

REGIONE PIEMONTE

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO



COMUNE DI BOBBIO PELLICE

PIANO REGOLATORE COMUNALE

VARIANTE STRUTTURALE DI ADEGUAMENTO AL P.A.I.
redatto ai sensi della L.R. 3/2013

PROPOSTA TECNICA DEL PROGETTO PRELIMINARE

STUDIO MICROZONAZIONE SISMICA

a supporto della Variante al P.R.G.C.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Elaborato n.

2.14

IL PROGETTISTA:
dott. geol. Raffaella Canonico



GEOALPI CONSULTING

Geologia - Idrogeologia - Geotecnica - Geologia strutturale

GEOLOGI ASSOCIATI

Marco BARBERO - Raffaella CANONICO - Francesco PERES

P.iva 09303590013

VERSIONE

DATA

0

18 marzo 2015



Via Saluzzo, 52 - 10064 Pinerolo (TO)



info@geoalpiconsulting.it



Telefono / Fax +39 0121 375017



www.geoalpiconsulting.it

ELABORAZIONI GRAFICHE: dott. geol. Elisabetta ARRI

Sindaco Comune di Bobbio Pellice

Patrizia Geymonat

INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO	2
2.1. ASPETTI STORICI E MODELLO SISMOTETTONICO	2
2.2. ASPETTI NORMATIVI: EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA SISMICA NAZIONALE DI RIFERIMENTO E REGIONALE VIGENTE	5
3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	6
4. DATI GEOGNOSTICI E GEOFISICI	8
5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO.....	9
6. ELABORATI CARTOGRAFICI	10
6.1. CARTA DELLE INDAGINI	10
6.2. CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA	11
6.3. CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (CARTA DELLE MOPS)	14
7. BIBLIOGRAFIA	16

Allegati

- 1. Indagini geofisiche MASW e HVRS**
- 2. Sezione geologica**

1. PREMESSA

Su incarico del Comune di Bobbio Pellice (TO) la scrivente ha condotto le indagini e gli studi di microzonazione sismica con grado di approfondimento corrispondente al livello 1 di cui agli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS), secondo quanto previsto dalla D.G.R. n. 17-2172 del 13/06/2011 e dall'Allegato A "*Indirizzi e criteri per la predisposizione degli studi finalizzati alla prevenzione del rischio sismico negli strumenti di pianificazione*" approvato dalla Direzione regionale Codice DB1400 con Determinazione Dirigenziale n. 540 del 09/03/2012.

A tal fine, si è provveduto:

1. alla definizione delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio comunale, facendo riferimento ai dati disponibili in bibliografia, nonché conducendo sopralluoghi mirati a definire il modello geologico-geomorfologico a scala locale;
2. al censimento dei dati geognostici e geofisici esistenti per il territorio comunale;
3. all'esecuzione di indagini geofisiche di tipo sismico individuate da MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e da HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), al fine di calcolare il parametro V_{s30} per la classificazione sismica dei suoli ex D.M. 14/01/2008 e s.m.i. e definire la frequenza caratteristica di sito.

I risultati del livello 1 di microzonazione sismica sono rappresentati nella:

1. Carta delle indagini (scala 1:5.000);
2. Carta Geologico Tecnica per la Microzonazione Sismica (scala 1:5.000);
3. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (Carta delle MOPS, scala 1:5.000).

Si precisa che l'area indagata corrisponde al settore di fondovalle del territorio comunale di Bobbio Pellice, comprendente il capoluogo nonché le principali borgate di maggiore interesse urbanistico.

