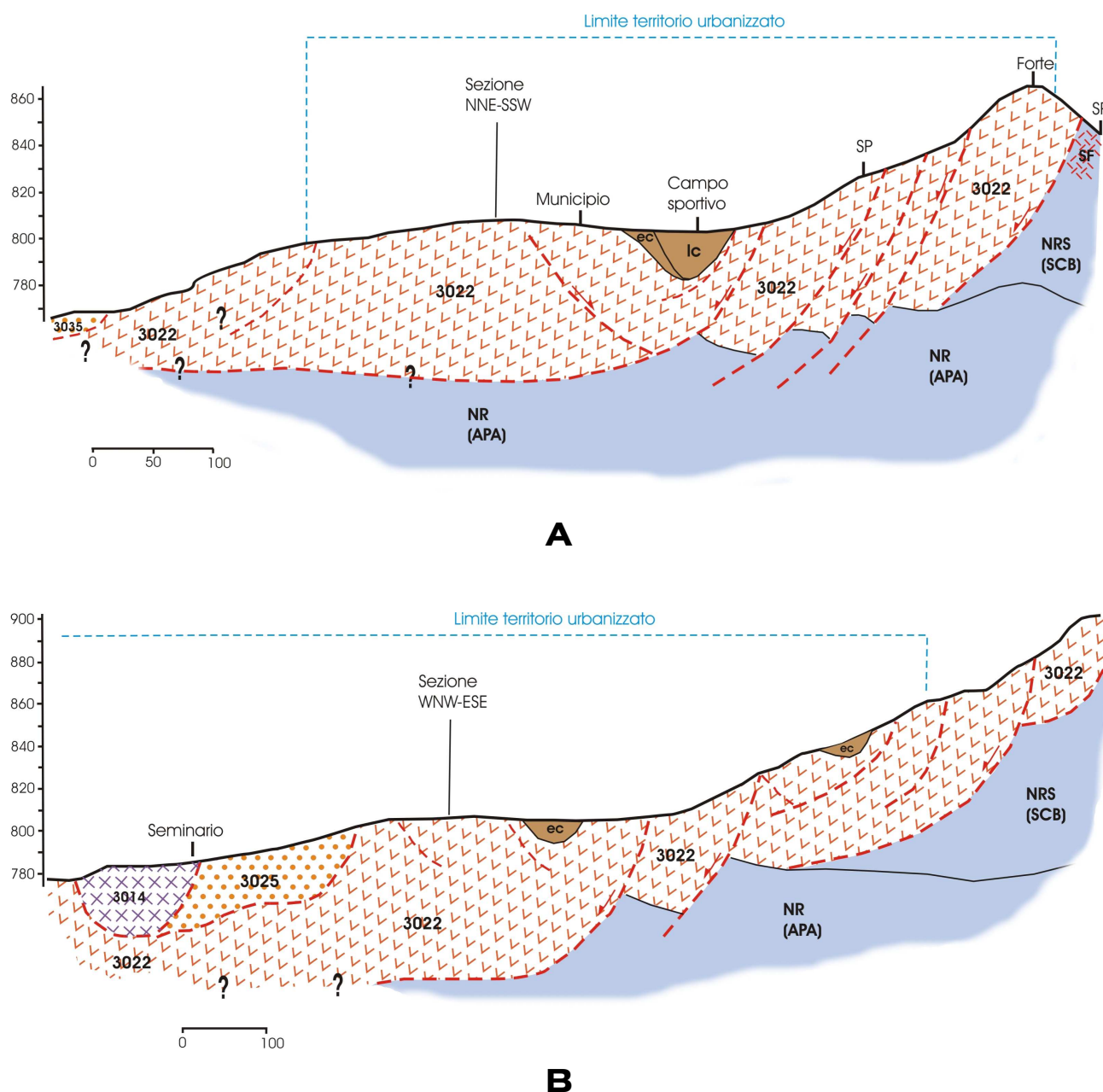



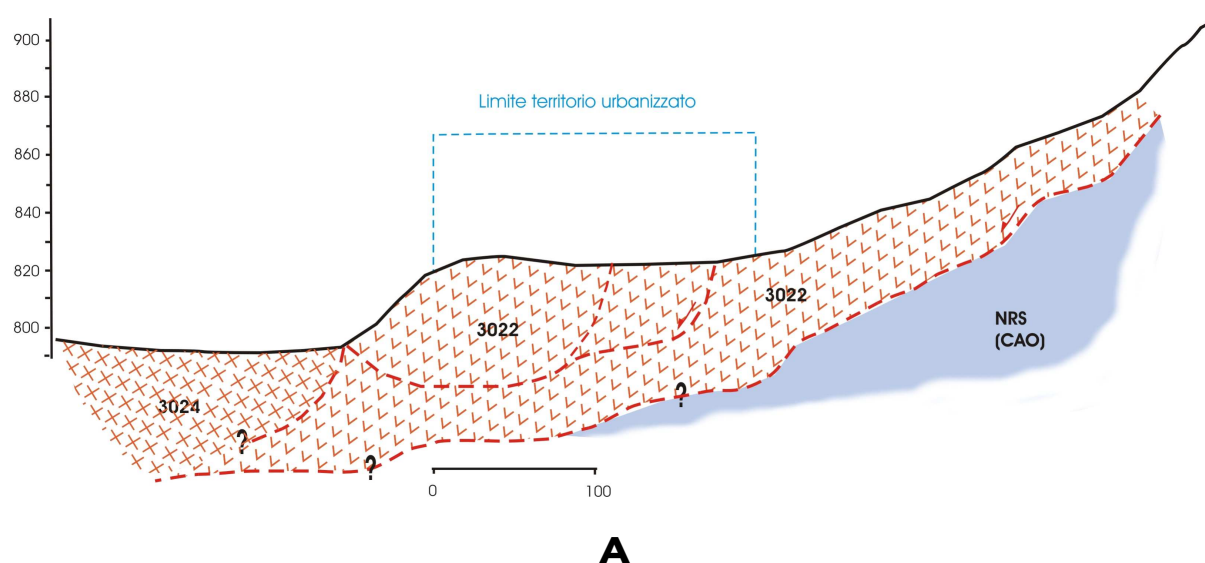
Fig. 35 – Sezioni geologiche a Berceto Capoluogo: Sez.A – WNW-ESE, Sez.B – NNE-SSW


 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	81 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

8.2.2 Fugazzolo

L'abitato di Fugazzolo risulta composto da due frazioni minori: Fugazzolo di Sopra e di Sotto. La frazione di **Fugazzolo di Sopra** risulta interessata da fenomeni gravitativi quiescenti complessi sovrastanti un substrato geologico, **non rigido e stratificato**, appartenente alla formazione del Flysch di Monte Cassio **CAO (NRS)**. I fenomeni gravitativi che caratterizzano l'instabilità geomorfologica dell'area sono rappresentati principalmente da porzioni rocciose di versante franate che, pur avendo subito evidenti **traslazioni in blocco** (su superfici **planari** o **rotazionali**), hanno mantenuto un evidente assetto roccioso, evidenziato dalla stratificazione ancora riconoscibile. Quest'ultima, tuttavia, spesso evidenzia un *tilting* degli strati la cui inclinazione non corrisponde alla giacitura della roccia in posto. Spesso vengono coinvolti grandi volumi di roccia e per le evidenze morfologiche legate al loro aspetto attuale si ritiene possano essere il risultato di antichi dissesti non meglio precisabili dal punto di vista morfocronologico. Infatti, nel territorio provinciale, solo in pochi casi si segnalano movimenti risalenti alla fine del XX ed all'inizio del XXI secolo. La frazione in oggetto risulta localizzata su di un corpo roccioso scivolato in massa incluso nel corpo detritico di una frana quiescente, costituendone un ammasso unitario, il cui comportamento, nei riguardi di una eventuale riattivazione globale della frana quiescente, non può essere disgiunto dalla dinamica generale della frana stessa, anche se è probabile che i blocchi possano manifestare una dinamica differente dal resto del corpo di frana. La frazione di **Fugazzolo di Sotto** è stato realizzato su una porzione di territorio in cui il substrato geologico, non rigido e stratificato (**NRS**), appartenente alla formazione del Flysch di Monte Cassio **CAO**, risulta affiorante o sub-affiorante (con terreni di copertura di spessore inferiore a 3 m). Le sezioni riportata nella successiva Fig. 36 raffigura quanto sopradescritto:



 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	82 di 116

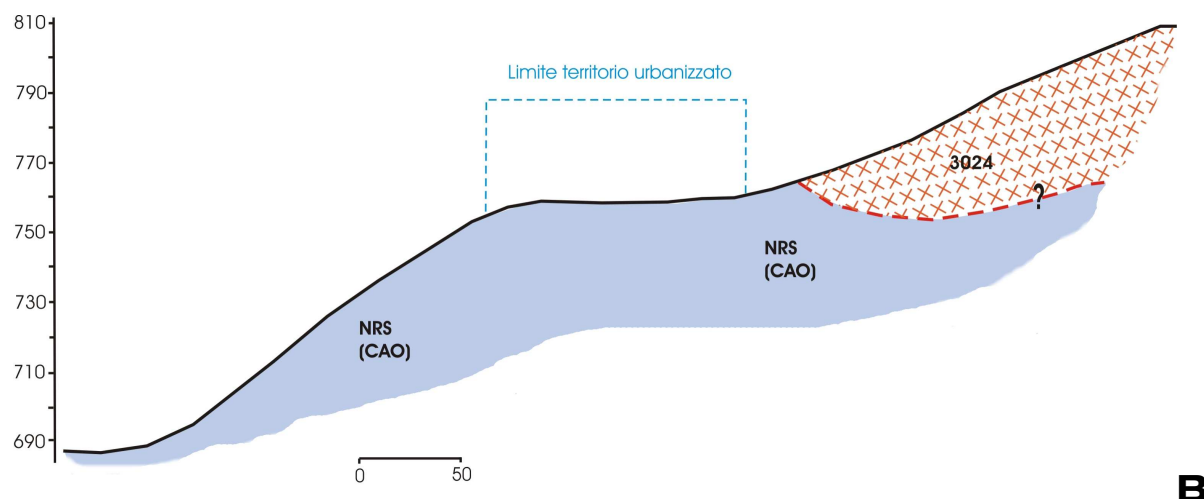


Fig. 36 – Sezioni geologiche a Fugazzolo: Sez.A – SE-NW Fugazzolo di Sopra, Sez.B – SE-NW Fugazzolo di Sotto

8.2.3 Corchia

L'abitato di Corchia risulta ubicato sia su depositi eluvio-colluviali, di spessore medio tra 15 e 10 m, che al piede di un vasto movimento gravitativo quiescente, caratterizzato al piede da un evidente gradino morfologico. Tali depositi risultano sovrastare un substrato geologico, **non rigido e stratificato**, appartenente alla formazione delle Arenarie di Scabiazza **SCB (NRS)** in condizioni di minor fratturazione rispetto a quelle rilevate per l'abitato di Berceto Capoluogo. Al limite del territorio urbanizzato, in prossimità del campo sportivo, si rilevano **depositi alluvionali a differente tessitura**, principalmente ghiaiosa, appartenenti alla superficie terrazzata originata dal torrente Manubiola sulla sua sponda idrografica sinistra. Lo spessore di questi depositi è mediamente di 10 m, nel settore più vicino al corso d'acqua, e di 7-8 m in quello a ridosso del versante. La sezione riportata nella successiva Fig. 37 raffigura quanto sopradescritto:

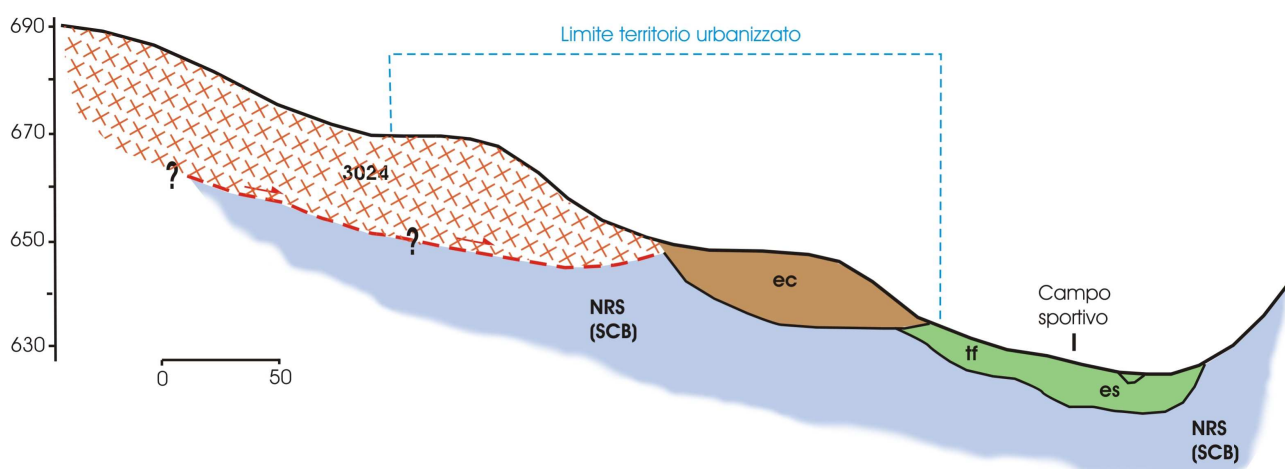


Fig. 37 – Sezione geologica a Corchia

8.2.4 Casaselvatica

La Frazione di Casaselvatica risulta interessata da morfologie e coperture fortemente influenzate dallo sviluppo di fenomeni gravitativi quiescente ed attive.

