



REGIONE PIEMONTE

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

COMUNE DI CERESOLE REALE

Variante generale di adeguamento del P.R.G.C. al P.A.I.

Microzonazione sismica - Relazione illustrativa

(D.G.R. n. 7-3340 del 3.02.2012 - D.D. 540DB1400/2012)

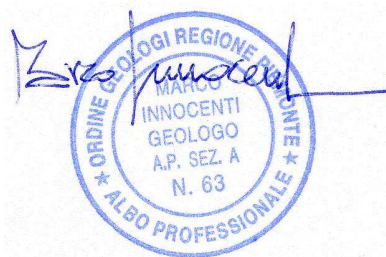
Codice	Rev.	Data
R/TO/Ceresole//017	0	30/04/2013
	1	26/01/2017
	2	
	3	

Il Richiedente:
Comune di CERESOLE REALE

Il Responsabile del procedimento (R.U.P.):
Geom. Fabrizio TRUFFA-GIACHET

IL TECNICO INCARICATO:

DOTT. GEOL. MARCO INNOCENTI



Collaboratore:

DOTT. GEOL. MARCO BALESTRO

Studio di Geologia dott. geol. Marco INNOCENTI

Via Pietrino Belli, 65 - Torino tel/fax 011/7495917 - P. IVA 08530160012
e-mail : marcoinnocenti.geo@gmail.com

1. Premessa

Sotto il profilo normativo, ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale 19 gennaio 2010 n. 11-13058 "Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche" e *s.m.i.*, il Comune di Ceresole Reale è classificato in Zona 3;

L'indagine, in conformità con quanto previsto dalla Determinazione Dirigenziale n. 540DB1400 del 9/03/2012, ha riguardato le sole aree edificate o edificande del settore fra Villa e Prese (in sinistra idrografica); la restante parte del territorio, peraltro molto estesa, non è stata esaminata in quanto:

- o completamente ineditata, o caratterizzata localmente dalla presenza di pochi edifici sparsi prevalentemente ad uso stagionale e non sono previste trasformazioni insediative o infrastrutturali di rilievo;
- risulta prevalentemente ricadente in classi pericolosità molto elevata ai sensi della Circ. PGR n. 7/LAP/96 e *s.m.i.*;
- è compresa quasi interamente nel territorio del Parco Nazionale del Gran Paradiso.

2. Normativa di riferimento

Di seguito si riporta una selezione della normativa di riferimento più recente e/o significativa per quanto attiene al rischio sismico nell'ambito della pianificazione territoriale:

- OPCM n. 3274 del 20.03.2003 "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. 105 del 08.05.2003, Supplemento Ordinario n. 72)
- OPCM n. 3431 del 03.05.2005 Ulteriori modifiche ed integrazioni all'OPCM 3274/2003 (G.U. n. 107 del 10.05.2003)
- OPCM n. 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 (G.U. n. 108 del 11.05.2006)
- DGR n. 11-13058 del 19.01.2010 Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (OPCM 3274/2003 e OPCM 3519/2006) - allegato (BURP n. 7 del 18.02.2010)
- D.G.R. n.4-3084 del 12.12.2011 Aggiornamento e l'adeguamento delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico - edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico (B.U.R.P. n. 50 del 15.12.2011)
- D.G.R. n. 7-3340 del 3.02.2012 Modifiche e integrazioni alle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. n. 4-3084 del 12.12.2011 (B.U.R.P. n. 8 del 23/2/2012)
- Determinazione Dirigenziale n. 540DB1400 del 9.03.2012 Definizione delle modalità attuative in riferimento alle procedure di gestione e controllo delle attività urbanistiche ai fini della prevenzione del rischio sismico, approvate con DGR n. 4-3084 del 12.12.2011. (B.U.R.P. n. 17 del 26/2/2012)
- Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile - Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informativa - versione 4.0b (2015)

3. Inquadramento sismico e geodinamico

Il territorio comunale si inserisce nell'estremità settentrionale della Zona Sismogenetica (ZS9) n°908 "Piemonte", corrispondente all'arco sismico interno delle Alpi occidentali; dall'Appendice 2 al "Rapporto Conclusivo" dell'INGV ("Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica", 2004) risulta che tale zona è caratterizzata da:

- magnitudo durata massima $M_d=3.7$
- classe di profondità $8 \div 12$ Km
- profondità efficace 10 Km (profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti che determina la pericolosità della zona)

- meccanismi focali prevalenti di tipo trascorrente.

Nel citato "Rapporto Conclusivo" sono definiti i criteri per l'adozione del valore di M_{wmax} (magnitudo momento massima) per ciascuna zona sismogenetica, da cui risulta che la Zona 908 è caratterizzata da M_{wmax1} "osservata" pari a 5.68, e M_{wmax2} "cautelativa" pari a 6.14 (**Fig. 3.1**).

Fig. 3.1

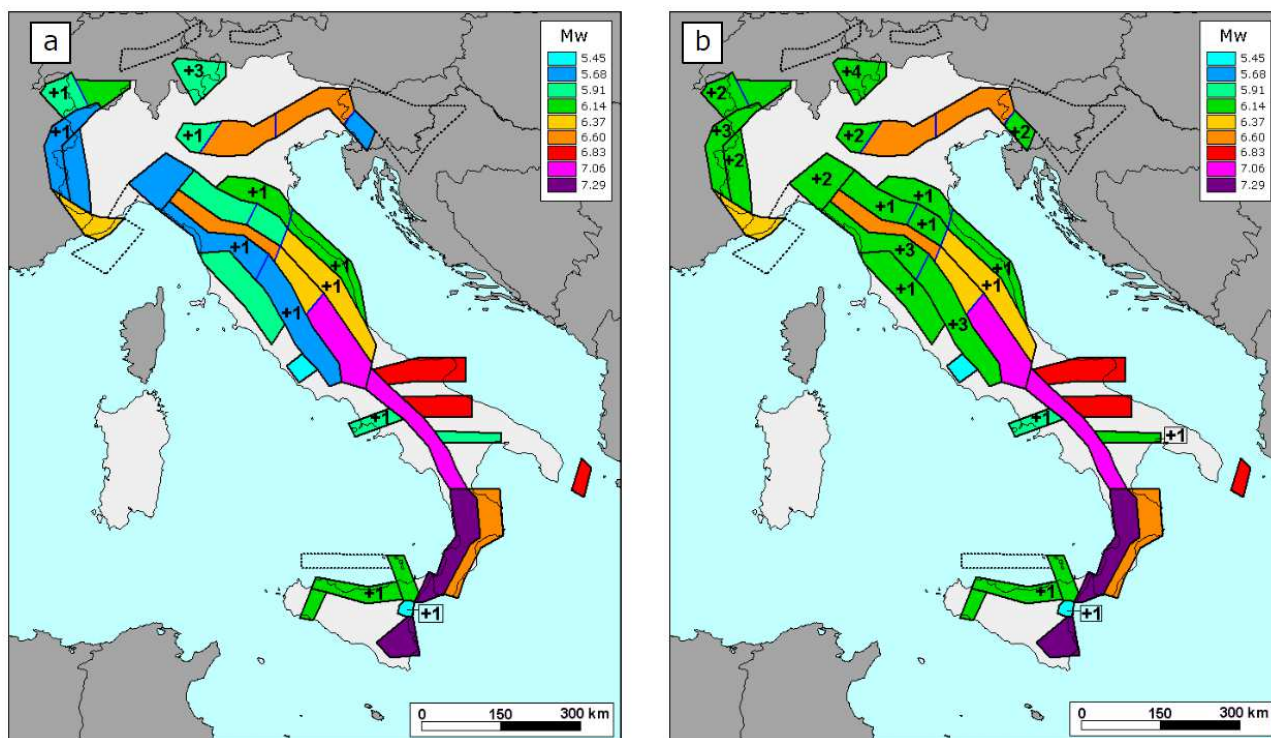


Figura 36. Valori di M_{wmax} corrispondenti ai due insiemi: a) "osservati" (M_{wmax1}); b) "cautelativi" (M_{wmax2}).