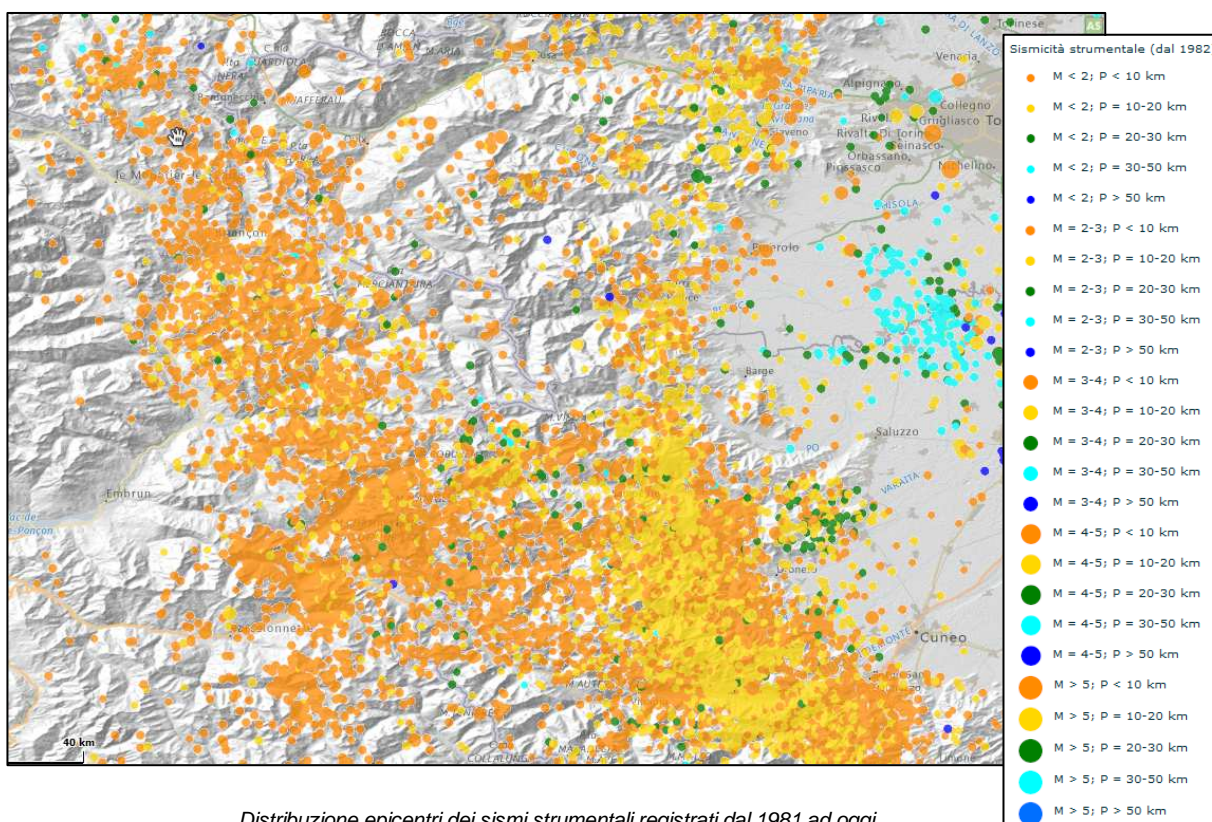
La base topografica utilizzata è la BDTre alla scala 1:5.000.

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1. ASPETTI STORICI E MODELLO SISMOTETTONICO

Il territorio comunale di Bobbio Pellice, localizzato entro i rilievi delle Alpi Occidentali, è interessato da una sismicità connessa ai regimi geodinamici dell'Italia settentrionale, caratterizzati da eventi sismici modesti dal punto di vista energetico ma che si distinguono per la relativa frequenza.

Gli epicentri dei terremoti storici individuano due direttrici preferenziali le quali riflettono l'assetto tettonico dell'area, note in letteratura rispettivamente con i termini di Arco sismico piemontese e Arco sismico brianzonese. La prima segue l'andamento dell'arco alpino occidentale nella sua parte interna, che grossomodo coincide con il limite della pianura padana e le Unità Pennidiche; la seconda direttrice, individuata da punti più dispersi, segue l'allineamento dei massicci cristallini esterni lungo il Fronte Pennidico. A questi due lineamenti corrispondono, a scala regionale, il massimo ed il minimo delle anomalie gravimetriche di Bouger. Le due direttrici si estendono a nord fino alla zona del Vallese e, in direzione sud, appaiono convergere nel settore meridionale del Cuneese. Per la distribuzione degli epicentri nel settore nord-occidentale dell'Italia, si rimanda alla mappa riportata di seguito (fonte Geoportale Risknat – Arpa Piemonte)



La rete sismica regionale rileva, nell'arco di un anno, circa un migliaio di terremoti con epicentro in Piemonte, o nei territori circostanti, che per lo più non sono percepiti dalle persone; nel dettaglio, il numero di sismi con magnitudo al di sopra di 3 (avvertiti dalla popolazione nei settori epicentrali) è dell'ordine della decina, mentre mediamente si registra un evento caratterizzato da magnitudo oltre a 4 tale da poter essere percepito anche a distanze maggiori. Oltre ai dati registrati dalla rete sismica regionale, sono noti un centinaio di terremoti storici che hanno interessato l'area dell'Italia nord-occidentale nell'ultimo millennio e caratterizzati da una magnitudo momento⁽¹⁾ (Mw) stimata compresa tra 4.5 e 6; tra questi si rammenta l'evento del 1808 il cui epicentro è localizzato in Val Pellice (Mw=5.7). L'evento strumentale di riferimento per il territorio pinerolese risulta essere quello che si verificò in data 5 gennaio 1980 con epicentro nel Comune di Giaveno (TO) e intensità 4.85 Mw.