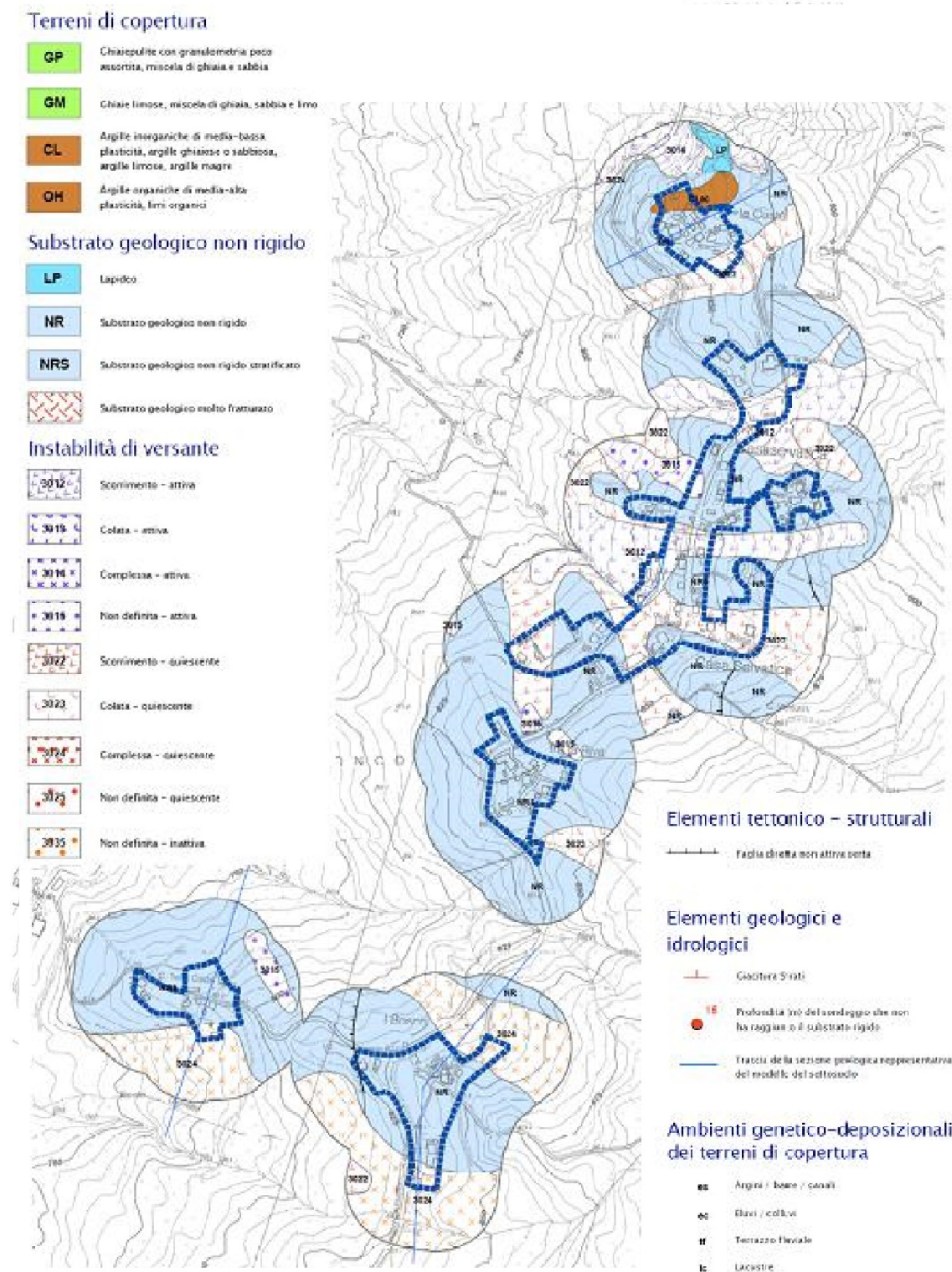

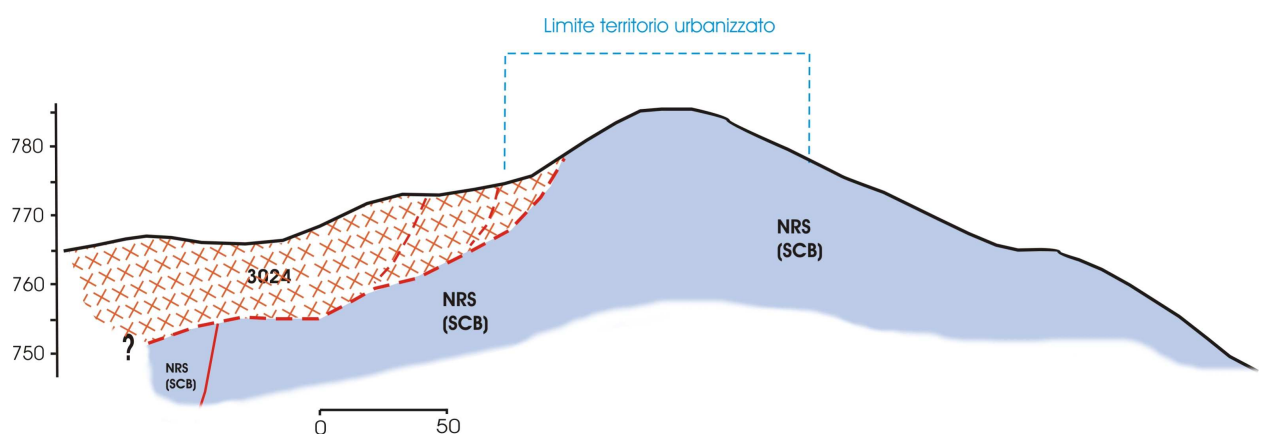


Fig. 38 -Carta geologico tecnica, stralcio della carta per Casaselvatica

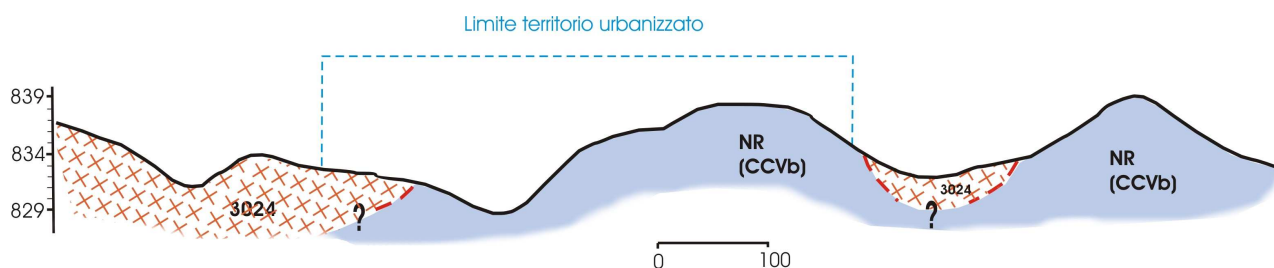
 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	84 di 116

La Frazione di Casaselvatica risulta interessata da morfologie e coperture fortemente influenzate dallo sviluppo di fenomeni gravitativi quiescenti ed attivi. Gli abitati delle singole località che compongono la Frazione risultano prioritariamente ubicati su dorsali morfologiche caratterizzate da substrato geologico **non rigido e non stratificato (NR)**, appartenente alle formazioni argillose e caotiche delle **Argille a blocchi (CCVb)**, **Argille Varicolori (AVV)** ed **Argille a Palombini (APA)**, affioranti o sub-affioranti (con terreni di copertura di spessore inferiore a 3 m).

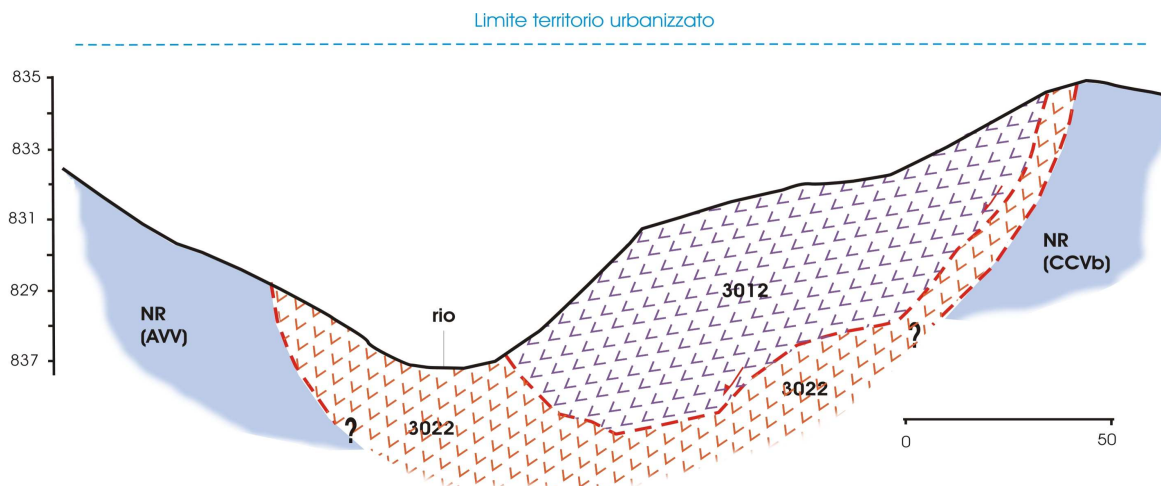
Solo in località Ca tra la Costa si rinviene un substrato geologico **non rigido stratificato (NRS)**, appartenente alla formazione delle **Arenarie di Scabiazza (SCB)**, affiorante o sub-affiorante (con terreni di copertura di spessore inferiore a 3 m). Gli impluvii/canali delimitanti le dorsali morfologiche risultano invece interessati da movimenti di frana quiescenti complessi e di scorrimento, nonché di scorrimento attivo come evidenziato nella Sez.C della Fig.39 in località Casaselvatica.



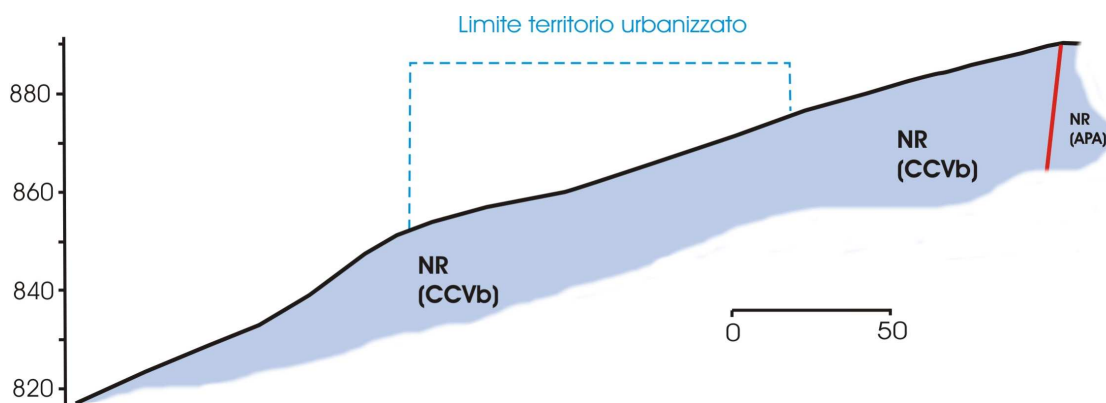
A



B



C



D

Fig. 39 – Sezioni geologiche a Casaselvatica: Sez.A – località “Ca Tra la Costa”, Sez.B – località “I Boschi”, Sez.C – località “Casaselvatica”, Sez.D – località “La Costa”

La **precaria stabilità geomorfologica** della località Casaselvatica è confermata, oltre che dai rilievi e dati utilizzati nel presente studio, trova conferma in antiche cronache.

Nelle frane e dissesti menzionati da *Enrico Dall’Olio (1975)*, in *“Itinerari turistici della Provincia di Parma”*, presso Casaselvatica, nel 1547 una frana *“...in località detta la Piazza, in otto giorni travolse 10 case e altre crollarono...”*. Il dissesto citato da Dall’Olio, oggi noto come La Frana di “La Costa di Casaselvatica”, trova riscontro anche nel testo di *Almagià, “Studi geografici sulle frane in Italia” (Mem. Soc. Geogr. Ital. XIII, Vol. 1, 1907)*, dove nella parte descrittiva delle frane della Val Baganza si legge: *“dirimpetto al centro abitato di Castellonchio è in continuo movimento (dall’ottobre 1840 in cui si dice*

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO	Primo e secondo livello di approfondimento
Studio di microzonazione sismica	

avvenisse il distacco primitivo) la frana della Costa, che interrompe per oltre 400 m la recente strada per Calestano; nel 1870 si ebbero qui i più gravi movimenti”.

8.3 Carte delle frequenze naturali dei terreni

Sulla base di tutti i dati tomografici di nuova acquisizione, sono stata redatta la Carta delle frequenze naturali dei terreni, sempre a scala 1:5.000.

In questa carta sono stati riportati tutti i punti di misura (HVSr), con associati i risultati delle singole prove. In particolare, sono stati indicati il valore F_0 del picco significativo, corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale (frequenza principale) e, quando presente, di un secondo picco significativo (frequenza secondaria), meno evidente del primo (F_1).

Sono stati tralasciati i picchi con frequenze superiori ai 25 Hz, in quanto di scarso significato ai fini del presente studio.

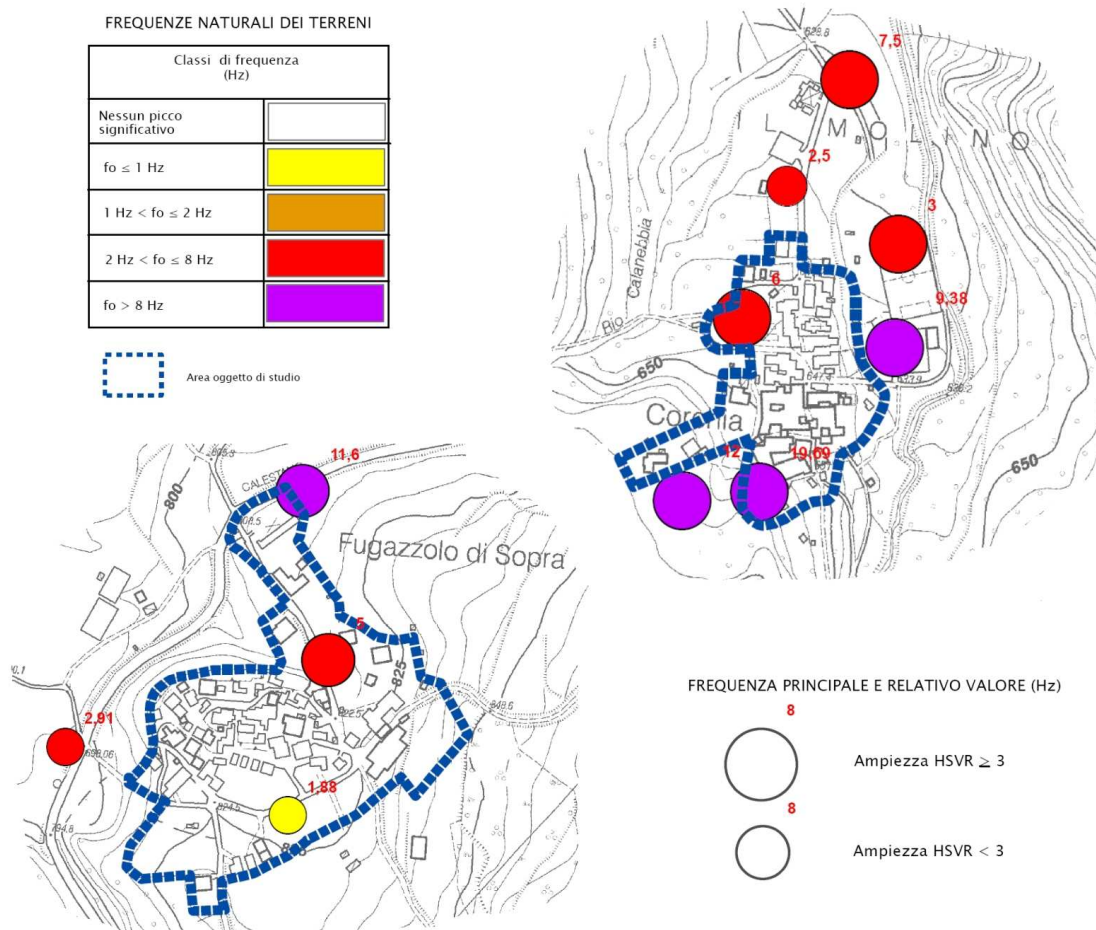


Fig. 40 – Carta delle frequenze naturali dei terreni: esempio per le località Fugazzolo di Sopra e Corchia

	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	87 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Gli indirizzi tecnici a cui si è fatto riferimento prescrivono, per rendere graficamente più evidenti le variazioni in relazione alla posizione, di utilizzare colorazioni differenti per distinguere le prove a seconda della frequenza principale ottenuta, definendo le seguenti classi:

- $F_0 \leq 1 \text{ Hz}$
- $1 \text{ Hz} < F_0 \leq 2 \text{ Hz}$
- $2 \text{ Hz} < F_0 \leq 8 \text{ Hz}$
- $F_0 > 8 \text{ Hz}$


Inoltre, sono state utilizzate simbologie diverse a seconda che la prova sia caratterizzata, in corrispondenza della frequenza principale, da un alto contrasto di impedenza ($H/V > 3$) o da un basso contrasto di impedenza (ampiezza $H/V \leq 3$).