Nello "Struttural Model Of Italy" (CNR 1990), (**Fig. 3.2**), il territorio di Ceresole Reale è individuato nella parte centrale dell'Unità del Gran Paradiso (Falde Pennidiche, unità di crosta continentale a metamorfismo alpino in facies eclogitica e scisti blu); per ulteriori dettagli si rimanda al § 4 della relazione geologica generale.

I principali tratti dell'assetto strutturale e dell'evoluzione tettonica fragile della Valle Orco è descritta in "*Brittle post-metamorphic tectonics in the Gran Paradiso Massif - north-western Italian Alps*" (Perello P. & al.ii, Geodinamica Acta n°17 - 2004). Per quanto concerne gli aspetti di interesse per la presente indagine, tale studio ha messo in evidenza la presenza di alcune strutture principali (**Figg. 3.3, 3.4**) con movimento normale e trascorrente destro, che vengono riferite alla "Orco Shear Zone" (**Fig. 3.5**):

- la "Colle della Porta fault Zone" (a N di Ceresole R.), un'importante zona di faglia cataclastica (200-250 m di spessore), con direzione circa E-W, immersione verso N, inclinazione media di 50°, lunghezza di circa 15 km;
- la "Lago Fertà fault zone" (a SE di Ceresole R.), un'altra importante zona di faglia cataclastica, anch'essa con direzione circa E-W e immersione verso N;
- altre faglie importanti come la "Lago Dres fault" (corrispondente all'evidente incisione del Rio Dres), e la "Ciarna fault" o "Ceresole fault" (a nord del paese);

- la "Bellagarda fault" che attraversa la valle nella zona loc. Prese e che appartiene ad un sistema di faglie NW-SE con inclinazione compresa fra 50-80°.

Un'altra recente pubblicazione che fornisce dati utili è *"Past and present circulation of CO₂-bearing fluids in the crystalline Gran Paradiso Massif (Orco Valley, north-western Italian Alps): tectonic and geochemical constraints"* (E. Sacchi & al.ii, Applied Geochemistry n°19 2004), dove viene individuato il modello concettuale delle circolazioni idriche sotterranee nella zona di Ceresole R.. Il modello, rappresentato da una sezione circa N-S ubicata a valle della diga (**Fig. 3.6.**), evidenzia la presenza di flussi profondi lungo i sistemi di faglia E-W e NW-SE sopra citati.

Ad oggi non risultano disponibili dati scientifici che abbiano definito l'eventuale relazione fra le faglie descritte e gli ipocentri degli eventi sismici registrati nella zona; tali strutture, peraltro, non sono censite fra le faglie capaci del progetto ITHACA (Italy HAZARD from CAPable faults) dell'I.S.P.R.A..