Gli studi più recenti sul territorio del pinerolese, condotti dall'Università di Genova nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica del CNR, hanno portato all'elaborazione di un modello sismotettonico caratterizzato da una prevalenza di eventi sismici a medio-bassa intensità con valori massimi di magnitudo compresi tra 5 e 6, con profondità ipocentrali mediamente comprese intorno a 5-15 km e con sequenze di breve durata. Occasionalmente si verificano eventi di maggiore energia seguiti da repliche che possono coprire intervalli di tempo di qualche mese. Per quasi tutti gli eventi per i quali è stato possibile analizzare i dati, i sismologici hanno indicato la netta prevalenza di meccanismi focali di tipo distensivo o trascorrente che testimoniano un comportamento anomalo del Pinerolese nei confronti del resto delle Alpi Occidentali.

L'analisi della documentazione bibliografica più recente⁽²⁾ riporta in sintesi una disamina in merito all'esistenza di significativi indizi riguardo l'attività sismica che ha caratterizzato il Pinerolese durante il Quaternario. In particolare, emerge come lo stato attuale delle conoscenze non permette di individuare in modo univoco le strutture sismotettoniche a cui correlare la sismicità dell'area. Lo studio del materiale disponibile, integrato dai dati di natura geologica emersi negli ultimi anni ed in gran parte inediti, consente tuttavia di trarre alcune considerazioni sulla potenzialità di alcune strutture per le quali è stata riconosciuta un'attività tettonica durante il Quaternario e che potrebbero risultare in qualche modo connesse con l'attività sismica. Già l'osservazione in merito agli effetti macrosismici condotta a seguito del sisma del 1808⁽³⁾, mostrava un andamento congruente con la distribuzione spaziale di strutture di tipo fragile che possono avere

¹ La magnitudo momento (Mw) è direttamente correlata alle dimensioni delle superfici di rottura, allo spostamento relativo medio tra di esse ed alla loro resistenza, pertanto, è correlata agli effetti tettonici dell'area interessata dal terremoto ed è stimabile dalle osservazioni geologiche. Anche per terremoti storici, la magnitudo momento rappresenta la miglior stima (espressa attraverso un numero) della grandezza di un terremoto che può essere utilizzata per le varie correlazioni.

² Barbero T e Quaranta N. – Relazione geologica illustrativa a corredo del P.R.G.C. del Comune di Pinerolo; dicembre 2010.

³ Vassalle – Eandi E. M.: Rapport sur le tremblement de terre qui a commencé le 2 avril 1808, dans les vallées de Péris, de Cluson, de Po.

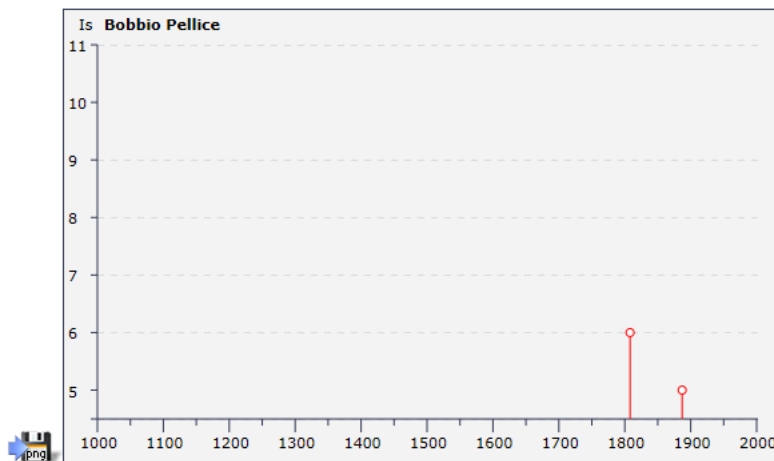
rilevanza nel controllo passivo (e forse attivo) della propagazione ed amplificazione delle onde sismiche.

Storia sismica di Bobbio Pellice [44.808, 7.118]



Numero di eventi: 3

Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
6	1808	04	02	16	43	Valle del Pellice	107	8	5.67
5	1887	02	23	05	21	Liguria occidentale	1515	10	6.29
NF	1989	12	26	19	59	MAR LIGURE	290	5-6	4.63



Storia sismica di Bobbio Pellice
Catalogo INGV
Aggiornamento 2006; ultimo
evento significativo: 25/07/2011
ore 14:31 locali, epicentro nel
Comune di Giaveno (TO), MI=4.4.