Nei successivi paragrafi vengono descritti e commentati i risultati a cui si è pervenuti nei tre ambiti oggetto di studio.

8.3.1 Sintesi dei dati

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa dei risultati delle prove tromografiche eseguite, specificando, per ciascuna di esse, la frequenza F_0 dei picchi principali e secondari, oltre all'ubicazione e le caratteristiche geologiche:

SIGLA Report	Caratteristiche geologiche	Ubicazione	Codice DB			F_0
HVSR_BE_03	Frana	Berceto	34004	P11	HVSR11	15.00
HVSR_BE_02	Dep. Vers.	Berceto	34004	P10	HVSR10	3.72
HVSR_FU_02	Substrato	Fugazzolo	34004	P33	HVSR33	3.40
HVSR_FU_03	Frana	Fugazzolo	34004	P34	HVSR34	3.90
HVSR_FU_01	Frana	Fugazzolo	34004	P32	HVSR32	2.16
HVSR_FU_04	Frana	Fugazzolo	34004	P35	HVSR35	11.60
HVSR_FU_05	Frana	Fugazzolo	34004	P36	HVSR36	5.00
HVSR_FU_07	Frana	Fugazzolo	34004	P38	HVSR38	1.88
HVSR_FU_06	Frana	Fugazzolo	34004	P37	HVSR37	2.91
HVSR_CS_14	Substrato	Casaselvatica	34004	P31	HVSR31	25.00
HVSR_CS_12	Frana	Casaselvatica	34004	P29	HVSR29	8.00
HVSR_CS_13	Substrato	Casaselvatica	34004	P30	HVSR30	5.47
HVSR_CS_11	Substrato	Casaselvatica	34004	P28	HVSR28	5.22
HVSR_CS_10	Frana	Casaselvatica	34004	P27	HVSR27	4.38
HVSR_CS_09	Substrato	Casaselvatica	34004	P26	HVSR26	7.94
HVSR_CS_08	Substrato	Casaselvatica	34004	P25	HVSR25	24.84
HVSR_CS_06	Substrato	Casaselvatica	34004	P24	HVSR23	13.44
HVSR_CS_05	Substrato	Casaselvatica	34004	P23	HVSR24	8.13
HVSR_CS_04	Substrato	Casaselvatica	34004	P22	HVSR22	3.03


 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	88 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

HVSR_CS_03	Substrato	Casaselvatica	34004	P21	HVSR21	7.97
HVSR_CS_01	Substrato	Casaselvatica	34004	P20	HVSR20	23.00
HVSR_CO_01	Dep. Vers.	Corchia	34004	P13	HVSR13	7.50
HVSR_CO_03	Dep. Vers.	Corchia	34004	P15	HVSR15	2.50
HVSR_CO_05	Dep. Vers.	Corchia	34004	P17	HVSR17	6.00
HVSR_CO_07	Dep. Vers.	Corchia	34004	P19	HVSR19	19.69
HVSR_CO_06	Frana	Corchia	34004	P18	HVSR18	12.00
HVSR_CO_04	Dep. Alluvioni	Corchia	34004	P16	HVSR16	9.38
HVSR_CO_02	Dep Alluvioni	Corchia	34004	P14	HVSR14	3.00
HVSR_BE_04	Frana	Berceto	34004	P12	HVSR12	3.13

Sulla base dell'esame si possono formulare le seguenti osservazioni:

- ad eccezione delle prove 034004P38HVSR38-034004P37HVSR37 in località Fugazzolo e 034004P15HVSR15 in località Corchia, si registrano picchi corrispondenti a F_0 con **evidenti contrasti di impedenza ($H/V > di 3$)**, questo dovuto probabilmente al passaggio tra **coperture detritiche gravitative** fortemente allentate e **substrato geologico** in posto o al **passaggio tra la coltre superficiale** alterata e fratturata dello stesso ad orizzonti con caratteristiche geomeccaniche decisamente migliori;
- la classe di frequenze in cui ricade la maggior parte dei picchi, indipendentemente dalle caratteristiche geologico-tecniche del territorio in esame, è quella **tra i 2 e gli 8 Hz**;
- dove il **substrato è sub-affiorante** dominano picchi compresi mediamente tra **3 e 8 Hz**, di fatto corrispondente a differenti spessori di alterazione o fratturazione variabili da **10 a 5-7 m da p.c.**, dove questa coltre si riduce a spessore inferiori a 5 m, o si riscontrano terreni di copertura di spessore inferiore a 3 m, sono state rilevate le F_0 maggiori (23-25 Hz);
- nelle limitate alluvioni terrazzate in località Corchia, in cui lo spessore varia tra **10-8 m**, si rilevano picchi compresi tra **3 e 9 Hz**, evidenziando come il valore a più alta frequenza corrisponda di fatto ad una zona in cui morfologicamente si può ipotizzare una riduzione dello spessore alluvionale e quindi una profondità minore del substrato geologico non rigido stratificato (NRS) delle Arenarie di Scabiazza SCB;
- in corrispondenza dei corpi franosi, si rilevano frequenze riconducibili ai seguenti intervalli di valori maggiormente rappresentativi:
 1. valori compresi tra **1.88-2.9 Hz**, probabilmente corrispondenti a superfici di discontinuità comprese tra **35-50 m da p.c.** e riconducibili a scivolamenti in blocco;

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	89 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- valori compresi tra **3.9-5 Hz** probabilmente corrispondenti a superfici di discontinuità\scivolamento comprese tra **25-27 m da p.c.** e riconducibili a scivolamenti roto-traslativi in frane complesse;
- valori compresi tra **11-15 Hz** probabilmente corrispondenti a superfici di discontinuità rilevabili entro **10 m da p.c.** e riconducibili a scivolamenti\colate di materiale detritico rimobilizzato.

8.4 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (**MOPS**), rappresenta il documento fondamentale del **primo livello di approfondimento**.


In questa cartografia il territorio in esame viene distinto a seconda dell'appartenenza ad una delle seguenti 3 categorie:

- zone stabili.** Si tratta di zone con affioramento di un substrato rigido e morfologia pianeggiante o poco acclive, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura e in cui non sono richiesti ulteriori approfondimenti.
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.** Si tratta di aree in cui sono attese amplificazioni del moto sismico, causate dall'assetto litostratigrafico e/o morfologico locale. In queste zone sono richiesti approfondimenti di secondo livello.
- zone suscettibili di instabilità.** Si tratta di zone nelle quali effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio, quali instabilità di versante (frane attive e quiescenti), liquefazioni e densificazione. In queste zone sono richiesti approfondimenti di **terzo livello**.

Zone suscettibili di instabilità

3012	Instabilità di versante: Attiva
3022	Instabilità di versante: Quiescente
3035	Instabilità di versante: Inattiva

Dalla lettura della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica **MOPS** si osserva che, in corrispondenza delle aree esaminate in Comune di Berceto, non è mai presente la **categoria 1 - zone stabili**, mentre sono state cartografate varie zone

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	90 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

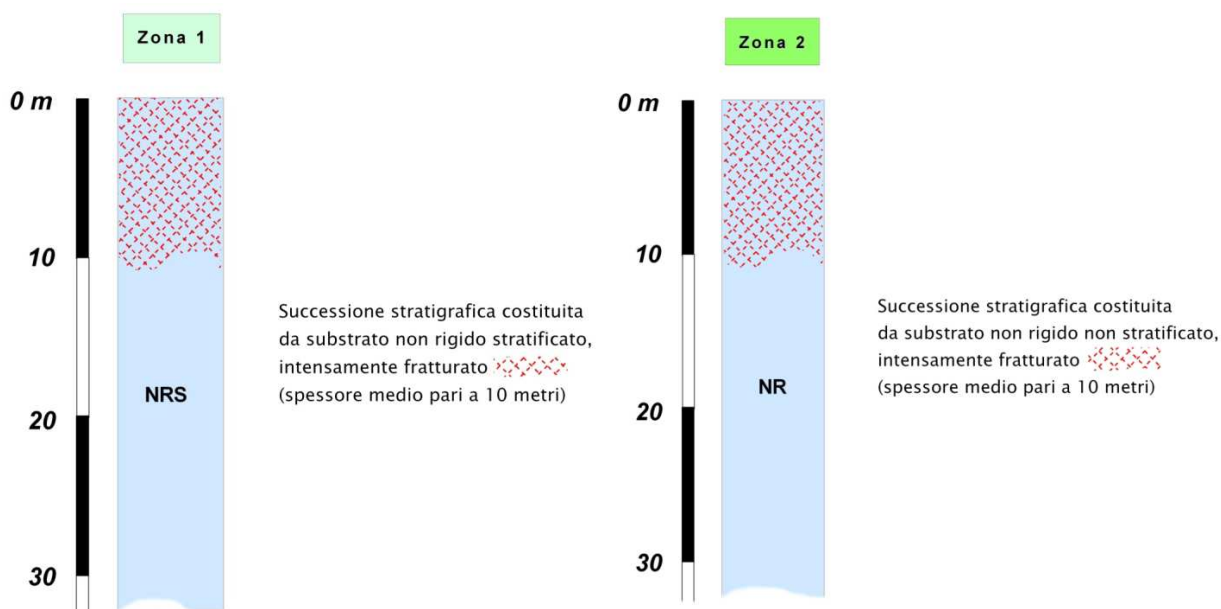
suscettibili di instabilità, sempre riconducibili a fenomeni di instabilità di versante quiescenti.

La categoria dominante all'interno delle aree urbanizzate e urbanizzabili risulta essere la **3 - zone suscettibili di instabilità**. Tale classificazione risulta concorde e di fatto necessaria in ragione delle caratteristiche geomorfologiche precedentemente descritte per buona parte del Capoluogo, per una minima parte dell'abitato di Corchia e per alcune porzioni di Casaselvatica, nonché per l'intero agglomerato storico di Fugazzolo di Sopra.


Il presente studio di **MS**, sulla base delle caratteristiche litostratimetriche, ha inoltre identificato, per le restanti parti dei territori urbanizzati ed urbanizzabili esaminati, **9 microzone omogenee, relative a zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**, ognuna con un proprio profilo stratigrafico tipo (illustrati di seguito):

- **Zona 1** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido stratificato **NRS** intensamente fratturato (spessore medio pari a 10 metri).
- **Zona 2** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido non stratificato **NR** intensamente fratturato (spessore medio pari a 10 metri).

Le zone sopra individuate interessano esclusivamente la parte prossima al crinale a monte dell'**abitato di Berceto Capoluogo (Il Poggio)**.



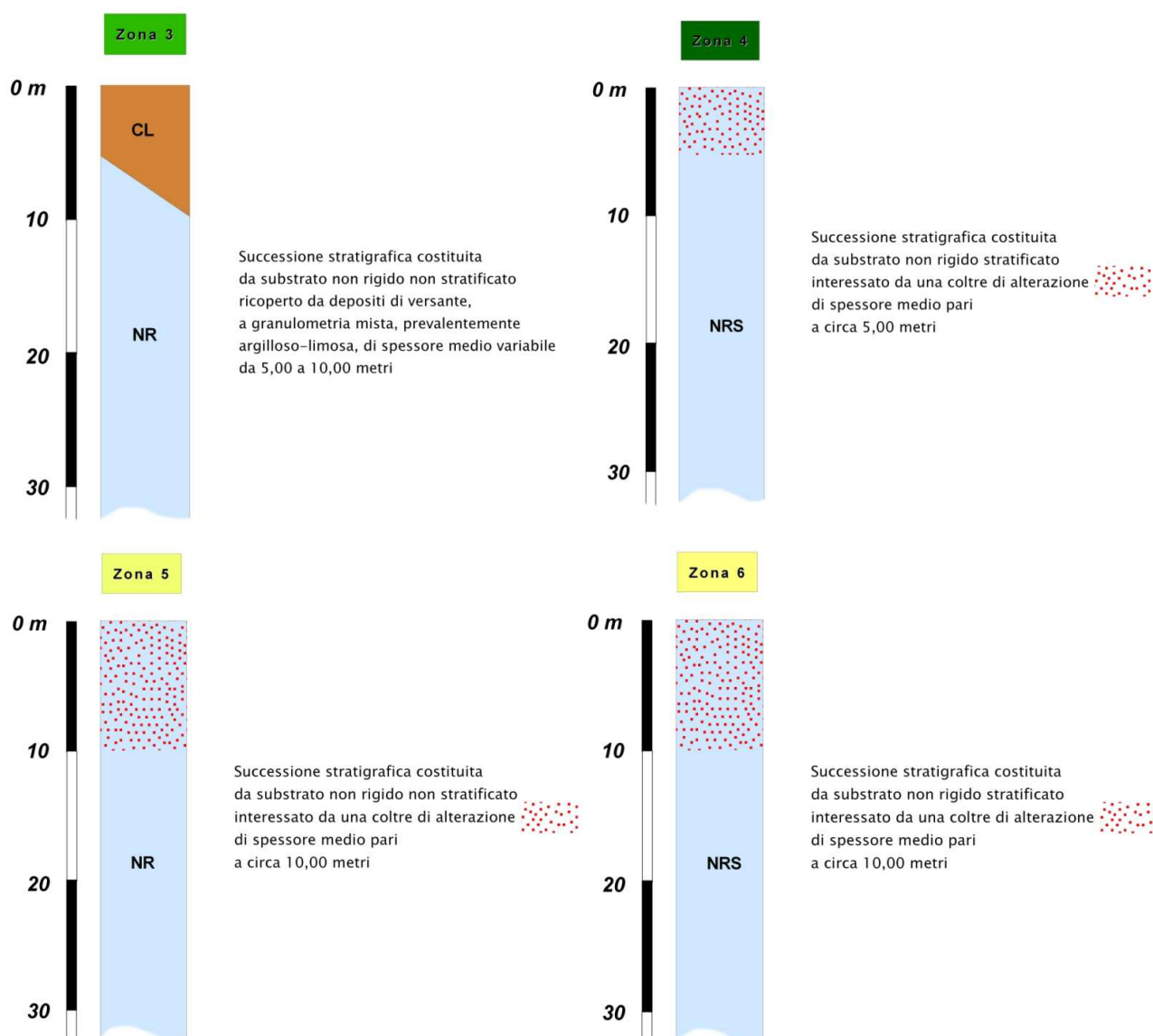
- **Zona 3** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido non stratificato **NR** ricoperto da depositi di versante, a granulometria mista, prevalentemente argilloso-limosa di spessore medio variabile da 5 a 10 metri.


 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	91 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- **Zona 4** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido stratificato **NRS** interessato da una coltre di alterazione di spessore medio pari a 5 metri.
- **Zona 5** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido non stratificato **NR** interessato da una coltre di alterazione di spessore medio pari a circa 10 m.
- **Zona 6** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido stratificato **NRS** interessato da una coltre di alterazione di spessore medio pari a circa 10 m. Questo modello è rappresentativo dello scenario geologico presente a **Fugazzolo di Sotto** e una parte marginale di **Fugazzolo di sopra**, caratterizzato principalmente da aree instabili.