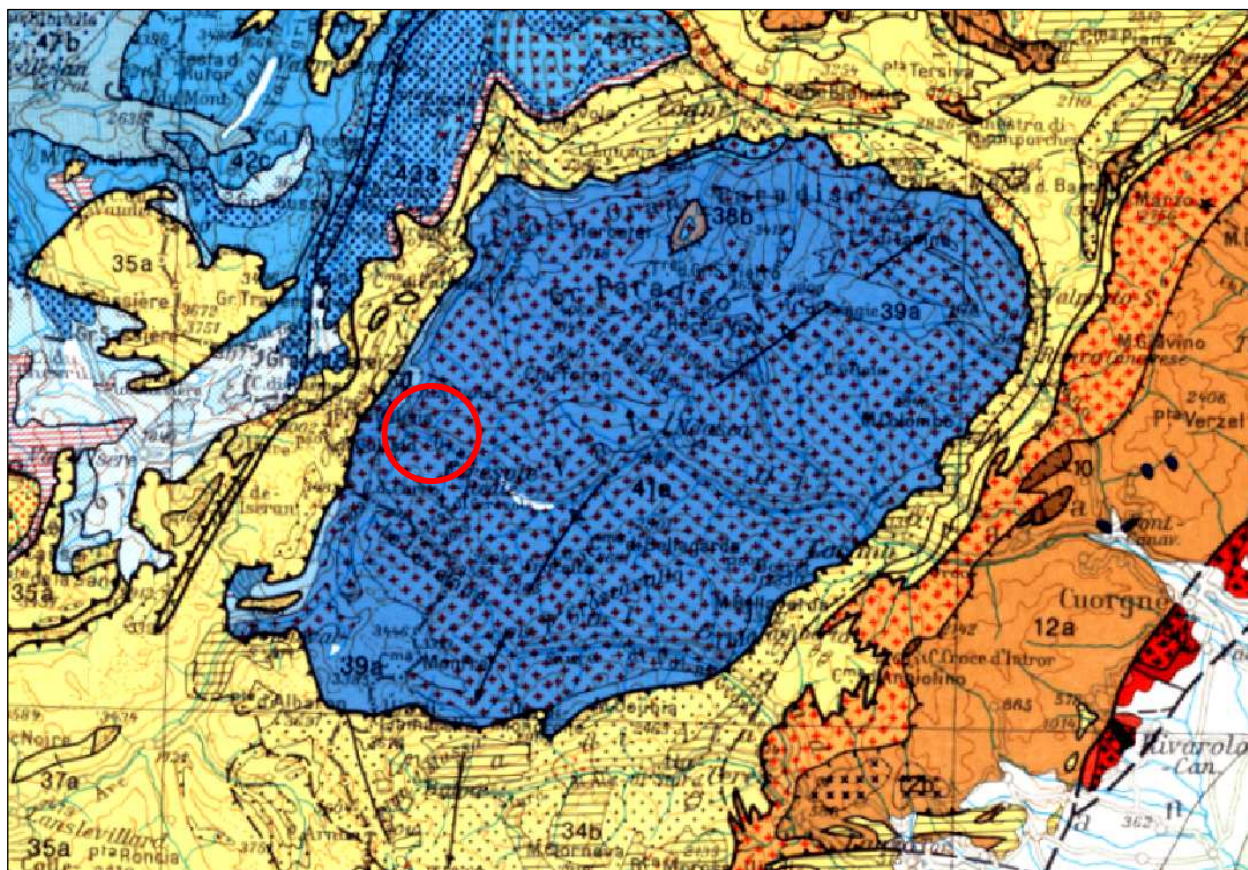
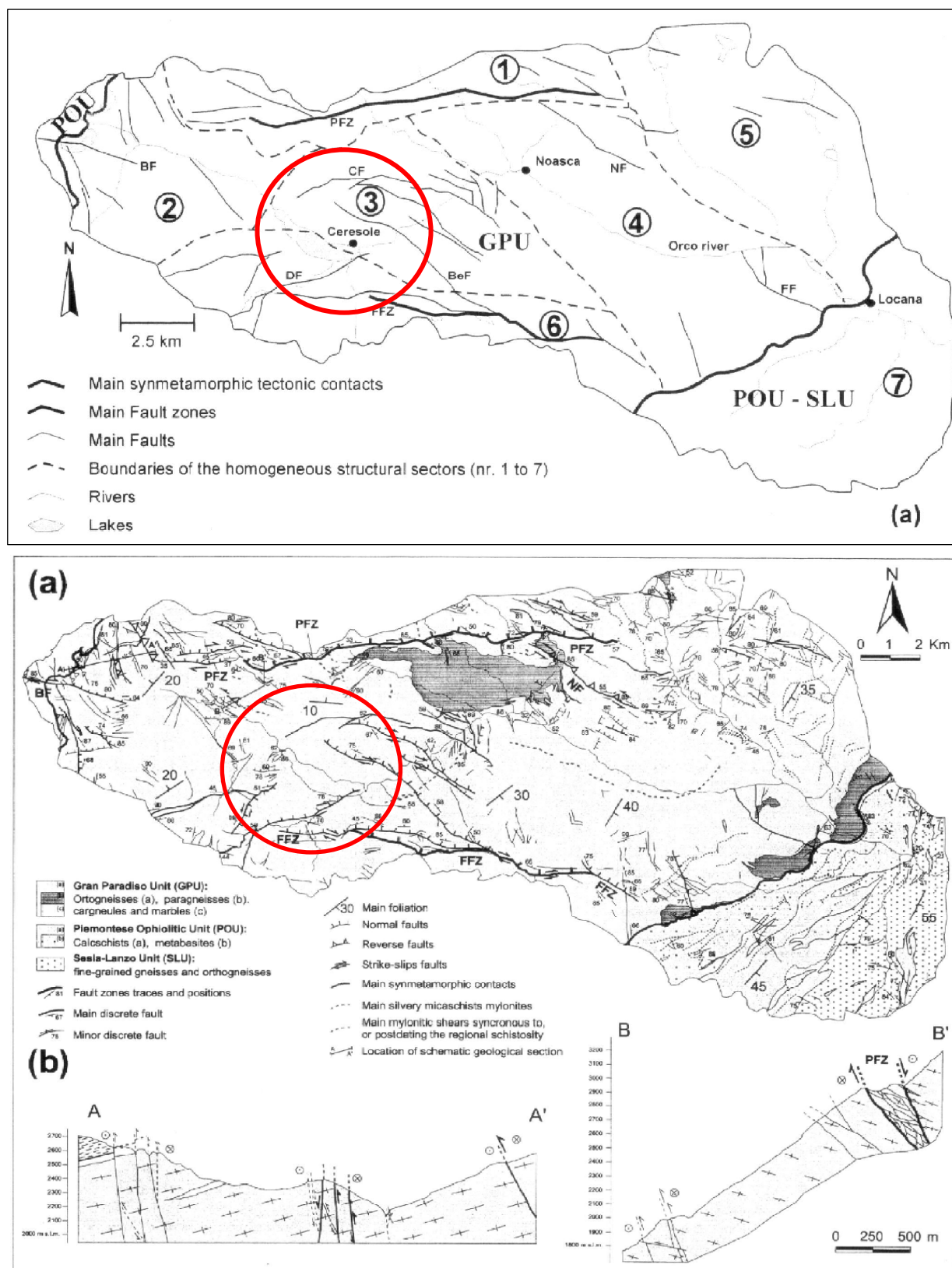


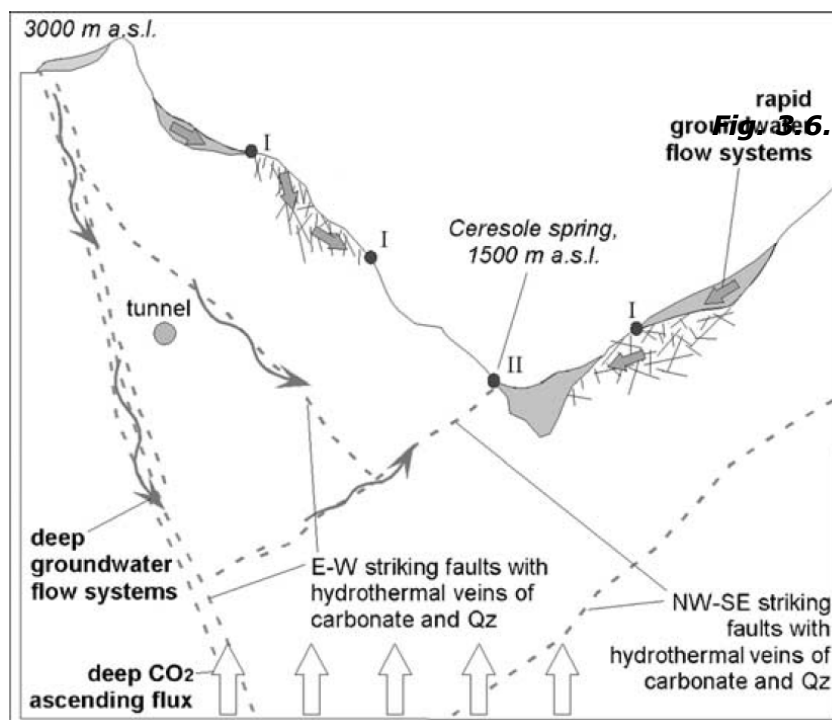
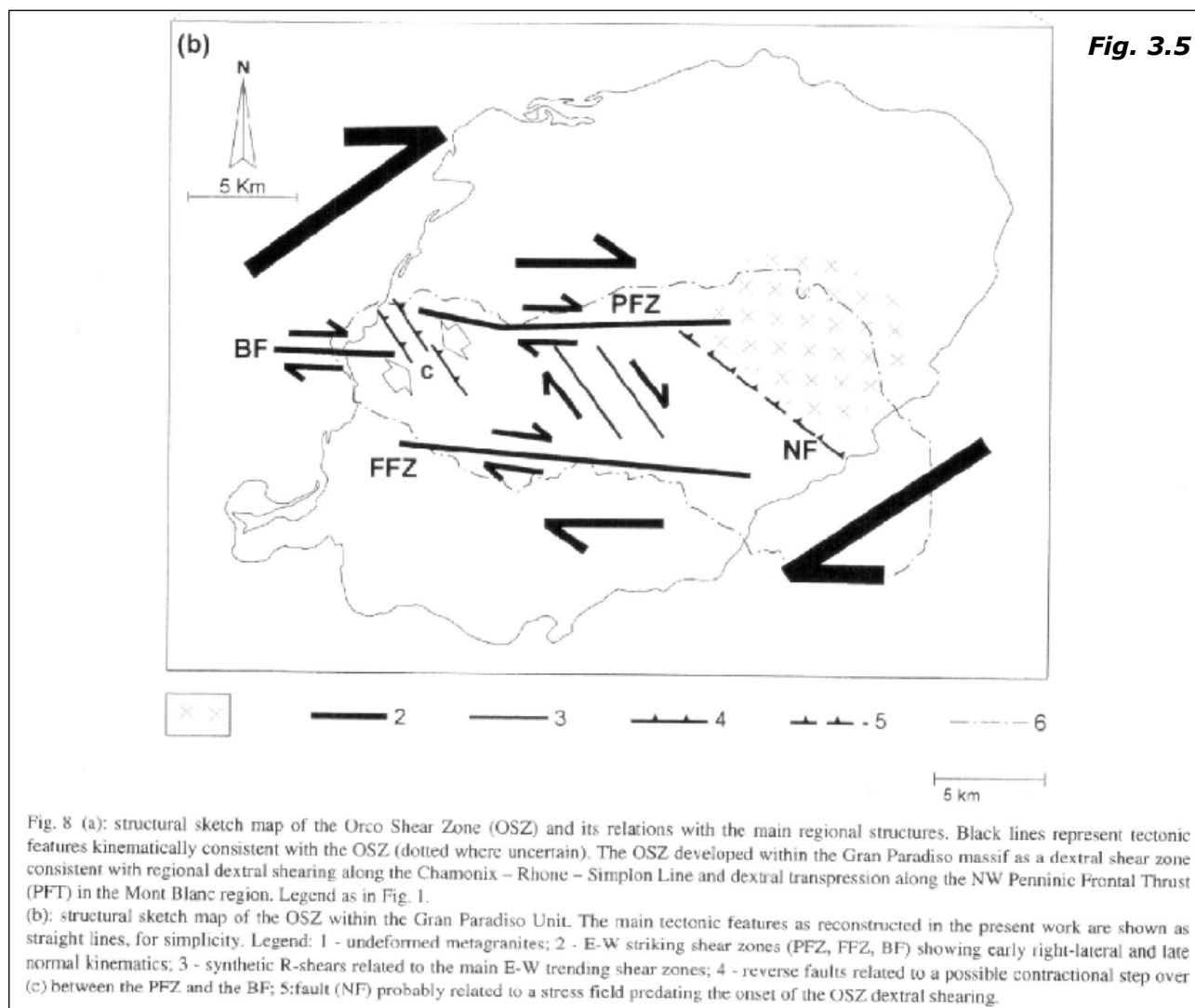
Fig. 3.2. - Estratto dallo "Structural Model Of Italy" (CNR 1990)