Inoltre, i tratti vallivi terminali delle Valli Pellice e Chisone sono caratterizzate dalla presenza di sequenze deposizionali in facies lacustre prevalentemente limoso-argillosa (COLLO, 1990 e 1996) localmente caratterizzate da deformazioni di tipo duttile che potrebbero indicare la presenza di strutture di tipo fragile che bordano i margini settentrionale e meridionale del settore nord-occidentale del bacino e che risulterebbero aver agito durante il Quaternario. Si sottolinea, inoltre, come il Pinerolese sia caratterizzato da un insieme di strutture ad attività quaternaria che potrebbero dimostrare una significativa interferenza tettonica del settore più occidentale dell'edificio strutturale appenninico nei confronti delle Alpi Occidentali. Il settore meridionale della Val Germanasca (BARBERO, 1997; ALLASIA ET ALII, 2004) e quello occidentale della Val Pellice (SOLA, 1984) sono caratterizzati da una densità anomala di fenomeni franosi di età olocenica, che talora risultano concentrati in aree relativamente ristrette, spesso orientate secondo il trend NNW-SSE identificabile con il sistema di fratture noto in letteratura come Cenischia - Nizza. Sono note inoltre dislocazioni fragili e deformazioni duttili indotte da fenomeni sismici a elevata intensità (COLLO, 1990; 1994 e 1996). La genesi di questi fenomeni è in parte spiegabile con le caratteristiche meccaniche del substrato, con l'assetto strutturale, con condizioni paleoclimatiche particolari, ma potrebbero anche costituire un importante indizio di una paleosismicità caratterizzata da intensità superiore rispetto a quanto finora riconosciuto.

2.2. ASPETTI NORMATIVI: EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA SISMICA NAZIONALE DI RIFERIMENTO E REGIONALE VIGENTE

L'individuazione delle zone sismiche, in Italia, è avvenuta agli inizi del '900 attraverso lo strumento del Regio Decreto, emanato a seguito dei terremoti distruttivi di Reggio Calabria e Messina del 28 dicembre 1908.

La legislazione antisismica vigente è essenzialmente basata sull'apparato normativo costituito dalla Legge 2 febbraio 1974, n. 64, recante Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche. Infatti, solamente nel 1974, attraverso la Legge n. 64, è stata approvata una nuova normativa sismica nazionale che ha stabilito il quadro di riferimento per le modalità di classificazione sismica del territorio nazionale, oltre che di redazione delle norme tecniche.

Successivamente, gli studi di carattere sismologico effettuati all'indomani del terremoto del Friuli Venezia Giulia del 1976 e di quello in Irpinia del 1980, svolti all'interno del Progetto finalizzato "Geodinamica" del CNR, hanno portato ad un notevole aumento delle conoscenze sulla sismicità del territorio nazionale ed hanno consentito la formulazione di una proposta di classificazione sismica presentata dal CNR al Governo, che è stata tradotta in una serie di decreti del Ministero dei Lavori Pubblici approvati tra il 1980 ed il 1984, costituendo, pertanto, la classificazione sismica italiana fino all'emanazione dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003.

Per quanto riguarda il territorio piemontese, con il Decreto Ministeriale 04/02/1982 n. 82 vengono individuati 41 Comuni sismici nella zona della bassa Val Susa e del Pinerolese. Su tale impianto normativo si è inserito il nuovo processo di distribuzione delle competenze fra Stato, Regioni ed Enti Locali, attuato con le c.d. "leggi Bassanini" del 15 marzo 1997, n. 59. Conseguentemente, la competenza per l'individuazione delle zone sismiche, la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone è stata trasferita alle Regioni, mentre spetta allo Stato quella di definire i relativi criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e le norme tecniche per le costruzioni nelle medesime zone.

Per quanto riguarda nuovamente il territorio piemontese, con l'Ordinanza Ministeriale 2788/1998: "Comuni ad elevato rischio sismico", vengono individuati 72 territori comunali, compresi i 41 già classificati, ai quali vengono destinati incentivi finanziari finalizzati ad attività di mitigazione del rischio attraverso opere strutturali.

Immediatamente dopo il terremoto del 31 ottobre 2002 che ha colpito i territori al confine fra il Molise e la Puglia, la Protezione civile ha adottato l'O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274, al fine di fornire una risposta immediata alla necessità di aggiornamento della classificazione sismica e delle norme antisismiche.

Alla luce dell'ordinanza n. 3274 e, a differenza di quanto previsto dalla normativa precedente, tutto il territorio nazionale è stato classificato come sismico e suddiviso in 4

zone, caratterizzate da pericolosità sismica decrescente; tali zone sono individuate da 4 classi di accelerazione massima del suolo con probabilità di accadimento del 10% in 50 anni. Le prime tre zone della nuova classificazione corrispondono, dal punto di vista degli adempimenti previsti dalla Legge n. 64 del 1974, alle zone di sismicità alta, media e bassa, mentre per la zona 4, di nuova introduzione, viene data facoltà alle regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica. In ogni zona è, infatti, prevista l'applicazione della progettazione sismica con livelli differenziati di severità, salvo, come anzidetto, nella zona 4. Il collegamento tra la classificazione e le norme tecniche risulta, pertanto, molto stretto.