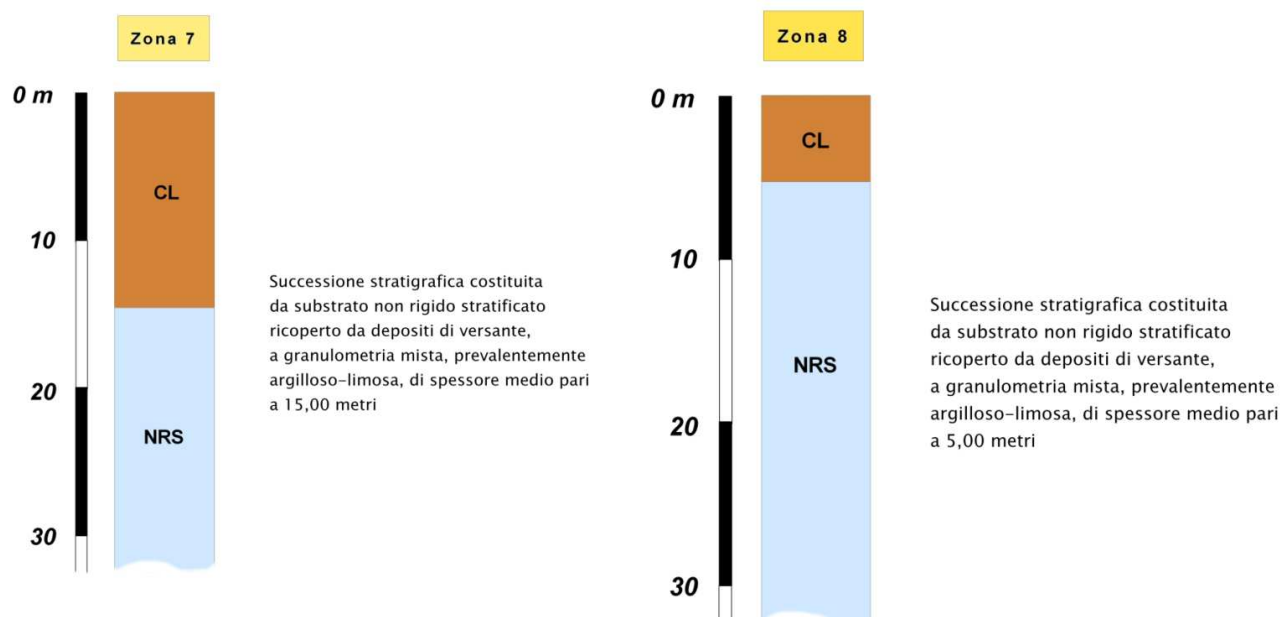
Le zone sopra individuate interessano anche il versante su cui sorge l'abitato di **Casaselvatica**.



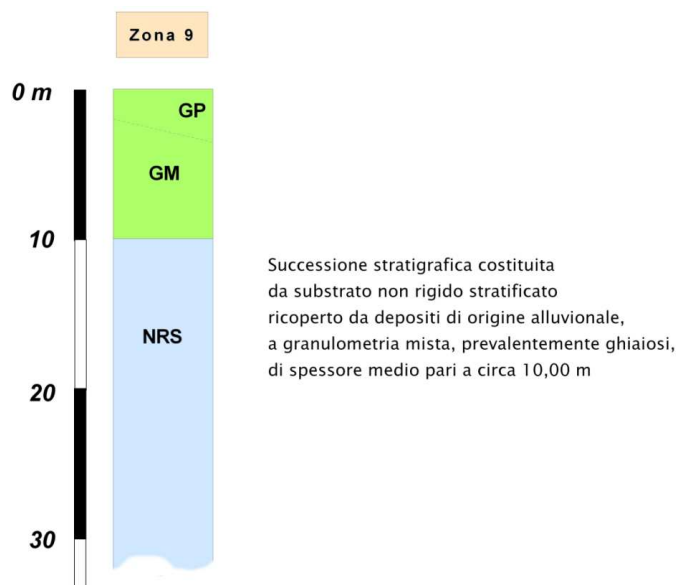
 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	92 di 116


<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- **Zona 7** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido stratificato **NRS** ricoperto da depositi di versante, a granulometria mista, prevalentemente argilloso-limosa di spessore medio a pari a 15 m.
- **Zona 8** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido stratificato **NRS** ricoperto da depositi di versante, a granulometria mista, prevalentemente argilloso-limosa di spessore medio a pari a 5 m. Questa zona è rappresentativa del sottosuolo che interessa buona parte del centro di **Corchia**.



- **Zona 9** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido stratificato **NRS** ricoperto da depositi di origine alluvionale, a granulometria mista, prevalentemente ghiaiosi, di spessore medio pari a 10,00 m.



 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	93 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

La zona è rappresentativa del modello del sottosuolo connesso a dinamiche di deposizione alluvionali riscontrabile a **Corchia** in sinistra idrografica del **T. Manubiola**.

Nella Carta delle microzone omogenee **MOPS**, sono state raffigurate anche alcune tracce di sezioni topografiche in corrispondenza di aree meritevoli di attenzione per una valutazione del contributo dell'**amplificazione topografica**. Infatti, dall'esame della cartografia, è emerso che, tranne per la morfologia dell'abitato di Corchia, dove la componente di amplificazione dovuta alla topografia può essere ritenuta irrilevante, per diverse altre località interessate dal presente studio sono state rilevate **morfologie più brusche e valori acclività significativi**. In tali aree, si è quindi provveduto ad individuare i settori più critici, dove sono stati tracciati profili di studio (tutti perpendicolari alla linea che identifica l'orlo della scarpata, seguendo il più possibile la massima pendenza) per determinare l'entità dell'amplificazione topografica **Ft**.

8.5 Carta delle velocità delle onde di taglio S

In ottemperanza ai riferimenti tecnici citati nelle premesse, è stata redatta per tutte le aree oggetto di studio la **Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)**.

In tale elaborato sono ubicati tutti i punti di misura, distinguendoli a seconda della tipologia di prova effettuata (prova tromografica, MASW o ReMi) e indicando il corrispondente valore di **Vs₃₀** o di **Vs_H** (in m/s), dove:

$$V_{S_H} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

H = spessore totale (in metri) dei terreni di copertura o profondità del *bedrock*

h_i = spessore (in metri) dello strato i-esimo (fino al *bedrock*)


V_{S_i} = velocità (in m/s) dello strato i-esimo (fino al *bedrock*);

$$V_{S_{30}} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

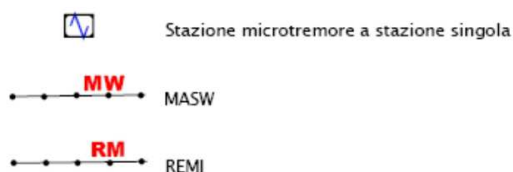
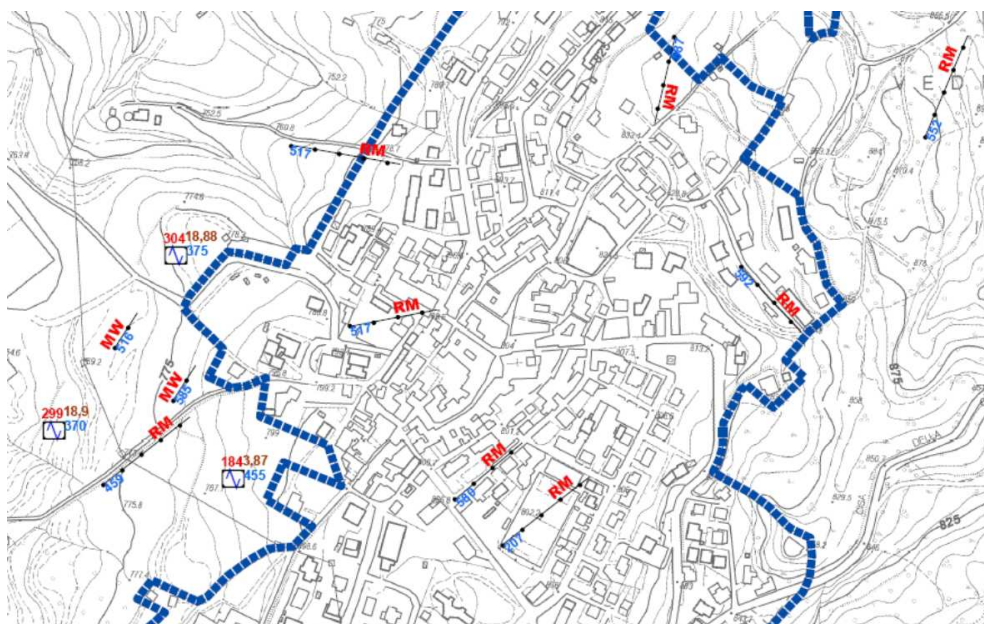
h_i = spessore (in metri) dello strato i-esimo (fino alla profondità di 30 m);

V_{S_i} = velocità (in m/s) dello strato i-esimo (fino alla profondità di 30 m).

A riguardo, va chiarito che, si è indicato Vs_H quando la profondità (H, anch'essa rappresentata nelle carte) da p.c. del contrasto di velocità più significativo individuato

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	94 di 116

dalla prove è risultata compresa tra 3 e 50 m, mentre, per profondità inferiori a 3 m o superiori a 50 m è stato riportato il valore di V_{s30} .



8	H	Profondità (m) da p.c. del contrasto di velocità più significativo individuato dalle misure di microtremore ambientale HVSR e riconducibile all'interfaccia terreni di "copertura" / "substrato rigido" ($V_s \geq 800$ m/s) o "non rigido" ($V_s < 800$ m/s) sottostante.
250	VSH	Velocità V_s (m/s) delle onde di taglio S dei terreni di "copertura" sovrastanti al "substrato rigido" ($V_s \geq 800$ m/s) o "non rigido" ($V_s < 800$ m/s).
450	VS30	Velocità V_s (m/s) delle onde di taglio S nei primi 30 m di terreno



Fig. 41 - Carta delle velocità delle onda di taglio S


Nel successivo paragrafo vengono riportati i risultati a cui si è pervenuti nei diversi ambiti oggetto di studio.

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

8.5.1 Sintesi dei dati

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa delle misure di velocità delle onde di taglio S considerate nel presente studio:

SIGLA Report	Ubicazione	Codice DB			VS_H	VS₃₀
HVSR_BE_03	Berceto	34004	P11	HVSR11	184.00	455.00
HVSR_BE_02	Berceto	34004	P10	HVSR10	304.00	375.00
HVSR_FU_02	Fugazzolo	34004	P33	HVSR33	252.00	393.00
HVSR_FU_03	Fugazzolo	34004	P34	HVSR34	418.00	441.00
HVSR_FU_01	Fugazzolo	34004	P32	HVSR32	338.00	369.00
HVSR_FU_04	Fugazzolo	34004	P35	HVSR35	256.00	433.00
HVSR_FU_05	Fugazzolo	34004	P36	HVSR36	282.00	352.00
HVSR_FU_07	Fugazzolo	34004	P38	HVSR38	363.00	353.00
HVSR_FU_06	Fugazzolo	34004	P37	HVSR37	309.00	299.00
HVSR_CS_14	Casaselvatica	34004	P31	HVSR31	243.00	427.00
HVSR_CS_12	Casaselvatica	34004	P29	HVSR29	272.00	409.00
HVSR_CS_13	Casaselvatica	34004	P30	HVSR30	283.00	401.00
HVSR_CS_11	Casaselvatica	34004	P28	HVSR28	280.00	459.00
HVSR_CS_10	Casaselvatica	34004	P27	HVSR27	354.00	416.00
HVSR_CS_09	Casaselvatica	34004	P26	HVSR26	258.00	393.00
HVSR_CS_08	Casaselvatica	34004	P25	HVSR25	243.00	379.00
HVSR_CS_06	Casaselvatica	34004	P24	HVSR23	276.00	498.00
HVSR_CS_05	Casaselvatica	34004	P23	HVSR24	190.00	327.00
HVSR_CS_04	Casaselvatica	34004	P22	HVSR22	235.00	328.00
HVSR_CS_03	Casaselvatica	34004	P21	HVSR21	275.00	429.00
HVSR_CS_01	Casaselvatica	34004	P20	HVSR20	224.00	415.00
HVSR_CO_01	Corchia	34004	P13	HVSR13	300.00	436.00
HVSR_CO_03	Corchia	34004	P15	HVSR15	279.00	352.00
HVSR_CO_05	Corchia	34004	P17	HVSR17	291.00	383.00
HVSR_CO_07	Corchia	34004	P19	HVSR19	189.00	423.00
HVSR_CO_06	Corchia	34004	P18	HVSR18	247.00	420.00
HVSR_CO_04	Corchia	34004	P16	HVSR16	262.00	459.00
HVSR_CO_02	Corchia	34004	P14	HVSR14	248.00	335.00
HVSR_BE_04	Berceto	34004	P12	HVSR12	299.00	370.00
MASW_BE_01	Berceto	34004	L15	MASW15	409.00	488.00
MASW_BE_02	Berceto	34004	L16	MASW16	280.00	574.00
MASW_BE_03	Berceto	34004	L14	MASW14	450.00	787.00
ReMi_BE_14	Berceto	34004	L12	REMI12	361.00	-
ReMi_BE_13	Berceto	34004	L11	REMI11	396.00	-
ReMi_BE_12	Berceto	34004	L10	REMI10	364.00	-
ReMi_BE_11	Berceto	34004	L9	REMI9	507.00	-
ReMi_BE_03	Berceto	34004	L2	REMI2	293.00	-
ReMi_BE_02	Berceto	34004	L1	REMI1	364.00	-

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	96 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento


ReMi_BE_07	Berceto	34004	L6	REMI6	449.00	-
ReMi_BE_04	Berceto	34004	L3	REMI3	418.00	-
ReMi_BE_15	Berceto	34004	L13	REMI13	344.00	-
ReMi_BE_05	Berceto	34004	L4	REMI4	278.00	-
ReMi_BE_06	Berceto	34004	L5	REMI5	387.00	-
ReMi_BE_10	Berceto	34004	L8	REMI8	331.00	-
ReMi_BE_09	Berceto	34004	L7	REMI7	328.00	-

Esclusivamente a livello conoscitivo per le prove HVSR e MASW si è provveduto al calcolo indistinto delle V_{s_H} e delle $V_{s_{30}}$ selezionando successivamente il valore da utilizzare sulla base del modello geologico ricostruito e più congruo ai dati ottenuti. Dall'analisi complessiva delle prove geofisiche sono emersi i seguenti aspetti rappresentativi:

- la velocità media **V_{s_H}** rappresentativa delle coperture (depositi di versante **Dp**) è pari a circa **200-250 m/s**;
- le **$V_{s_{30}}$** , selezionate per le situazioni dove il contrasto di velocità più significativo si pone a profondità inferiore ai 3 m da p.c., che risulta pari a circa **420 m/s**, dato che conferma la presenza di un substrato geologico intensamente fratturato e/o alterato;
- le velocità della coltre di substrato non rigido intensamente **fratturato e/o alterato** è risultata essere compresa tra **250-350 m/s**;
- le velocità nelle coperture alluvionali è risultata essere di **250 m/s**.