BF: Ballotta Fault; CF: Ceresole Fault; DF: Dres Fault; BeF: Bellagarda Fault; NF: Noaschetta Fault; FF: Fornolosa-Serlone Fault; PFZ: Colle della Porta Fault Zone; FFZ: Lago Fertà Fault Zone.

Fig. 3.3., 3.4.

Tratto da : "Brittle post-metamorphic tectonics in the Gran Paradiso Massif - north-western Italian Alps" (Perello P. & al.ii, Geodinamica Acta n°17 - 2004).



Una valutazione sugli aspetti neotettonici è riportata in "*Iso-Kinematic Maps from statistical analysis of PS-InSAR data of Piemonte, NW Italy: Comparison with geological kinematic trends*" (M. Morelli & al.ii, Remote Sensing of Environment, 2011), dove, per alcune aree del Piemonte, gli autori hanno effettuato analisi statistiche dei dati di interferometria satellitare mettendoli a confronto con i dati geologico-strutturali.

Nello studio sono evidenziati alcuni aspetti di particolare interesse che riguardano l'area qui in esame:

- nella carta isocinematica della media-alta Valle Orco (**Fig. 3.7.**), si osservano vari settori a cinematismo differente e separati da limiti molto "netti" ("Iso-Kinematic Boundaries - IKB" ad alto gradiente);
- i valori di velocità positivi (+1 ÷ +3 mm/anno) confermano il trend di sollevamento delle Alpi nord-occidentali, ma sembrano indicare un tasso di sollevamento più rapido rispetto a stime precedenti (-0.1 ÷ -1.5 mm/anno secondo Malusà M.G. & al.ii, 2006);
- i valori di velocità negativi più elevati (fino a -20.75 mm/anno) sembrano essere connessi a fenomeni di deformazione gravitativa profonda di versante;
- i limiti dei settori a differente cinematismo risultano sub-paralleli ai sistemi di faglie transtensive NE-SW (ad esempio la faglia del Lago Dres sopra citata), e normali NW-SE, già evidenziate nel citato studio di Perello P. (2004); tale dato suggerisce un ruolo di tipo meccanico "passivo" di queste faglie nel controllo dei fenomeni di DGPV (anche se non si esclude che una parte del movimento sia connesso alla tettonica attiva in risposta al sollevamento regionale).