Posto che l'articolo 2, comma 1 dell'O.P.C.M. citata dispone che le Regioni provvedano alla formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche e che la Regione Piemonte con D.G.R. n. 61 - 11017 del 17/11/2003 ha recepito la classificazione sismica di cui all'O.P.C.M. succitata, alla luce dello studio affidato al Politecnico di Torino - Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica e all'Università di Torino, Facoltà di Geologia, (entrambi in collaborazione con il Centro di Competenza Eucentre di Pavia) e dei risultati conclusivi del gruppo di lavoro nazionale (a cui ha partecipato la Regione Piemonte) confluiti nelle linee guida "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" in Italia, nonché ad altri studi effettuati alla scala nazionale dall'I.N.G.V. ed avallati dalla normativa sovra-regionale, la Regione Piemonte con Deliberazione della Giunta Regionale 19 gennaio 2010, n. 11-13058 provvede all'aggiornamento ed adeguamento dell'elenco delle zone sismiche.

La stessa Deliberazione rammenta inoltre che, con Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 sono state approvate le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC08) che definiscono i principi generali per il progetto, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni e forniscono i criteri generali di sicurezza a tutela della pubblica incolumità; le predette Norme Tecniche sono entrate in vigore a partire dal 1 luglio 2009 e si applicano indistintamente a tutte le costruzioni, indipendentemente dalla zona di classificazione sismica in cui sono realizzate.

COMUNE DI BOBBIO PELLICE (TO)		
Classificazione ai sensi del D.M. 4 febbraio 1982 <i>Non più in vigore</i>	Classificazione ai sensi della DGR n. 61-11017 del 17 novembre 2003 <i>Non più in vigore</i>	Classificazione ai sensi della DGR n. 11-13058 del 19 gennaio 2010 <i>In vigore dal 1 gennaio 2012 a seguito della approvazione della DGR n. 4-3084 del 12 dicembre 2011</i>
Territorio simico con grado di sismicità = 9	2	3S

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Dal punto di vista geologico regionale, la porzione del territorio comunale di Bobbio Pellice interessata dagli studi di microzonazione sismica di primo livello è interamente modellata entro le rocce ascrivibili al "Massiccio Cristallino pretriassico del Dora Maira", il quale costituisce, nell'arco delle Alpi Occidentali, il più meridionale dei Massicci Cristallini Interni di pertinenza pennidica. Nel suo insieme, il Massiccio del Dora Maira è costituito da un basamento polimetamorfico di probabile età precarbonifera e da un'unità di copertura monometamorfica di presunta età carbonifera-permiana (BORGHI A., CADOPPI P., PORRO A., SACCHI R., SANDRONE R., "Osservazioni geologiche nella Val Germanasca e nella media Val Chisone", Boll. Museo Reg. di Scienze Naturali 2, 1984). Per quanto riguarda il basamento esso risulta essere costituito da prevalenti micascisti a granato e cloritoide (metapeliti) ai quali sono associati masse più o meno estese di metabasiti, marmi e corpi di ortoderivati distinguibili per la netta facies occhiadina, anche noti in letteratura come "Ensemble des gneiss glanduleux" (VIALON P., "Etude géologique du Massif Cristallin Dora-Maira", 1966). Le unità di copertura sono rappresentate essenzialmente dal Complesso Grafitico del Pinerolese, costituito da metaconglomerati e metapeliti caratterizzati dalla presenza di grafite, sia come pigmento diffuso sia concentrata in livelli oggetto in passato di coltivazione (BORGHI A. ET ALII, op. cit.). L'età carbonifera di questo complesso viene generalmente attribuita in funzione delle analogie esistenti con altre sequenze che caratterizzano l'edificio alpino.

Infine, per quanto riguarda la struttura interna del Massiccio in esame, gli autori citati in precedenza, propongono un modello che prevede due differenti affinità paleogeografiche per le unità descritte: "Brianzonese" per l'unità strutturalmente inferiore, costituita dalle coperture monometamorfiche ed affioranti nella finestra tettonica del Pinerolese, e "Piemontese" per l'unità di basamento polideformato sovrascorsa sulla precedente.