8.6 Carte di microzonazione sismica

Gli ultimi elaborati in cui sono riportati i risultati del presente studio sono le Carte dei fattori di amplificazione, anch'esse redatte alla scala 1:5.000, in cui sono raffigurate le amplificazioni stimate per i vari settori di territorio in esame. La stima dell'amplificazione stratigrafica è stata effettuata tramite procedure semplificate (utilizzo di abachi e formule), possibile laddove l'assetto geologico è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale. Essa è stata quantificata in termini di rapporto di **accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0)** sia di rapporto di **Intensità di Housner (SI/SI_0)** per prefissati intervalli di periodi. Dove PGA_0 e SI_0 sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale e l'Intensità di Housner al suolo di riferimento, e PGA e SI sono le corrispondenti grandezze di accelerazione massima orizzontale e Intensità di Housner calcolate alla superficie dei siti esaminati. La scelta dell'abaco per la stima è stata valutata sulla base delle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo. Considerato che, in Comune di Berceto, il **substrato marino** risulta caratterizzato sempre da **$V_s < 800$ m/s** sono state prese in considerazione le seguenti tabelle, proposte nell'**Allegato 2 degli**

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	97 di 116

PROGETTO	LIVELLO
COMUNE DI BERCETO	Primo e secondo livello di approfondimento
Studio di microzonazione sismica	

indirizzi regionali, paragrafo A2.1.1 - APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO, degli indirizzi regionali:

- Tabelle riportate in **Tab. A** quando il substrato marino risulta affiorante o sub-affiorante;
- Tabelle riportate in **Tab. B** quando il substrato marino non risulta affiorante o sub-affiorante;

F.A. P.G.A.

V_{s30}	450	500	600	700	800
F.A.	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.1s < T_0 < 0.5s$

V_{s30}	450	500	600	700	800
F.A.	1.5	1.4	1.3	1.1	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.5s < T_0 < 1.0s$

V_{s30}	450	500	600	700	800
F.A.	1.4	1.4	1.3	1.3	1.0

Tab. A – Tabelle da utilizzare per la stima di F.A. per APPENNINO E MARGINE APPENNINICO-PADANO in caso substrato marino affiorante caratterizzato da $V_s < 800$ m/s (da Allegato 2 degli indirizzi regionali)

F.A. P.G.A.


V_{sH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0
10	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
15	2.5	2.2	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
20	2.3	2.2	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
25	2.1	2.1	2.1	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
30	1.9	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
35	1.8	1.9	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
40	1.7	1.9	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.1s < T_0 < 0.5s$

V_{sH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0
10	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
15	2.6	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
20	2.6	2.5	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
25	2.4	2.6	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
30	2.2	2.4	2.3	2.1	1.9	1.7	1.6	1.3	1.1	1.0
35	2.0	2.2	2.3	2.2	1.9	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0
40	1.8	2.0	2.3	2.3	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.5s < T_0 < 1.0s$

V_{sH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0
10	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.1	1.0
15	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.0
20	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.0
25	2.4	2.4	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.0
30	2.8	2.8	2.4	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.0
35	3.0	2.9	2.7	2.1	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3	1.0
40	3.1	3.0	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.0

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	98 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

**Tab. B – Tabelle da utilizzare per la stima di F.A. per APPENNINO E
MARGINE APPENNINICO-PADANO in caso substrato marino non affiorante
caratterizzato da $V_s < 800$ m/s (da Allegato 2 degli indirizzi regionali)**

Il calcolo dei singoli fattori di amplificazione è stato effettuato considerando il modello geologico già definito, per ciascuna microzona omogenea, nei precedenti paragrafi (cfr. par. 8.4); mentre, per quanto concerne le velocità, alla luce dei valori desunti dalle indagini e riportati nel paragrafo 8.5.

Le prove geofisiche eseguite, in accordo con la modellazione geologica delle **MOPS**, hanno confermato come il substrato non rigido (**NR**) stratificato (**S**) e non stratificato, caratterizzante i luoghi oggetto di analisi, sia interessato da uno spessore di fratturazione\alterazione variabile (ipotizzabile 10-5 m da p.c.) con scadenti proprietà geomeccaniche, velocità delle onde di taglio e possibile risposta sismica, assimilabili a quelle tipiche delle coperture quaternarie rilevate.

In tal senso, per la determinazione dei fattori di amplificazione, è stata unicamente impiegata la tabella relativa al **substrato non rigido non affiorante (Tab. B)**, entrando con i valori medi delle V_{sH} per ciascuna zona omogenea.


ZONA (MOPS)	H (c: cop., f:frat., a:alt.)*	V_{sH}	F.A. P.G.A.	F.A. I.S. 0.1s<To<0.5s	F.A. I.S. 0.5s<To<1.0s
ZONA 1	10 m (f)	350 m/s	1.6	1.6	1.4
ZONA 2	10 m (f)	350 m/s	1.6	1.6	1.4
ZONA 3	5 m (c)	250 m/s	1.7	1.5	1.4
ZONA 4	5 m (a)	250 m/s	1.7	1.5	1.4
ZONA 5	10 m (a)	300 m/s	1.8	1.7	1.4
ZONA 6	10 m (a)	300 m/s	1.8	1.7	1.4
ZONA 7	10 m (c)	250 m/s	2	1.9	1.5
ZONA 8	5 m (c)	200 m/s	2	1.7	1.4
ZONA 9	10 m (c)	250 m/s	2	1.9	1.5

* Legenda: spessore copertura detritica\alluvionale (**c**), spessore fratturato (**f**), spessore alterazione (**a**).

I **fattori di amplificazione** calcolati, come sopra descritto sono stati rappresentati nelle relative carte, effettuando gli accorpamenti indicati dagli SRAI e riportati nella seguente figura.

Nello specifico sono state elaborate n.3 carte relative ai fattori di amplificazione:

- **F.A. P.G.A.**
- **F.A. I.S. 0.1s<To<0.5s**
- **F.A. I.S. 0.5s<To<1.0s**

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	99 di 116

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

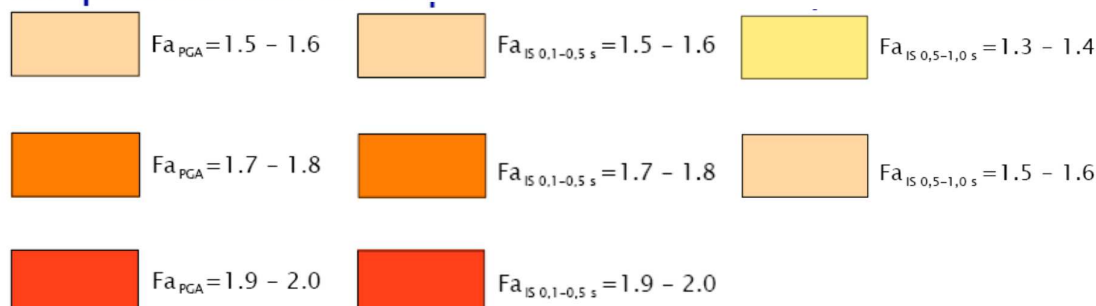


Fig. 42 – Legenda adottata per l'accorpamento dei fattori di amplificazione nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Nelle stesse carte sono state cartografate a parte le zone suscettibili di instabilità di versante per le quali sono richiesti **approfondimenti di terzo livello**.

Zone suscettibili di instabilità



Fig. 43 – Legenda adottata per l'individuazione delle zone instabili dove sono richiesti approfondimenti di terzo livello

Per completare l'analisi della microzonazione sismica di **II° livello**, si è provveduto alla valutazione dell'entità dell'**amplificazione topografica**, necessaria per ricavare il fattore di amplificazione sismica totale (**S**), determinabile dalla seguente formula:

$$S = S_s \times S_T$$

Dove:

S_s = fattore di amplificazione stratigrafica S_T = fattore di amplificazione topografica

Il calcolo di S_T è stato opportunamente delimitato, come già anticipato, ad alcune aree contraddistinte da elevata pendenza, nelle quali si è quindi provveduto ad individuare i settori più critici, dove sono stati tracciati n° **9 profili** (seguendo il più possibile la linea massima pendenza).

Sia nelle planimetrie che nelle sezioni sono stati evidenziati i tratti delle aree con **amplificazione topografica > 1**, con colori differenti a seconda del valore di S_T .

Sono state seguite le procedure di calcolo dell'Allegato 2 degli indirizzi regionali, che riportano l'algoritmo per la determinazione del fattore di amplificazione sismica indotto da

fattori topografici, come raffigurato nella figura seguente. Per il calcolo del **Fattore di Amplificazione topografica S_T** dettagliatamente descritto nella Fig.44, sono state seguite le disposizioni e i suggerimenti contenuti nell'Allegato 2 degli indirizzi regionali.

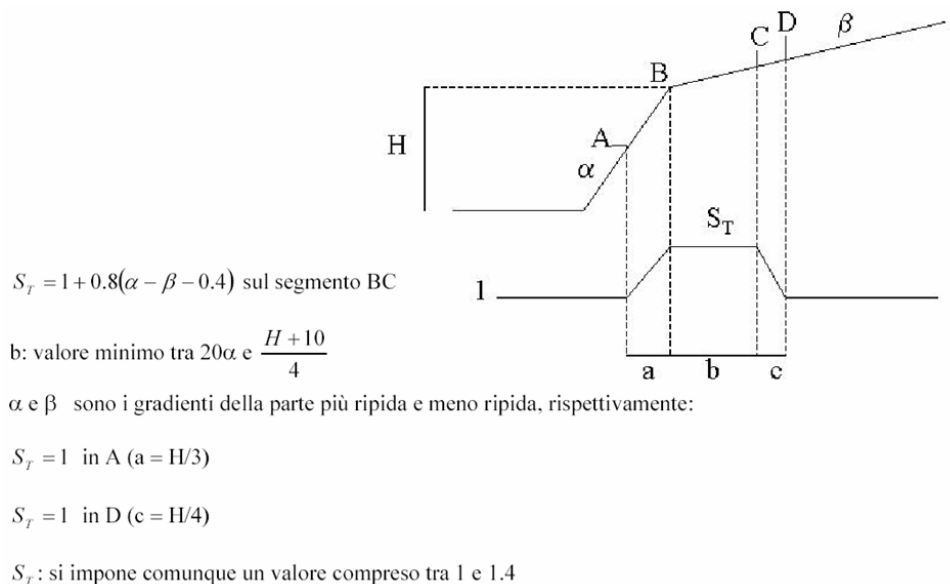



Fig. 44 – Calcolo del fattore di amplificazione topografica secondo gli indirizzi regionali

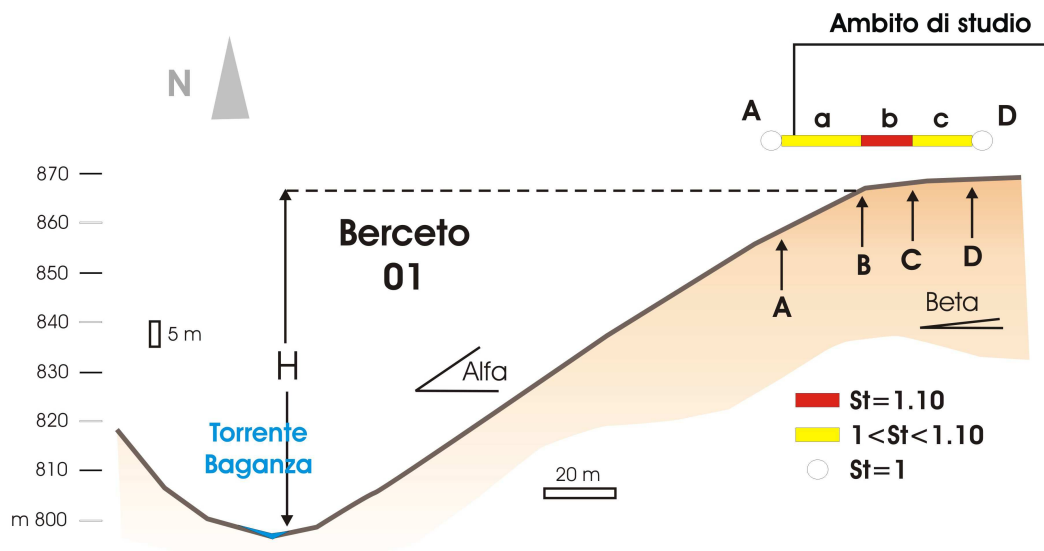
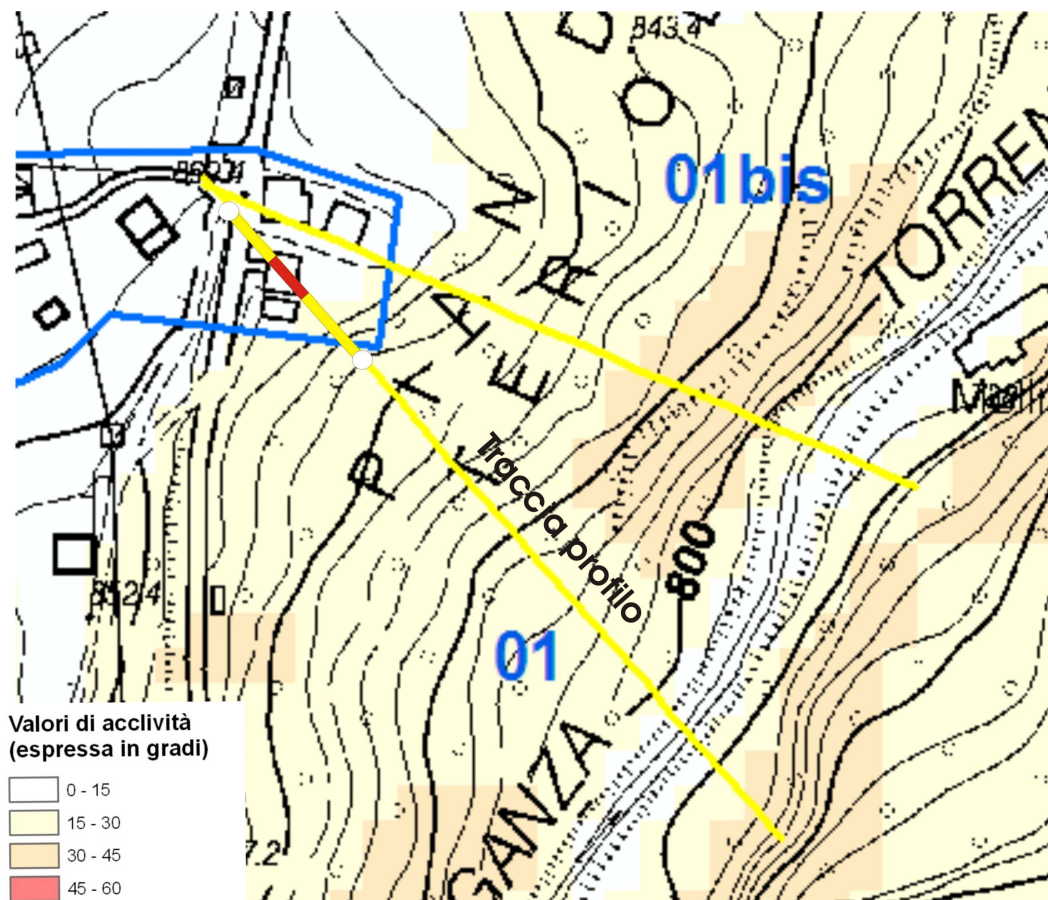
Nelle diverse aree di studio, come già precisato nel paragrafo 8.4 (Carta delle MOPS) si è quindi provveduto ad individuare i settori più critici, dove sono stati tracciati profili di studio (tutti perpendicolari alla linea che identifica l'orlo della scarpata, seguendo il più possibile la massima pendenza) per determinare l'entità dell'amplificazione topografica S_T . Nello specifico sono state individuate le seguenti aree:

Sigle	Località	Ubicazione	S_t
01	Pian dei Terioli – Il Poggio	Berceto	1.10
01bis	Pian dei Terioli – Il Poggio	Berceto	1.15
02	Tra la Costa – Il Molino	Berceto	1.06
01	C. Tra la Costa	Casaselvatica	0.98
02	La Costa - Casaselvatica	Casaselvatica	0.90
03	La Costa - Casaselvatica	Casaselvatica	1.01
01	Fugazzolo Sopra	Fugazzolo	1.18
02	Fugazzolo Sopra	Fugazzolo	1.06
03	Fugazzolo Sotto	Fugazzolo	1.12

Dall'analisi condotta si rileva che in alcuni degli ambiti studiati, Berceto Capoluogo sul lato in sinistra idrografico del T. Baganza e ai margini delle Frazioni di Fugazzolo, il contributo dell'amplificazione topografica risulta compreso tra i valori di **1.18-1.10 (Ft)**.