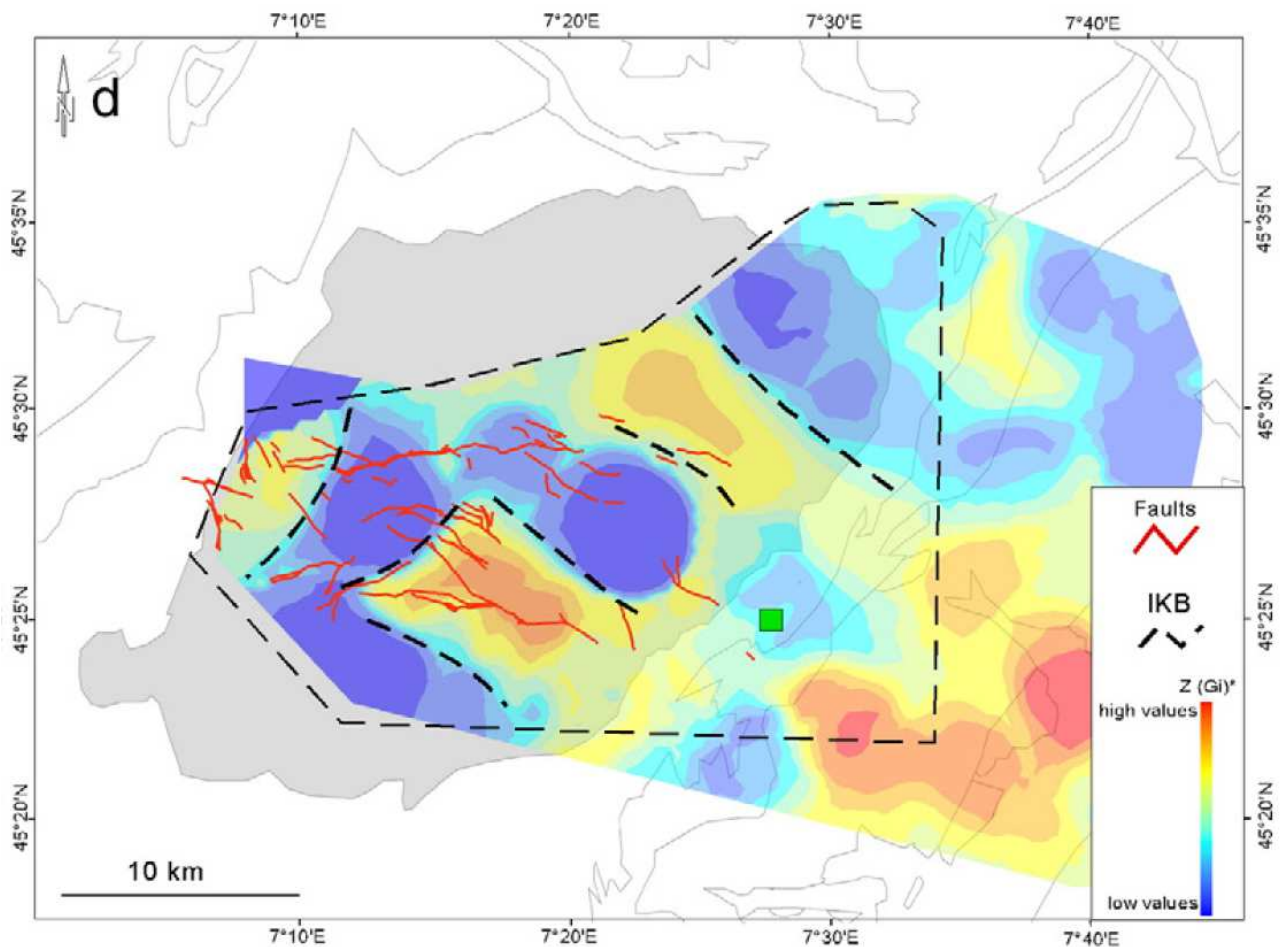


Fig. 3.7. - M. Morelli & Alii, Remote Sensing of Environment, 2011

4. Sismicità

Per quanto riguarda la sismicità dell'area nella tabella sottostante si riportano gli eventi registrati nel periodo 1982-1999, tratti dai bollettini INGV-CNT. Come si osserva gli eventi più significativi sono quelli del 18/05/1983 (magnitudo 3), del 22/11/1993 (magnitudo 2.8) e del 04/02/1999 (magnitudo 2.7), tutti con ipocentro superficiale, ed altre 34 scosse con magnitudo compresa tra 1.4 e 2.6.

Eventi sismici del periodo 1983 - 1999

Ann	Mes	Gior	O a	M n	Sec	Lat	Lon	Pro	N° Fas	RMS	ER H	ER V	MI	DIST (km)	AZIM
1983	5	18	21	44	52.2	45.542	6.998	1	9	0.7	11	5	3	22	303.6
1986	12	26	14	33	57.9	45.613	7.103	12	4	0.1	5	6	2	22.5	333.2
1986	12	31	5	34	54.9	45.593	6.967	4	6	0.2	6	10	2.3	27.5	310.8
1987	8	20	18	44	18.2	45.522	7.032	2	8	0.2	2	9	2.5	18.6	302.3
1988	7	7	5	43	25.0	45.638	6.987	10	8	0.1	2	3	2.1	29.9	320
1988	9	27	17	20	36.0	45.462	7.155	10	4	0	99	3	2.3	7	298
1988	10	12	10	25	19.8	45.477	7.150	10	4	0.1	10	4	2.1	8.2	307
1988	10	18	10	52	53.6	45.438	7.032	4	8	0.1	1	3	2.3	15.8	272.5
1988	10	19	13	33	3.2	45.42	7.190	11	8	0.1	3	4	2.2	3.7	248.3
1988	10	29	5	31	27.5	45.607	6.997	0	14	0.2	2	1	2.5	26.8	316.5
1988	11	9	16	35	47.0	45.473	6.952	0	11	0.2	2	1	2	22.5	281.8
1988	11	15	11	12	37.5	45.402	7.115	9	12	0.3	6	2	2	9.9	249.9
1988	11	17	16	52	58.4	45.457	7.000	0	12	0.3	4	3	1.5	18.4	278.5
1988	11	23	22	32	49.7	45.437	7.268	4	18	0.2	1	4	2.3	2.7	79.7
1988	11	24	16	44	31.8	45.452	7.005	5	8	0.1	1	5	2.2	18	277
1989	3	2	6	14	5.5	45.587	7.005	3	8	0.2	4	7	2.2	24.7	314
1989	9	21	8	53	30.1	45.465	7.095	8	6	0.1	17	2	1.6	11.4	288.6
1989	10	3	11	30	14.4	45.44	7.015	5	6	0.1	5	9	2	17.1	272.9
1990	2	12	11	34	55.0	45.593	6.960	2	16	0.2	2	5	2.1	27.8	310.1
1990	7	24	15	27	10.6	45.453	6.887	2	12	0.3	3	6	1.9	27.2	275.1
1990	9	26	0	12	5.1	45.512	7.147	12	19	0.4	2	3	2.4	11.1	322.4
1991	2	1	22	57	3.2	45.573	7.045	3	14	0.3	2	5	1.9	21.5	316.9
1991	8	16	5	44	35.8	45.477	6.940	2	10	0.2	3	5	2.2	23.4	282.2
1991	8	26	18	9	25.7	45.453	6.978	4	8	0.3	8	8	1.9	20.1	276.8
1991	12	12	15	55	10.7	45.58	7.047	3	18	0.2	1	3	2.1	22	318.4
1992	4	10	5	51	52.3	45.39	7.090	8	17	0.2	1	2	2.3	12.2	247.3
1993	7	13	12	55	31.9	45.58	6.945	3	14	0.2	2	3	2.2	27.9	306.2
1993	7	31	20	7	15.4	45.473	6.880	8	6	0	2	1	1.8	28	279.5
1993	11	22	3	28	56.0	45.567	7.002	1	67	1.8	3	5	2.8	23.5	309.6
1994	2	1	2	54	13.4	45.487	7.015	4	22	0.1	1	1	2.5	18.1	289.6
1994	3	31	12	48	43.4	45.475	6.857	21	10	0.1	3	3	1.8	29.8	279.3
1994	7	21	20	7	27.1	45.423	7.072	10	8	0.1	2	2	1.9	12.7	265.6
1995	1	3	22	5	45.9	45.605	6.960	4	17	0.2	1	2	2.2	28.7	312.1
1995	4	30	13	0	0.8	45.437	7.147	4	8	0.1	4	4	1.4	6.8	274.1
1995	9	11	2	5	12.7	45.58	7.045	6	49	0.3	1	2	2.4	22	318.2
1997	4	7	20	8	55.5	45.615	6.966	7	20	0.2	2	2	2.6	29.1	314.4
1999	2	4	3	52	10.1	45.65	7.102	0	29	0.3	2	2	2.7	26.3	337.1

In **Fig. 4.1.** è riportata la distribuzione degli epicentri tratta dalla Banca Dati di ARPA Piemonte (sismicità strumentale dal 1982); si osserva che l'area di Ceresole Reale è caratterizzata da un basso numero di eventi con magnitudo locali generalmente comprese fra 1.5 e 2.5 ed ipocentri entro i 20 Km di profondità. Gli eventi più significativi hanno magnitudo 4.3 (1987, Frassinetto), 3.8 (1989, Lanzo Torinese - Germagnano), 3.7 (1983, Gran Paradiso - Ghiacciaio della Tribolazione).