Nel dettaglio, il substrato geologico affiora con continuità nei settori di versante a maggiore acclività, lungo le aste torrentizie incise dai rii tributari del Torrente Pellice e, localmente, in corrispondenza delle scarpate modellate dall'azione antropica come, ad esempio, i tagli stradali. Si segnalano, inoltre, alcuni limitati settori di affioramento presenti nel settore centro-orientale dell'alveo del Torrente Pellice compreso nell'area di studio; in tale ambito, la presenza di queste emersioni del substrato roccioso, ha permesso di valutare la potenza delle coperture quaternarie.

In ampie porzioni dell'area oggetto di studio il substrato lapideo risulta essere celato al di sotto delle sequenze di depositi quaternari che possono essere suddivise, in funzione della loro genesi, in depositi glaciali, sedimenti torrentizi deposti in facies di conoide e depositi fluvio-torrentizi ascrivibili alla dinamica evolutiva del corso d'acqua principale. Inoltre, lungo i versanti sono riscontrabili accumuli di origine gravitativa quali detriti di falda, corpi di frana e, con una percentuale di estensione areale molto elevata, depositi della coltre detritica ed eluvio-colluviale. Per maggiori dettagli in merito alla

caratterizzazione litostratigrafica di tali sequenze quaternarie si rimanda al commento della tavola "Carta Geologico Tecnica" (cfr. § 6.1.).

Per quanto riguarda l'assetto geomorfologico del settore oggetto di studio, si sottolinea che esso si articola in corrispondenza di due ambiti geomorfologici distinti rispettivamente corrispondenti al fondovalle, di moderata ampiezza, ed alla porzione del piede dei versanti idrografici destro e sinistro del Torrente Pellice. Il settore di fondovalle è contraddistinto da una morfologia sub/pianeggiante e/o a moderata pendenza ed è caratterizzato da ampie superfici terrazzate che si rastremano verso il settore occidentale e degradano fino al corso d'acqua del Torrente Pellice.

Su tali superfici terrazzate di fondovalle si innestano gli apparti di deiezione dei tributari, presenti sia in destra sia in sinistra idrografica, che rappresentano il principale elemento di raccordo morfologico tra il fondovalle ed i versanti.

Il secondo ambito coincide invece con i fianchi vallivi caratterizzati da un'acclività medio-elevata e da una morfologia generalmente regolare interrotta dalle incisioni del reticolo idrografico secondario caratterizzate da un andamento nord-sud, ad eccezione del Torrente Cruello, che si immette nel settore di fondovalle del Torrente Pellice parallelamente alla direttrice NO-SE.

Infine, si precisa che il settore occidentale dell'area oggetto di studio è localizzato in corrispondenza del tratto apicale del settore di piana intravalliva del Torrente Pellice, a partire da tale punto e muovendosi verso monte l'alveo del corso d'acqua presenta un'ampiezza notevolmente ridotta ed appare marcatamente inciso entro il substrato prequaternario.

Per la caratterizzazione degli elementi morfologici e topografici che condizionano il settore in esame sotto il profilo sismico si rimanda al commento della "Carta Geologico Tecnica" (cfr. § 6.1.).

4. DATI GEOGNOSTICI E GEOFISICI

Come anticipato in premessa, al fine di pervenire alla definizione della microzonazione sismica di primo livello nel Comune di Bobbio Pellice, si è proceduto ad una preliminare raccolta dei dati bibliografici inerenti alle indagini geognostiche condotte nel recente passato entro l'area di studio.

Nel dettaglio sono stati rinvenuti:

- ✓ n. 2 pozzetti esplorativi eseguiti nel settore orientale dell'area di studio, in corrispondenza del lembo sinistro dell'apparato di deiezione del Torrente Ghicciard;
- ✓ n. 1 sondaggio a carotaggio continuo (profondità raggiunta pari a -15,00 m da p.c.) perforato nell'abito della progettazione del ponte sul Torrente Cruello;
- ✓ n. 3 pozzi per acqua dei quali non è stato possibile recuperare i dati stratigrafici;

- ✓ n. 6 sondaggi elettrici verticali effettuati entro lo studio "*Indagine geofisica ed idrogeologica in Val Pellice a monte dell'abitato di Luserna San Giovanni*" per conto dell'A.C.E.A. Pinerolese (luglio 1995);
- ✓ n. 4 profili sismici a rifrazione, di cui 3 realizzati nell'ambito dello studio precedentemente citato e uno effettuato per "*L'indagine sismica a rifrazione per l'individuazione della profondità del substrato roccioso a Bobbio Pellice*" (luglio 2000).

Nell'ambito del presente studio è stata condotta un'apposita campagna di indagini di tipo sismico individuata da n. 2 MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e da n. 2 HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). Per dettagli sulle metodologie di acquisizione, elaborazione ed incertezze dei dati rilevati nell'ambito delle indagini effettate per lo studio di micro zonazione sismica si rimanda all'Allegato 01.