Di seguito si riporta una sintesi schematica delle analisi effettuate:

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	101 di 116



BERCETO 01

Amplificazione Topografica

Alfa	Beta
Gradi 35	Gradi 10
Alfa 0.70	Beta 0.17

H	Alfa	Beta	St	a	b1	b2	c
70	0.70	0.17	1.10	23.33	14.00	20	17.50

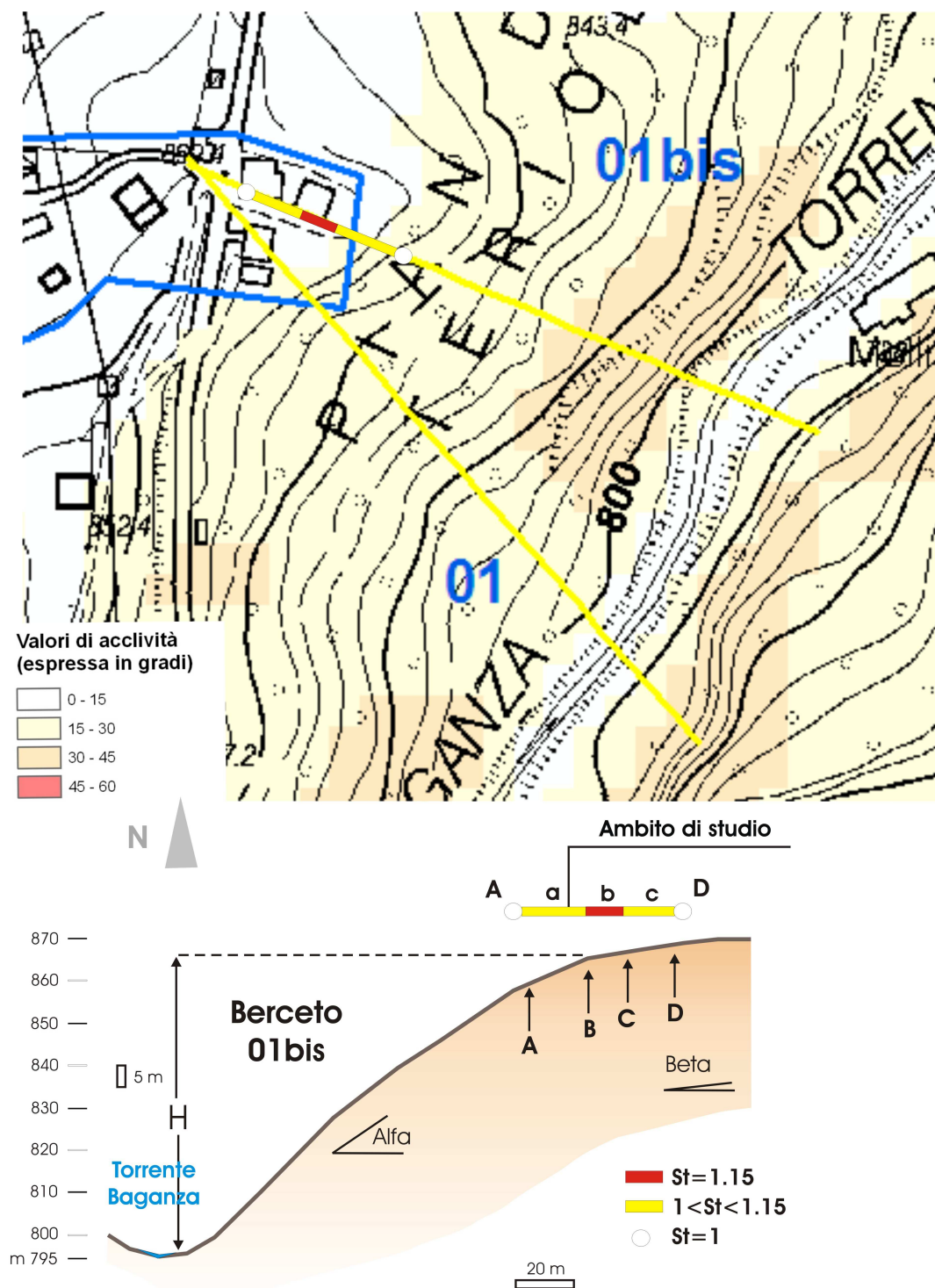


PROVINCIA
DI PARMA

Elaborato
Relazione illustrativa

Data
Maggio 2014

Pag.
102 di
116



BERCETO 01bis

Amplificazione Topografica

Alfa	Beta
Gradi 37	Gradi 9
Alfa 0.75	Beta 0.16

H	Alfa	Beta	St	a	b1	b2	c
68	0.75	0.16	1.15	22.67	15.00	19.5	17.00



PROVINCIA
DI PARMA

Elaborato

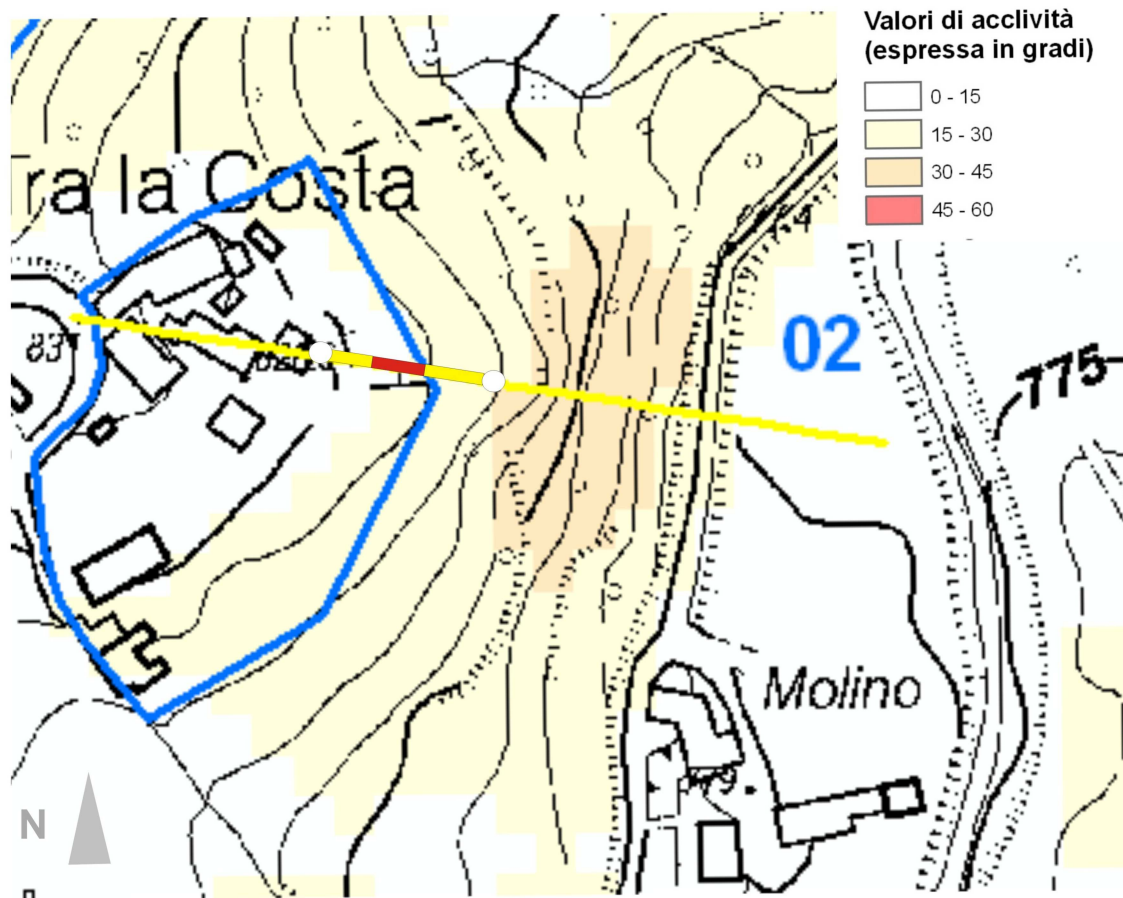
Relazione illustrativa

Data

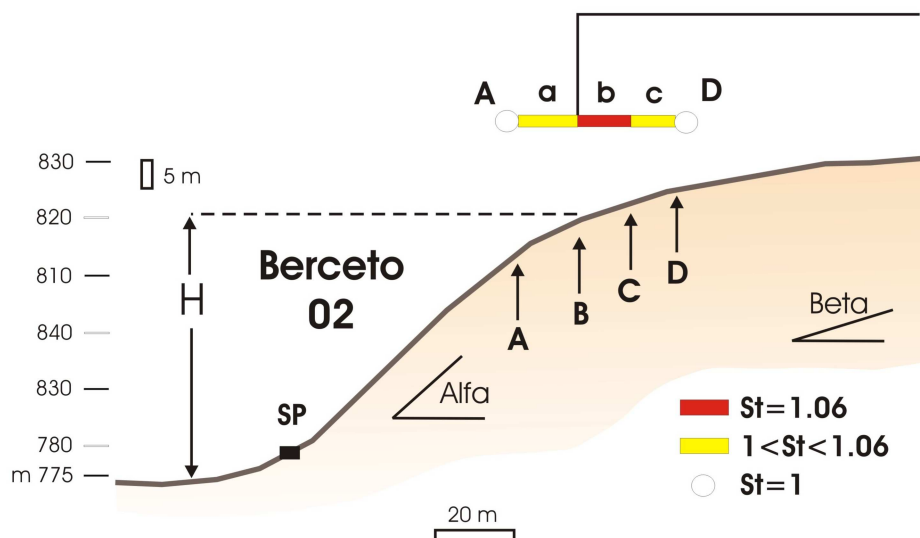
Maggio 2014

Pag.

103 di
116



Ambito di studio



BERCETO 02

Amplificazione Topografica

Alfa	Beta
Gradi 38	Gradi 17
Alfa 0.78	Beta 0.30

H	Alfa	Beta	St	a	b1	b2	c
47	0.78	0.30	1.06	15.67	15.60	14.25	11.75



PROVINCIA
DI PARMA

Elaborato

Relazione illustrativa

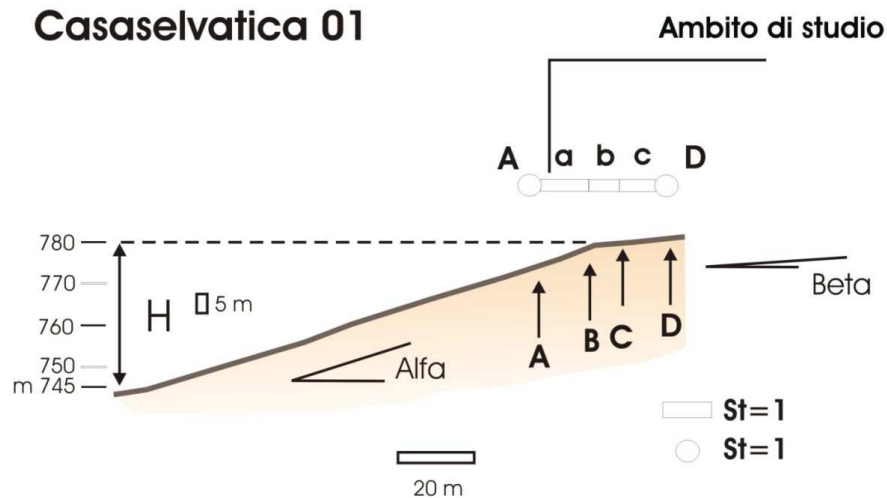
Data

Maggio 2014

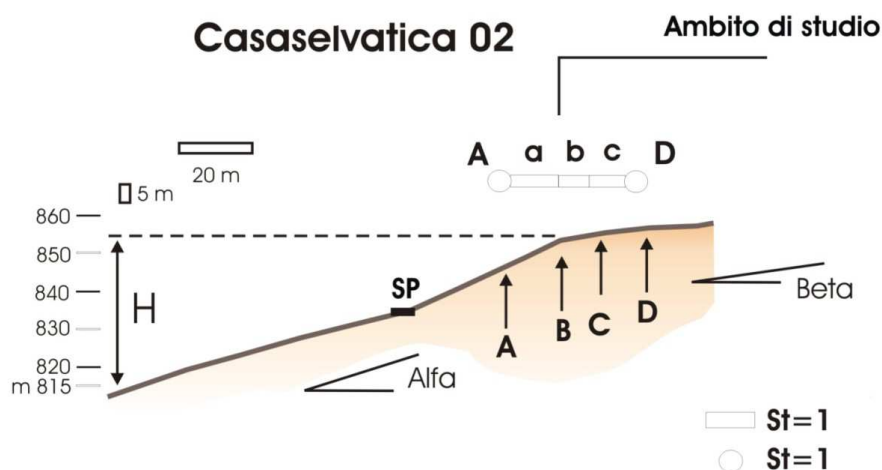
Pag.