Per quanto riguarda i dati storici riportati nella Banca dati di Arpa Piemonte (Catalogo parametrico aggiornato al 2004), nel settore in esame dell'arco alpino sono segnalati i seguenti eventi:

- 1767, Lanzo Torinese, Magnitudo momento = 5.14
- 1892, Quincinetto, Magnitudo momento = 5.09
- 1900, Locana, Magnitudo momento = 4.83
- 1938, Locana, Magnitudo momento = 4.87

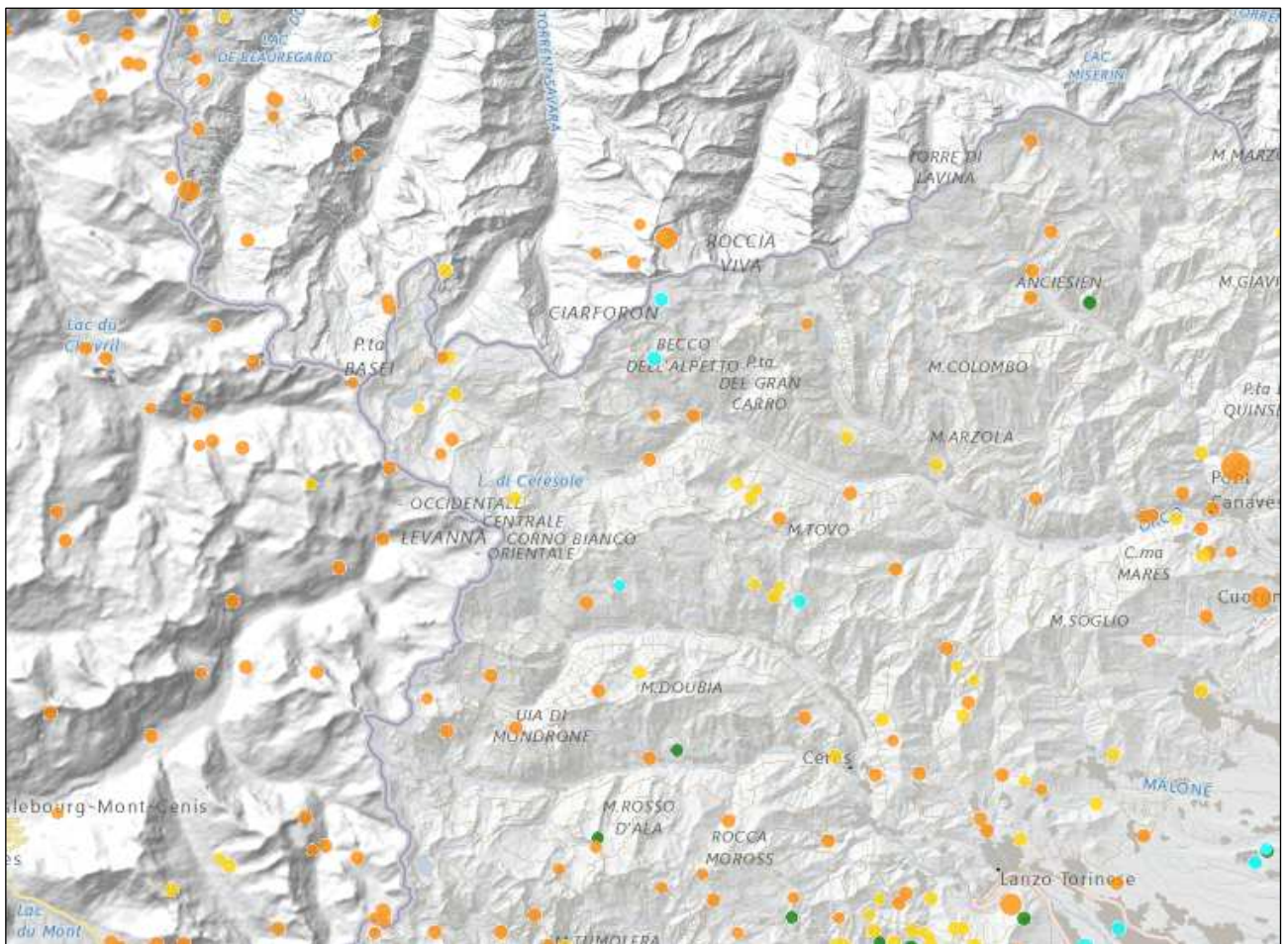


Fig. 4.1. - Sismicità strumentale dal 1982 - Banca dati ARPA Piemonte

5. Microzonazione sismica di Livello 1

In conformità con i più aggiornati standard ICMS per la microzonazione di Livello 1 (vers. 4.0b del 2015) sono stati prodotti due elaborati cartografici: la "Carta geologico-tecnica e delle indagini" (**Tav. 10**, che accorpa i due tematismi previsti), e la "Carta delle microzone

omogenee in prospettiva sismica" (**Tav. 11**). Nella "Carta dell'acclività" (**Tav. 4**) sono distinte le classi di pendenza con intervallo di 5°, pertanto risulta già idonea ad evidenziare i settori con pendenze fra 15° e 30° e quelli oltre 30° previsti dagli standard ICMS. Gli elaborati, di seguito descritti nel dettaglio, sono stati realizzati sulla scorta dei dati esistenti, con particolare riferimento alla cartografia tematica di analisi già elaborata ai sensi della Circ. PGR n. 7/LAP/96 e s.m.i.

6. Carta geologico-tecnica e delle indagini

Per quanto concerne le indagini si è proceduto preliminarmente alla ricerca di dati esistenti presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico del Comune di Ceresole Reale e la Banca Dati Geotecnica di ARPA Piemonte. La ricerca ha evidenziato la disponibilità di pochi dati di tipo geognostico/geofisico nelle aree abitate del concentrico, riferibili rispettivamente alle indagini per il recupero funzionale dell'Albergo "Le Levanne" (2014) e per la realizzazione del parcheggio interrato latitante il municipio (2013).

Gli altri dati utilizzabili riguardano alcune stratigrafie di sondaggi eseguiti nel 1986 in corrispondenza dell'imbocco della galleria della S.S. 460.

I risultati delle prospezioni nei diversi punti di indagine sembrano indicare, in generale, la presenza del substrato roccioso a profondità superiori ai 20 metri in corrispondenza della sede municipale, un maggiore, ulteriore approfondimento del basamento in località Prese (Albergo "Le Levanne"), confermato dalle stratigrafie dei sondaggi per la galleria della S.S. 460 (Loc. S. Meinerio) che, fino alla profondità di 30-35 m, evidenziano una successione di depositi costituiti da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa, talora limosa, e con trovanti, come mostrato nella documentazione residente presso la banca dati geotecnica di ARPA Piemonte, riportata sotto.