5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

La distribuzione spaziale dei dati geognostici e geofisici poc'anzi elencati ha permesso, con un buon grado di dettaglio, la ricostruzione del modello litostratigrafico del sottosuolo nel settore del territorio comunale di Bobbio Pellice interessato dagli studi di microzonazione sismica.

Tali dati sono stati ulteriormente confrontati con quanto emerge dalla disamina della letteratura bibliografica di riferimento, in particolar modo dallo studio "*Indagine geofisica ed idrogeologica in Val Pellice a monte dell'abitato di Luserna San Giovanni*" e dalla pubblicazione "*I depositi lacustri delle Valli Chisone e Pellice (Alpi Occidentali)*" - COLLO G. (1996).

In sintesi, richiamando l'assetto geologico generale, si evidenzia che il settore di fondovalle della medio-alta Val Pellice è impostato entro una sequenza di depositi detritici quaternari essenzialmente fluvio-torrentizi riconducibili al Torrente Pellice ed ai suoi principali affluenti.

La profondità alla quale si colloca l'interfaccia tra substrato roccioso e depositi fluvio-torrentizi di cui sopra non è stata intercettata da indagini geognostiche di tipo diretto, ma può essere desunta dall'interpretazione dei dati geofisici. Con particolare riferimento alla campagna geofisica condotta nell'ambito del presente studio, si evidenzia che, verosimilmente, il materasso alluvionale presenta una potenza maggiore (indicativamente pari ai 20 m) nel settore centro-orientale del fondovalle del Torrente

Pellice e si assottiglia progressivamente sia verso monte sia risalendo i fianchi vallivi⁽⁴⁾. In tale ambito, si segnala la presenza di alcuni distinti affioramenti del substrato roccioso localizzati entro l'alveo attivo del Torrente Pellice, immediatamente a Sud Sud-Ovest-Ovest dei campi sportivi. Tali affioramenti del substrato roccioso mettono in luce che la geometria della superficie di contatto coperture-basamento cristallino si rilevi alquanto complessa e, pertanto, la ricostruzione puntuale degli spessori delle coltre detritiche risulta essere piuttosto incerta.

In analogia con i dati litostratigrafici riscontrati nell'adiacente territorio comunale di Villar Pellice, non si può escludere, al di sotto delle sequenze detritiche di facies fluvio-torrentizia, la presenza di depositi lacustri⁽⁵⁾ riferibili al "Complesso lacustre della Val Pellice" (Pleistocene inferiore - medio) dei quali non vi è evidenza né in affioramento né nelle indagini geognostiche dirette effettuate nell'ambito territoriale in oggetto. Alla luce di tali considerazioni, la ricostruzione del modello del sottosuolo ha necessariamente tenuto conto della presenza del "Complesso lacustre della Val Pellice", che molto probabilmente si chiude, interdigitandosi entro depositi fluvio-torrentizi, in corrispondenza della porzione orientale del fondovalle di Bobbio Pellice (si veda la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica).

6. ELABORATI CARTOGRAFICI

6.1. CARTA DELLE INDAGINI

Come anticipato al § 4., si è proceduto ad una preliminare raccolta dei dati geognostici bibliografici. Successivamente è stata condotta un'apposita campagna di indagini di tipo sismico individuate da n. 2 MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e da n. 2 HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio).

Tutte le indagini sono state riportate sulla carta tematica in esame, secondo la simbologia introdotta dagli Standard di microzonazione sismica (versione 3.0) di cui al § 1.1.1 "Carta delle Indagini". La base cartografica utilizzata è la Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti (BDTRE) elaborata dalla Regione Piemonte (Base Cartografica di Riferimento Annuale 2013 raster b/n 1:10.000) ed i dati sono stati georiferiti utilizzando il sistema di coordinate geografiche UTM_WGS84.

⁴ Nell'indagine condotta a SE del concentrico di Bobbio Pellice, i risultati derivanti dall'analisi quantitativa delle prove HVSR rilevano una profondità dell'interfaccia del substrato roccioso pari a ca. -18 m da p.c.; tale dato ritrova riscontro dalle rilevazioni delle V_s , mediante metodologia MASW, le quali rilevano una profondità del substrato rigido a circa -24 m di profondità da p.c.. Il discostamento tra i due valori deriva dalla presenza di una porzione più superficiale ed alterata del substrato roccioso. La disposizione plano-altimetrica delle due indagini HVSR e MASW effettuate presso la Strada della Costa non permette tale raffronto tra i valori restituiti, tuttavia emerge un assottigliamento del materasso alluvionale che presenta, in sito una potenza dell'ordine di 10 m circa.