104 di
116

Casaselvatica 01



Casaselvatica 02



CASASELVATICA 01

Amplificazione Topografica

Alfa		Beta	
Gradi	22	Gradi	2
Alfa	0.40	Beta	0.03

H	Alfa	Beta	St	a	b1	b2	c
38	0.40	0.03	0.98	12.67	8.00	12	9.50

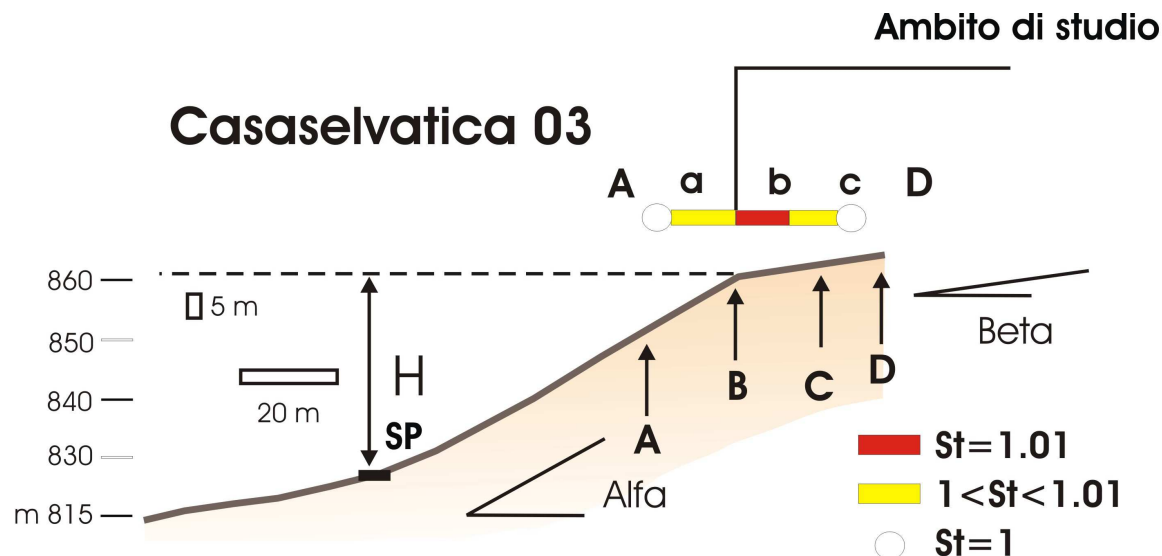
CASASELVATICA 02

Amplificazione Topografica

Alfa		Beta	
Gradi	19	Gradi	4
Alfa	0.34	Beta	0.06

H	Alfa	Beta	St	a	b1	b2	c
43	0.34	0.06	0.90	14.33	6.80	13.25	10.75

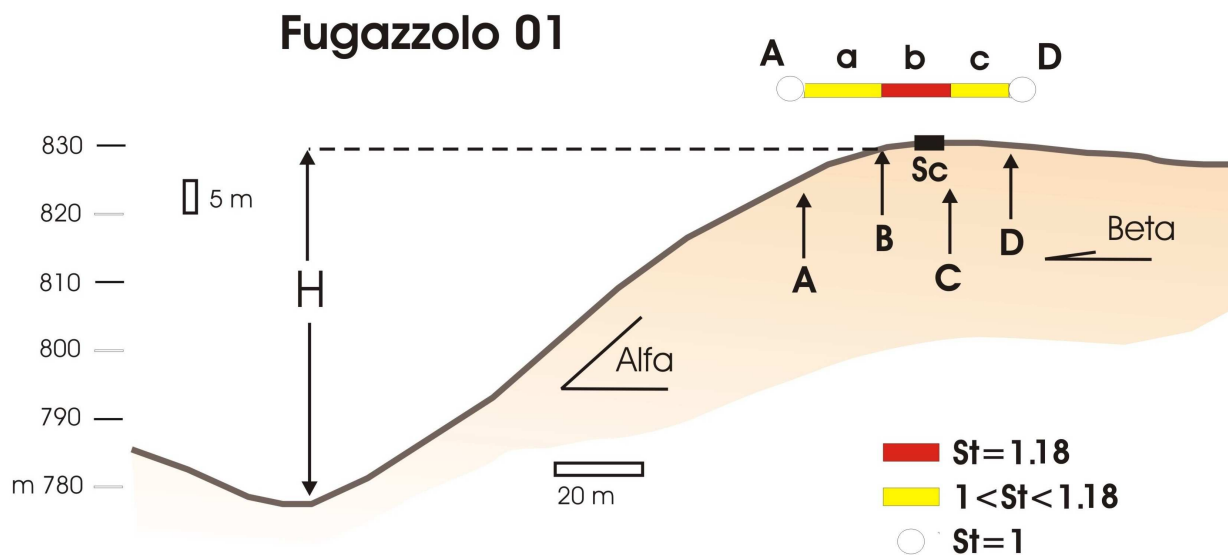




CASASELVATICA 03
Amplificazione Topografica

Alfa	Beta
Gradi	29
Alfa	0.55
Beta	0.14

H	Alfa	Beta	St	a	b1	b2	c
40	0.55	0.14	1.01	13.33	11.00	12.5	10.00

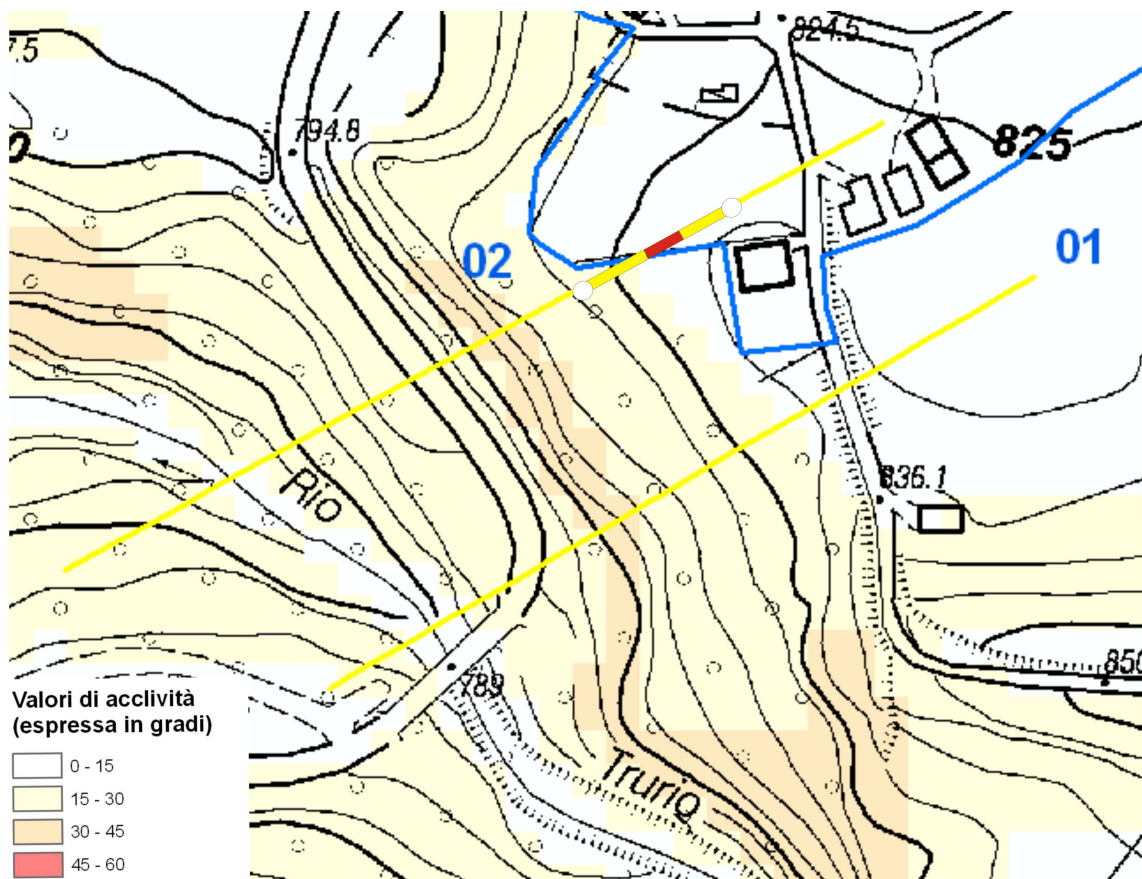


FUGAZZOLO 01
Amplificazione Topografica

Alfa	Beta
Gradi	32
Alfa	0.62
Beta	0.00

H	Alfa	Beta	St	a	b1	b2	c
53	0.62	0.00	1.18	17.67	12.40	15.75	13.25



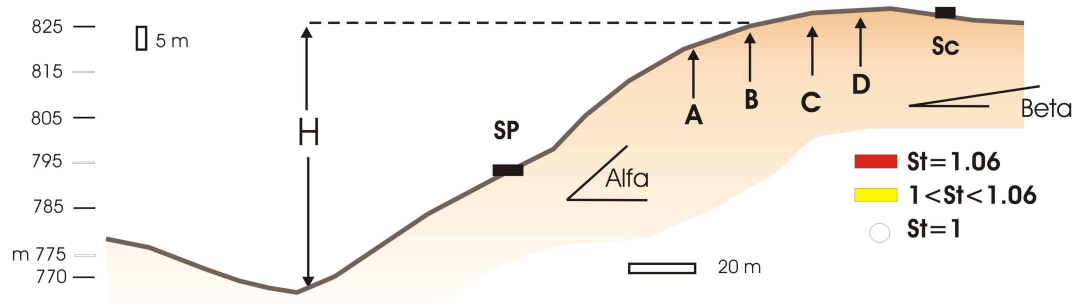


Fugazzolo 02



Ambito di studio

A a b c D



FUGAZZOLO 02 Amplificazione Topografica

Alfa	Beta
Gradi 31	Gradi 7
Alfa 0.60	Beta 0.12

H	Alfa	Beta	St	a	b1	b2	c
59	0.60	0.12	1.06	19.67	12.00	17.25	14.75

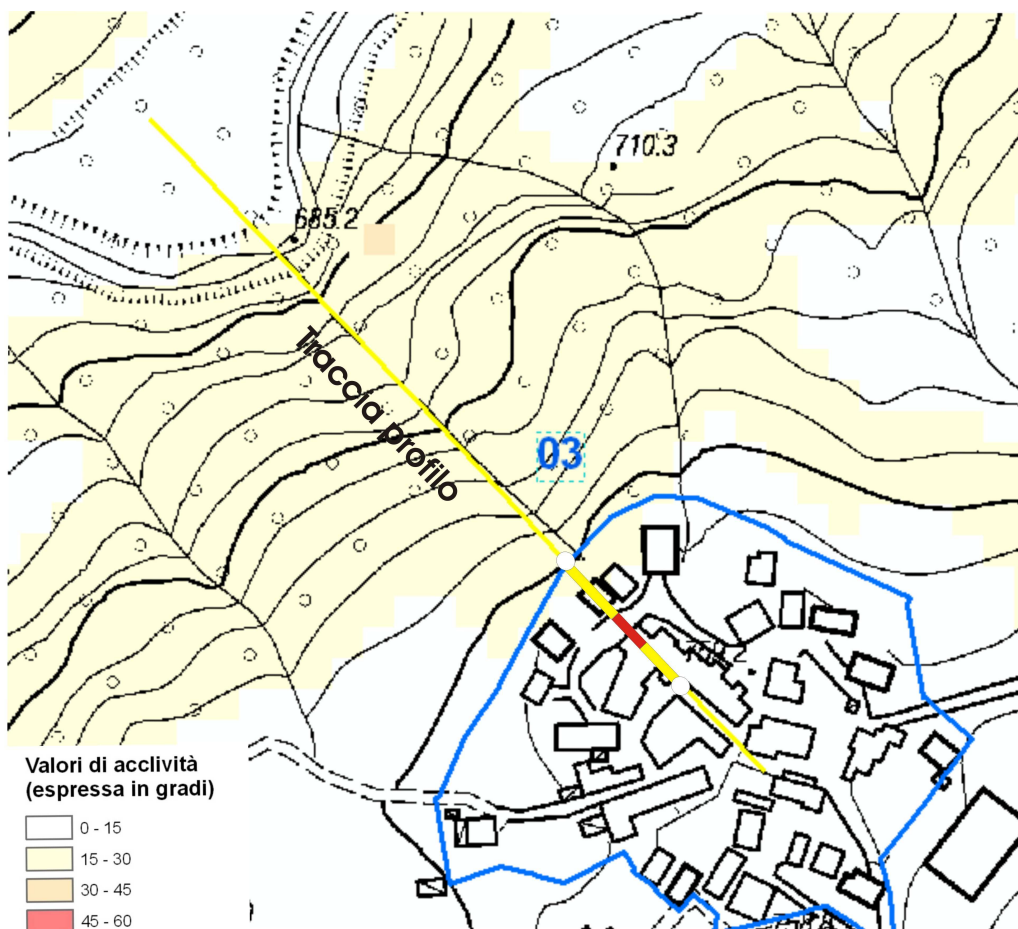


PROVINCIA
DI PARMA

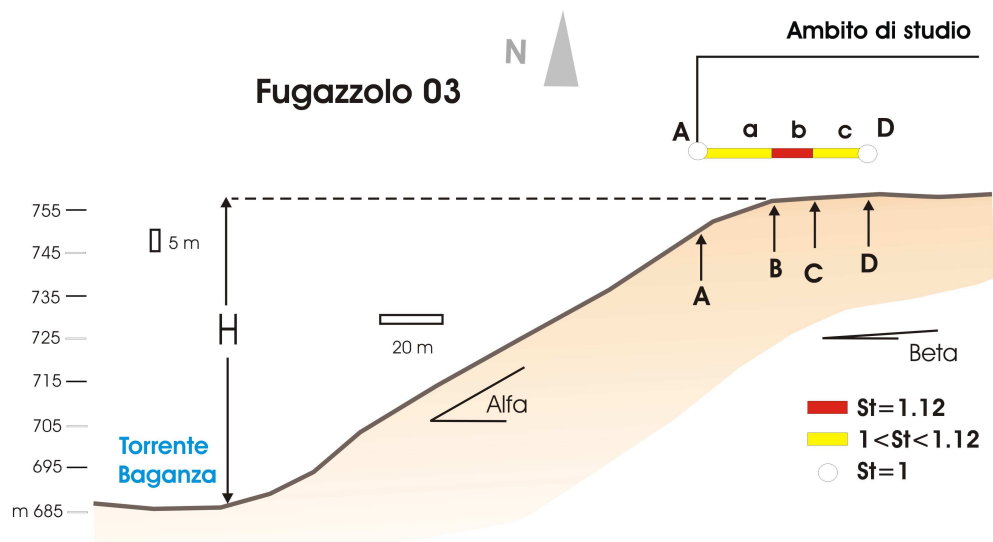
Elaborato
Relazione illustrativa

Data
Maggio 2014

Pag.
107 di
116



Fugazzolo 03



FUGAZZOLO 03

Amplificazione Topografica

Alfa	Beta
Gradi	Gradi
Alfa	Beta

H	Alfa	Beta	St	a	b1	b2	c
68	0.55	0.00	1.12	22.67	11.00	19.5	17.00



**PROVINCIA
DI PARMA**

Elaborato
Relazione illustrativa

Data
Maggio 2014

Pag.
108 di
116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Dai risultati ottenuti si individuano le seguenti località con un valore di S_T non trascurabile ai fine del calcolo finale dell'amplificazione per il II° livello del presente studio di MS:

Pian dei Terioli - Il Poggio	Berceto	1.10
Pian dei Terioli - Il Poggio	Berceto	1.15
Fugazzolo Sopra	Fugazzolo	1.18
Fugazzolo Sotto	Fugazzolo	1.12

Ne consegue che l'amplificazione sismica complessiva, nelle località sopra elencate, in cui è stato evidenziato un $ST > 1$ non trascurabile, è stata ricalcolata attraverso il prodotto tra il fattore di amplificazione stratigrafica F.A. P.G.A, F.A. I.S. $0.1s < T_0 < 0.5s$ e F.A. I.S. $0.5s < T_0 < 1.0s$ per lo stesso fattore di amplificazione topografica S_T , così come calcolato lungo i profili studiati.

8.7 Commenti finali e criticità


Va precisato che il presente studio presenta **carattere sperimentale**, trattandosi di una delle prime applicazioni, in un contesto territoriale quale quello indagato, di microzonazione sismica mediante l'applicazione dei criteri contenuti negli ICMS e negli indirizzi regionali.

Del resto, nei capitoli precedenti, è stato ampiamente evidenziato come l'assetto geologico delle aree indagate sia tale per cui la **risposta sismica locale risulti condizionata da vari fattori, spesso di difficile definizione**, con le informazioni litostratigrafiche e sismiche, sia già disponibili che reperibili a costi sostenibili.