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
1527	1.50	ghiaia e ciottoli in matrice abbondante sabbiosa grossolana
1527	5.10	ciottoli e piccoli trovanti in matrice sabbiosa grossolana scarsa
1527	6.20	sabbia grossolana con elementi ghiaiosi
1527	8.00	ciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa medio grossolana
1527	9.10	sabbia grossolana e ghiaia
1527	11.80	sabbia fine limosa con alcuni elementi ghiaiosi
1527	13.00	ghiaia e sabbia medio grossolana
1527	14.00	ciottoli e piccoli trovanti

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
102027	9.00	ghiaia fine con sabbia inglobante ghiaia medio grossolana ciottoli e piccoli trovanti
102027	20.50	trovanti gneissici mediamente fratturati intercalati a ghiaia grossolana e ciottoli in matrice sabbiosa limosa
102027	24.30	ghiaia fine con sabbia limosa inglobante ghiaia medio grossolana e ciottoli
102027	30.00	sabbia limosa inglobante ghiaia fine

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
102036	5.00	brecce medio grossolane in matrice sabbiosa con presenza di ciottoli
102036	9.50	trovanti gneissici e brecce molto grossolane in matrice sabbiosa
102036	15.50	ghiaie medio fini con matrice sabbiosa e ciottoli
102036	35.00	sabbie medio fini con elementi ghiaiosi grossolani e ciottoli

Allo scopo di acquisire ulteriori informazioni sulla risposta sismica locale è stata pertanto programmata un'indagine sismica tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) che ha consentito di ottenere, con favorevole rapporto costi/benefici, una prima caratterizzazione in termini di valori di V_{s30} e profili di velocità. La campagna di misure è stata realizzata dalla Società Techgea Srl. I punti di stazione dei rilievi sismici sono stati in totale 20, distribuiti, come rappresentato in Tav. 10, sulle sole aree abitate comprese fra le località Villa e Prese.

In **Allegato 1** (fuori testo) viene riportata la relazione descrittiva delle operazioni di indagine sismica elaborata da TECHGEA srl.

7. Interpretazione e correlazione dei profili di velocità delle onde sismiche S

L'analisi dei profili di velocità riportati in **Allegato 2** (fuori testo), costruiti sulla scorta delle risposte puntuali lungo ciascuna verticale indagata e della successiva correlazione fra le "stratigrafie di velocità" risultanti, consente di formulare ipotesi essenzialmente qualitative sulla distribuzione dei depositi a diverso grado di addensamento, e di evidenziare con buona approssimazione la profondità di localizzazione del substrato roccioso o comunque di terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30} > 800$ m/s.

La costruzione delle "stratigrafie di velocità sismica" è stata effettuata definendo i seguenti intervalli di velocità:

- < 200 m/s
- da 200 a 300 m/s
- da 300 a 500 m/s
- da 500 a 700 m/s
- da 700 a 800 m/s
- > 800 m/s

Come noto, valori progressivamente crescenti della velocità sismica sono da mettere in relazione ad un aumento graduale dell'addensamento dei terreni.

La penuria di dati ricavabili da prospezioni meccaniche dirette (sondaggi a carotaggio continuo) non ha consentito che minime tarature dell'indagine sismica e quindi la possibilità di associare diffusamente specifiche tipologie di depositi, connotati in base all'origine deposizionale e alle peculiarità granulometriche e litotecniche, ad intervalli di velocità delle onde di taglio S. Nel caso del substrato roccioso l'associazione substrato sismico rigido=basamento gneissico appare assai più attendibile, considerato l'inequivocabile dato geologico di cui si dispone.

A titolo puramente indicativo si forniscono sotto, per alcuni litotipi, valori di riferimento della velocità delle onde S di taglio ricavabili dalla letteratura di settore (**Tabella 7.1.**):

Tabella 7.1.

DESCRIZIONE LITOLOGICA	Vs min [m/s]	Vs media [m/s]	Vs max [m/s]
Rocce molto dure (es. rocce metamorfiche da poco a molto fratturate)	1400	1620	-
Rocce dure (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da poco a mediamente fratturate)	700	1050	1400
Suoli ghiaiosi e rocce da tenere a dure (es. rocce sedimentarie, ignee tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% ghiaia)	375	540	700
Argille compatte e suoli sabbioso-ghiaiosi (es. ghiaie e suoli con < 20% di ghiaia, sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da mediamente a molto compatte, argille limose)	200	290	375
Terreni teneri (es. terreni di riempimento sotto falda, argille da molto tenere a tenere)	100	150	200

Per quanto sopra accennato, la descrizione dei tipi litotecnici riportati in Tav. 10 è stata fatta, pertanto, essenzialmente sulla scorta dei dati di superficie:

- LP *substrato lapideo*, orthogneiss del Gran Paradiso (numerosi affioramenti dal concentrico sino a Prese); sono stati evidenziati con apposito simbolo alcuni settori nei quali la roccia presenta maggiore fratturazione (SFLP = substrato lapideo fratturato);
- GM: *miscele di ghiaia, sabbia e limo (fluvioglaciale)* - (settori di fondovalle pianeggiante del T. Orco in località Villa, Brengi e Prese);
- GP: *miscela di ghiaia e sabbia (detrito)* - [costituisce placche più o meno estese distribuite su tutto il fianco vallivo a monte dell'abitato. Particolarmente significativa, poiché designabile come forma quiescente e complessa di instabilità di versante ("rock-avalanche"), è quella sovrastante la Borgata Moies];
- GM: *miscele di ghiaia, sabbia e limo (eluvio-colluvi)* - (connotano la maggior parte del versante sinistro vallivo incombente sull'edificato);
- GM: *miscele di ghiaia, sabbia e limo (till)* - (caratterizzano con continuità la fascia corrispondente al basso versante vallivo dal concentrico sino a Prese, nonché le principali spalle glaciali);
- GM: *miscele di ghiaia, sabbia e limo (conoide)* (costituiscono i principali conoidi originati da fenomeni valanghivi, gravitativi e torrentizi, specialmente nel settore fra Villa e il capoluogo).

I valori di velocità delle onde sismiche forniti dalle indagini del tipo di quelle effettuate sono controllati essenzialmente dal grado di addensamento dei depositi, dalle loro caratteristiche litotecniche, dalla presenza o meno della falda idrica, dallo stato di fratturazione e dal grado di alterazione. Un determinato intervallo di valori perciò può riferirsi a litologie diverse in differenti condizioni, ed una stessa unità litologica geneticamente contrassegnata (depositi glaciali, depositi alluvionali, depositi detritici etc.) può ricadere all'interno di uno spettro di valori di velocità relativamente ampio e presentare variabilità talora significative in dipendenza delle peculiari caratteristiche possedute nel luogo di indagine.

Sotto il profilo geotecnico, alle diverse classi litotecniche individuate possono essere assegnati i seguenti valori indicativi dei principali parametri

DESCRIZIONE LITOLOGICA	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	C [KPa]
Substrato rigido (orthogneiss del Gran Paradiso)	25-30	35-50	35000-55000
Deposito alluvionale ghiaioso-sabbioso con ciottoli (granulometria non omogenea)	18-19.5	32-40	-
Detrito di versante a granulometria mista (depositi eluvio-colluviali coltri detritiche e depositi glaciali perlopiù rimaneggiati)	18.5-20	30-40	0-20
Depositi glaciali indifferenziati (buon assortimento granulometrico, prevalenza di ghiaia e sabbia e diffusa presenza di blocchi, ciottoli e massi immersi in matrice sabbiosa e limosa distribuita irregolarmente e che può essere localmente abbondante).	18-20.5	30-37	0-10
Depositi grossolani di genesi mista - Conoidi miste. Le modalità di deposizione sono tipicamente legate alla diminuzione di velocità delle correnti in deflusso superficiale e sottosuperficiale. La dinamica deposizionale fa sì che all'interno di questi depositi i terreni possiedono granulometria inferiore nelle porzioni distali e marginali, e più grossolana verso l'apice e la porzione centrale e centro-laterale del conoide. La genesi mista nonché l'alternanza di fenomeni di deposizione normali e di sovralluvionamento rende questi depositi molto variabili verticalmente e orizzontalmente. I parametri geotecnici pertanto possono assumere un range di valori piuttosto ampio. Quello fornito è puramente indicativo	18-20	32-36	0-5
Accumulo a grandi blocchi (depositi gravitativi tipo "rock avalanche"). Sono depositi a struttura "open work" in cui la matrice fine è sostanzialmente assente.	24-26	35-38	0

L'indagine geosismica effettuata consente comunque di trarre le seguenti, generali indicazioni:

- in corrispondenza della loc. Villa l'asse vallivo risulterebbe non coincidente con il corso del T. Orco, in quel tratto addossato al fianco vallivo idrografico destro, bensì spostato più ad Est; infatti allontanandosi dal versante roccioso in destra idrografica il substrato sismico non è più intercettato entro la profondità di indagine raggiunta.

I depositi alluvionali dell'Orco mostrano una matrice più fine, prevalentemente sabbiosa, in superficie. Al disotto i più elevati valori di velocità potrebbero indicare un aumento apprezzabile del loro addensamento, della granulometria, oppure interdigitazioni varie con depositi ad addensamento medio-elevato. Sembra potersi escludere qui la presenza di facies sabbiose fini o siltose di bassa energia, verosimilmente presenti invece in corrispondenza delle alluvioni di fondovalle in loc. Lilla;

- in loc. Capoluogo (Municipio) la risposta sismica, in corrispondenza del settore edificato, mostra il substrato sismico entro i 20 metri di profondità. La porzione dell'area più orientale e a quota più elevata sembra caratterizzata da un maggior spessore di depositi detritici poco addensati rispetto ai depositi glaciali ad addensamento più elevato;

- nel settore edificato in loc. Prese-Lilla il substrato sismico rigido si evidenzia entro i primi 30 metri di profondità unicamente in corrispondenza della stazione di misura di quota più

bassa (Lilla), nel punto in cui il versante si innesta nel fondovalle alluvionale. Più a monte, lungo il versante, sembrano prevalenti depositi glaciali ben addensati;

- in loc. Brengi-Broc il substrato sismico non compare entro la profondità raggiunta dall'indagine e risultano nettamente prevalenti terreni con addensamento medio-elevato riferibili a depositi glaciali;

- in loc. Ghersines-Torre e Pian della Balma il substrato sismico è stato intercettato in tutte le stazioni effettuate nell'area. I terreni soprastanti il basamento sismico sono riconducibili a depositi glaciali con addensamento crescente verso il basso. La presenza di depositi detritici superficiali poco addensati è confinata nel settore più orientale dell'area e di quota più elevata, seppure la loro potenza sembra limitata al massimo ad un paio di metri. In corrispondenza delle stazioni localizzate sul Piano della Balma si assiste, in superficie, alla presenza di terreni poco addensati o a più fine granulometria;

- in loc. Borgiallo, infine, il substrato sismico si evidenzia ad una profondità relativamente contenuta, e risulta sormontato da depositi detritici di conoide di origine mista, da poco a mediamente addensati, cui potrebbero alternarsi depositi glaciali ad addensamento medio-elevato.

Per quanto concerne le forme di superficie si è fatto riferimento all'analisi geomorfologica già condotta ai sensi della Circ. PGR n. 7/LAP/96 e *s.m.i.*. In particolare sono stati evidenziati i conoidi, le frane e gli orli di terrazzo o delle scarpate morfologiche, distinti in funzione dell'altezza come previsto dagli standard ICMS (fra 10 e 20m e maggiori di 20 m); la distinzione è stata effettuata con criterio cautelativo utilizzando anche il DTM messo a disposizione dalla Provincia di Torino.

8. Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

I dati di superficie, quelli litotecnici e quelli relativi ai profili di velocità delle MASW (indicativi del grado di addensamento dei depositi e della presenza o meno del substrato sismico nei primi 30 m), sono stati analizzati e raggruppati secondo "stratigrafie tipo" che individuano le microzone omogenee, ovvero le aree nelle quali, in caso di evento sismico, è prevedibile lo stesso tipo di risposta in termini di stabilità/instabilità ed amplificazione del moto (Tav. 11).

A causa della pressoché totale mancanza di dati stratigrafici desumibili da prove dirette, nonché della complessità geologica (rapporti di sovrapposizione ed eteropie laterali fra le unità superficiali, presenza di un substrato roccioso sepolto fortemente modellato) l'individuazione delle microzone è risultata difficoltosa, pertanto il quadro emerso è da intendersi come un primo livello conoscitivo (livello 1) che potrà essere meglio dettagliato in futuro alla luce di nuovi dati che si rendessero disponibili e/o sulla base di indagini eseguite specificamente a tal fine.

Le microzone individuate sono:

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Zona 1: substrato rigido affiorante e/o sub-affiorante con locali coperture detritiche o glaciali di potenza limitata;

Zona 2: depositi glaciali da mediamente a ben addensati con intercalazioni di depositi scarsamente addensati; in superficie locale presenza di depositi detritici poco addensati;

Zona 3: depositi glaciali ad addensamento crescente verso il basso con substrato a profondità molto variabile; in superficie locale presenza di depositi detritici poco addensati;

Zona 4: depositi detritici dei conoidi di origine mista, da poco a mediamente addensati; a profondità variabile possibile presenza di depositi glaciali ad addensamento medio/elevato;

Zona 5: depositi torrentizi ghiaioso-sabbiosi con grado di addensamento generalmente crescente in profondità;

Zona 6: depositi torrentizi ghiaioso-sabbiosi poco addensati con probabile presenza di facies di bassa energia sabbioso-siltose;

Zona 7: accumuli di frana a grandi blocchi.

Zone di attenzione per instabilità

ZA_{FR} : instabilità di versante [accumulo di frana a grandi blocchi. Connota il settore a NW di Borgata Broc (Borgata Moies)]

ZA_{LQ}: liquefazione (l'attribuzione a questa zona di attenzione di possibili fenomeni di liquefazione è puramente indicativa e comunque assai cautelativa, in quanto non è verosimilmente soddisfatta la verifica dell'esistenza delle 4 condizioni predisponenti che la rendono possibile (AGI, 2008) ovvero:

1. terreni sabbiosi;
2. falda a profondità inferiore ai 15 m;
3. Mw attesa al sito >5;
4. Accelerazioni massime in superficie (PGA) >0,1g .

In ultimo, gli elementi utili al fine di individuare i possibili fenomeni di amplificazione topografica, già riportati nella Tav. 10, sono evidenziati anche nella carta di microzonazione.

ha collaborato:

Dott. Geol. **Marco BALESTRO**
N. 431 Ordine Geologi del Piemonte

Dott. Geol. **Marco INNOCENTI**
N. 63 Ordine Geologi del Piemonte