Anche l'**interpretazione delle indagini tromografiche** effettuate, che restituiscono curve H/V in cui sono generalmente presenti più picchi, con contrasti d'impedenza bassi e simili tra loro, a **frequenze associabili a differenti profondità**, anche tali da non trovare un riscontro stratigrafico attendibile, **non è sempre facile**, considerato che in contesti territoriali non oggetto di piani urbanistici e di attività edilizia recente **risulta evidente una carenza di indagini geognostiche dirette a collaudo e correlazione dei dati geofisici**.

Ciononostante, per i centri abitati indagati, a seguito del reperimento di diverso materiale bibliografico e di rilevamenti geologici e geomorfologici di terreno, è stato possibile effettuare, pur tramite procedure semplificate, una microzonazione del territorio con attribuzione di differenti fattori di amplificazione.

Sostanzialmente, sotto l'**aspetto stratigrafico**, in un contesto caratterizzato dalla presenza di un substrato marino caratterizzato da **Vs variabili**, quasi sempre minore di 800 m/s, si è riconosciuto un **graduale aumento dei fattori di amplificazione**

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	109 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento


all'aumentare dello spessore delle coperture quaternarie (variabile, a seconda delle zone, da 0 a 10 m).

La presenza di un substrato geologico intensamente fratturato e/o alterato impone la necessità di effettuare attente valutazioni nella fase di individuazione dei parametri utili al calcolo dei fattori di amplificazione, con specifico riferimento alla possibilità di attribuire allo spessore della porzione fratturata e/o alterata pari il ruolo e i valori che possono assumere le coperture quaternarie nella MS del territorio.

Nel contesto territoriale studiato, in ragione della diffusa presenza di aree instabili, risulta prioritaria ai fini della MS l'effettuazione di **analisi di III° livello**.

In conclusione:

- la MS del territorio risulta efficace se effettuata ed applicata sin dalle prime fasi della pianificazione territoriale ed urbanistica con strumenti normativi adeguati
- l'esperienza condotta a livello comunale evidenzia come la mancanza o carenza di indagini geognostiche pregresse rappresenti un evidente punto di debolezza nel processo di elaborazione della MS a scala locale;
- a prescindere dall'importanza di effettuare rilievi geologici di campagna a supporto della fase di interpretazione delle prove geofisiche (pregresse e di nuova acquisizione), si ritiene di fondamentale importanza la possibilità di disporre di un patrimonio conoscitivo geologico costituito di dati geognostici diretti;
- nella consapevolezza che tale possibilità è strettamente connessa alla gestione urbanistica ed edilizia nel comune di interesse, nonché connessa a risorse economiche non sempre disponibili, si ritiene fondamentale e necessario procedere a **studi di MS in forma associata**, fra più Comuni o nell'ambito delle **Unione di Comuni**, per avere quindi a disposizione una maggiore quantità di risorse sia economiche che conoscitive in un ottica di omogeneità di valutazione.


 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	110 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

9. CONFRONTO DELLA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Nel Comune di Berceto, non è stato possibile effettuare un'analisi della distribuzione dei danni degli eventi sismici avvenuti in passato, in quanto, relativamente a tale tematica, non sono stati trovati documenti specifici.


A riguardo, non è stata utile neppure la consultazione di DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano, poiché, in esso, l'unica località considerata ricadente all'interno del territorio comunale è il Capoluogo, per il quale è comunque riconosciuta una generale condizione di instabilità sia legata all'evoluzione geomorfologica del versante sia legata a problemi di carattere strutturale di alcuni edifici del centro storico di Berceto riconducibili a cedimenti differenziali delle strutture di fondazione in relazione all'assenza di una corretta regimazione delle acque ed alla presenza di terreni particolarmente scadenti sotto il profilo geotecnico.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	111 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento


10. BIBLIOGRAFIA

- Albarelo D., Bosi V., Bramerini F., Lucantoni A., Naso G., Peruzza L., Rebez A., Sabetta F. and Slejko D.; 2000: Carte di pericolosità sismica del territorio nazionale, Quad. Geofis., 12, 1-7.
- Albarelo D., Castellaro S. (2011) - TECNICHE SISMICHE PASSIVE: INDAGINI A STAZIONE SINGOLA, Ingegneria Sismica Anno XXVIII - n. 2 - 2011, Appendice I e II, pp 50-62.
- Assimaki, D., Kausel, E. and Gazetas, G. (2005), Soil-dependent topographic effects: a case study from the 1999 Athens earthquake, Earthquake Spectra, Vol. 21, No. 4, 929-966
- Azzara R., Caserta A., Marra F., Rovelli A., 2000; Possono generarsi onde intrappolate nelle faglie inattive 18° Convegno Nazionale GNGTS, Esagrafica, Roma, pp. 173-175
- Baldi M., Baldini U., Bevivino R., Castagnetti S., Daminelli R., Gianferrari C., Marcellini A., Martelli L. e Tinto A., 2010: UNIONE TERRE DI CASTELLI: VALIDAZIONE DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DI II LIVELLO (2010) - 29° Convegno Nazionale Gruppo Nazionale Geofisica della Terra Solida, Prato.
- Bernini M. & Vescovi P. (2002) - Carta strutturale della Media Val Taro. Atti del 3° seminario sulla Cartografia Geologica, Regione Emilia-Romagna, 26-27 Febbraio 2002, Bologna.
- Bertolini G. & Pellegrini M. (2001) - The landslide of the Emilia Apennines (northern Italy) with inference to those which resumed activity in the 1994-1999 period and required Civil Protection interventions. Quaderni di Geologia Applicata, 8 (1), 27-74.
- Boccaletti M., Bonini M., Corti G., Gasperini P., Martelli L., Piccardi L., Tanini C. and Vannucci G. (2004) - Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna, scala 1:250.000. Regione Emilia-Romagna, SGSS - CNR, IGG, Firenze. S.EL.CA., Firenze.
- Boccaletti M. & Coli M. (redattori) (1982) - Carta strutturale dell'Appennino settentrionale (scala 1:250000). C.N.R., P.F. Geodinamica, pubbl. n°429.
- Borghini G., Bernini M., Papani G. (1999): Individuazione e mappatura di faglie attive e/o strutture sismogenetiche in Appennino nord-occidentale. Progetto 5.1.2 "Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili" GNDT.
- Boschi E., Ferrari G., Gasperini P., Guidoboni E., Smriglio G., Valensise G. (1995): Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980. Istituto Nazionale di Geofisica, SGA storia geofisica ambiente.
- Cattaneo M., Eva C., Merlanti F. (1987): Alcune considerazioni sulla sismicità dell'Appennino Nord- Occidentale. Mem. Descr. della Carta Geologica d'Italia Vol. XXXV.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	112 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- Castellarin A., Eva C., Giglia G., Vai G. B. (1996): Analisi strutturale del Fronte Appenninico Padano. Giorn. Geol., s. 3°, 47, 47-76.
- Castellaro Silvia and Francesco Mulargia (2009) VS30 Estimates Using Constrained H/V Measurements. Bulletin of the Seismological Society of America; April 2009; v. 99; no. 2A; p. 761- 773.
- Cerrina Feroni A., Ottria G., Martinelli P., Martelli L. & Catanzariti R. (2002) – Carta Geologica strutturale dell’Appennino Emiliano-Romagnolo. Atti del 3° seminario sulla Cartografia Geologica, Regione Emilia Romagna, 26-27 Febbraio 2002, pp. 58-63, Bologna.
- Chiarabba et alii (2005). *A new view of Italian seismicity using 20 years of instrumental recordings*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, CNT, Rome, Italy, Tectonophysics 395 (2005) 251–268.
- Cruden D.M. & Varnes D.J. (1996) – Landslide types and process (In: Turner A.K. & Schuster R.L. (eds) – Landslide: investigation and mitigation). Special Report 247.
- Del. A.L. 112/2007 - Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell’art. 16, c. 1, della L. R. 20/2000 per “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”. Deliberazione dell’Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n. 112 del 2/5/2007, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Emilia-Romagna n. 64 del 17/5/2007
- Del. G.R. n.1677 del 24 ottobre 2005 “Prime indicazioni applicative in merito al decreto ministeriale 14 settembre 2005 (pubblicato sul supplemento ordinario n. 159 alla gazzetta ufficiale n. 222 del 23 settembre 2005) recante "Norme tecniche per le costruzioni".
- ENEL (1984): Studio del Sistema del Taro. Rapporto interno.
- ENEL (1985): Linea Pedeappenninica. Rapporto interno.
- Gardin S., Marino M., Monechi S., & Principi G. (1994) – *Biostratigraphy and sedimentology of Cretaceous Ligurian flysch: palaeogeographical implications*. Mem. Soc. Geol. It., 48, 219-235, Roma.
- Gasperi G., Cremaschi M., Mantovani Uguzzoni M. P., Cardarelli A., Cattani M., Labate D. (1987): Evoluzione plio-aternaria del Margine Appenninico Modenese e dell’antistante pianura. Note illustrative alla Carta Geologica. Mem. Soc. Geol. It., 39, 375-431, 8 ff.
- Géli, L., P.-Y., Bard and B. Jullien, 1988. *The effect of topography on earthquake ground motion: a review and new results*. Bull. Seism. Soc. Am. 78, 42-63.
- Gruppo di lavoro MS, 2008. “INDIRIZZI E CRITERI PER LA MICROZONAZIONE SISMICA”. Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome - Dipartimento della


 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	113 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

Protezione Civile, Roma, 3 vol. e Dvd.


http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir_pk=395&cms_pk=15833

- Gruppo di lavoro CPTI (2004). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/>
- GUIDELINES FOR THE IMPLEMENTATION OF THE H/V SPECTRAL RATIO TECHNIQUE ON AMBIENT VIBRATIONS MEASUREMENTS, PROCESSING AND INTERPRETATION - SESAME European research project, dicembre 2004.
- Larini G, Malaguti C e Tellini C (2001b) – La frana di Costa di Casaselvatica (Comune di Berceto, Provincia di Parma). Quad. Geol. Appl., 8: 59-114, Pitagora Ed, Bologna.
- Locati M., Camassi, R. e Stucchi M. (a cura di) (2011) . BDMI11, LA VERSIONE 2011 DEL DATABASE MICROSISMICO ITALIANO. Milano,Bologna, <http://Emidius.mi.ingv.it/DBMI11>
- L.R. n.19 del 30 ottobre 2008 “Norme per la Riduzione del Rischio Sismico”
- Magri G. e Molin D.; 1986: I terremoti del 3 Gennaio 1117 e del 25 Dicembre 1222. ENEA-RTIPAS-ASPGEOLO, 2
- Marcellini A., Martelli L, Tento A., Daminelli R. - L'AMPLIFICAZIONE SISMICA NEGLI “INDIRIZZI PER GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA IN EMILIA-ROMAGNA PER LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA” (2009)
- 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.
- OPCM 3274/2003 - Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 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, 8/5/2003, Suppl. Ord. n. 72
- Parea G. C. (1987): Paleogeografia e Tettonica tardo-pleistoceniche del Pedepennino Modenese. Mem. Soc. Geol. It., 39, 433-446, 5 ff.
- Regione Emilia-Romagna (1990) – Carta Geologica dell’Appennino emiliano-romagnolo in scala 1:50000, Foglio 217-Neviano degli Arduini. S.EL.CA., Firenze.
- Ricci Lucchi F., Colalongo M.L., Cremonini G., Gasperi G., Iaccarino S., Papani G., Raffi S., & Rio D. (1982) –Evoluzione sedimentaria del margine appenninico. In: G. Cremonini & F. Ricci Lucchi (eds.) “Guida alla geologia del margine appenninico padano”, Soc. Geol. It., Guide Geologiche Regionali, pp. 17-46, Milano.
- Rio D., Villa G., & Cantadori M. (1983) – Nannofossils dating of the Helminthoid Flysch Units in the Northern Apennines. Giornale di Geologia, 45 (1), 57-86.

	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	114 di 116

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

- Rizzoli E., Bradley F. & Milazzo G. (1988) - Carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo alla scala 1:10000; Passo della Cisa-M.Orsaro, Sezione 216120-216160. Università degli studi di Parma: Dipartimento di scienze della Terra, Università degli studi di Pisa: Dipartimento di Scienze della Terra, Regione Emilia Romagna: Servizio informativo e statistica-Ufficio cartografico.
- Ronchetti Francesco, 2003, Tesi di Laurea in Scienze Geologiche, indirizzo applicativo - Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, "La frana di Berceto, Val Taro - Appennino parmense". Relatore: Dr. Alessandro Corsini (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia), co-relatore: Prof. Claudio Tellini (Università degli Studi di Parma), Dr. Massimo Barbieri (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia).
- Servizio Pianificazione Territoriale PTCP della Provincia di Parma approvato con Del.C.P. n.134 del 21/12/2007
- Serva L. (1990): Il ruolo delle scienze della terra nelle analisi di sicurezza di un sito per alcune tipologie di impianti industriali: il terremoto di riferimento per il sito di Viadana (MN). Boll. Soc. Geol. It., 109, 375-411, 18 ff.
- Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli - Regione Emilia-Romagna.
<http://www.regione.emiliaromagna.it/wcm/geologia/canali/sismica>
- Stucchi et alii. (2007). DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04.
<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04> Quaderni di Geofisica, Vol 49, pp.38
- Stucchi M., Editor; 2004: Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'ordinanza OPCM 3274 del 20 Marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile - Gruppo di Lavoro INGV, Milano - Roma, Aprile 2004, 65 pp. 5 app.
- Tellini C. (2002) - Geomorfologia. In Vescovi P. (eds.), Note illustrative della Carta Geologica D'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 216-Borgo Val di Taro. Regione Emilia-Romagna, S.EL.CA., Firenze.
- VARIANTE P.T.C.P. ADEGUAMENTO L.R. 19/2008 - Quadro Conoscitivo - RELAZIONE PROVINCIA DI PARMA - Servizio Pianificazione Territoriale 59.
- Vernia L. (2002) - Unità Ottone. In Vescovi P. (eds.), Note illustrative della Carta Geologica D'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 216-Borgo Val di Taro. Regione Emilia-Romagna, S.EL.CA., Firenze.
- Vescovi P. (2002) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000, Foglio 216-Borgo Val di Taro. Regione Emilia-Romagna, S.EL.CA., Firenze.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	115 di 116


<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
COMUNE DI BERCETO Studio di microzonazione sismica	Primo e secondo livello di approfondimento

11. ALLEGATI

Nel corso dello studio sono stati redatti i seguenti **elaborati grafici**:

Elaborato 1	Carta delle indagini	scala 1:5.000
Elaborato 2	Carta geologico tecnica	scala 1:5.000
Elaborato 3	Carta delle frequenze naturali dei terreni	scala 1:5.000
Elaborato 4	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)	scala 1:5.000
Elaborato 5	Carta delle velocità delle onde di taglio S	scala 1:5.000
Elaborato 6a	Carta dei fattori di amplificazione FA PGA	scala 1:5.000
Elaborato 6b	Carta dei fattori di amplificazione FA IS 0,1-0,5	scala 1:5.000
Elaborato 6c	Carta dei fattori di amplificazione FA IS 0,5-1,0	scala 1:5.000

Inoltre, alla presente relazione, è allegato l'**Elaborato 7- Prove tromografiche HVSR** e l'**Elaborato 8 - Prove Re.Mi.**, in cui sono riportati tutti i report delle nuove indagini sismiche effettuate.

 PROVINCIA DI PARMA	Elaborato	Data	Pag.
	Relazione illustrativa	Maggio 2014	116 di 116