⁵ I depositi lacustri sono stati intercettati durante la perforazione dell'opera di captazione acquedottistica del Comune di Villar Pellice, posta in prossimità del ponte che conduce alla località di Fienminuto.

6.2. CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

L'elaborazione di tale cartografia si basa sulla revisione dettagliata degli studi geologici pregressi, integrata dall'attività di rilevamento effettuata sul terreno nell'ambito delle indagini geologiche a corredo degli Strumenti Urbanistici del Comune di Bobbio Pellice.

L'ambito territoriale oggetto del presente studio di microzonazione sismica si colloca principalmente entro il settore di fondovalle modellato dal Torrente Pellice ed in corrispondenza del piede dei versanti che delimitano il settore apicale della piana intervalliva della medio-alta Val Pellice.

Come ampiamente argomentato in precedenza i due distinti ambiti morfologici si contraddistinguono per un differente assetto geologico e litostratigrafico, pertanto, seguendo la metodologia prevista dagli Standard di microzonazione sismica (versione 3.0) di cui al § 1.1.2 "Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica", sono stati cartografate le seguenti coperture detritiche:

- ✓ *GW - ghiaie pulite a granulometria ben assortita, miscela di ghiaie e sabbie;*
- ✓ *GM - ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limi.*

A tale proposito si ribadisce che le varie tipologie di depositi presenti nell'area oggetto di studio non sono del tutto rappresentante nelle due classi granulometriche proposte dagli standard rappresentativi di riferimento.

Nella carta al codice identificativo della litologia del terreno di copertura è associato un secondo codice relativo all'ambiente genetico e deposizionale:

- ✓ Ambiente di versante:
 - *fd - falda detritica;*
 - *cd - conoide detritica;*
 - *cz - conoide di deiezione;*
 - *ec - eluvio/colluvi.*
- ✓ Ambiente fluvio – lacustre:
 - *pd- piana pedemontana;*
 - *tf - terrazzo fluviale.*
- ✓ Ambiente glaciale:
 - *mr – morena.*

A tale proposito si ribadisce che le varie tipologie di depositi presenti nell'area oggetto di studio non sono del tutto rappresentante nelle classi granulometriche proposte dagli standard rappresentativi di riferimento.

I depositi torrentizi sia di fondovalle sia di conoide si contraddistinguono per uno spettro granulometrico grossolano, caratterizzato dall'abbondante presenza di ciottoli decimetrici (sedimenti clast supported) e, talora, di trovanti di dimensioni metriche, con ghiaie e sabbie in matrice sabbioso-limosa di colore bruno-grigiastra; possono essere riscontrate frequenti intercalazioni lentiformi di potenza decimetrica o metrica di sabbie e sabbie limose bruno-grigiastre con ghiaie e ciottoli. Il grado di arrotondamento degli elementi più grossolani varia in funzione del trasporto per cui può risultare scarso nelle porzioni

apicali di conoide mentre essere maggiore nei settori di fondovalle. La scarsa alterazione di tali depositi testimonia l'età piuttosto recente, pertanto sono sedimenti scrivibili all'Olocene. In funzione della disposizione altimetrica rispetto all'alveo attuale del Torrente Pellice, è possibile distinguere i depositi attuali e recenti dai depositi antichi: quest'ultimi caratterizzano le superfici terrazzate sospese, attualmente non più soggette alla dinamica evolutiva del corso d'acqua principale.

I depositi di origine gravitativa sono legati a processi di frana, differenziabili per età di messa in posto e per facies sedimentologica. Gli accumuli di detrito a grossi blocchi sono caratteristici dei settori di versante costituiti da pareti rocciose interessate da un'intensa fatturazione e sono riferibili a crolli o ribaltamenti di masse provenienti dalle pareti stesse, generalmente subverticali.

Le falde detritiche sono costituite da sedimenti ghiaiosi, ad elementi generalmente spigolosi, costituiti da litotipi del substrato localmente affiorante, di dimensioni da medie a piccole, mentre gli accumuli gravitativi di massa sono caratterizzati da una natura fortemente eterometrica e sono costituiti da elementi angolosi di dimensioni massime di alcuni metri, immersi in una matrice composta da frammenti di dimensioni da centimetriche a millimetriche.

I depositi glaciali, quando conservati, risultano alquanto trasformati dagli agenti del rimodellamento, in particolare, ad opera della rete idrografica minore. Tali sedimenti sono costituiti da materiali nei quali manca ogni traccia di classazione granulometrica, caratterizzati da una estrema variabilità nelle dimensioni dei componenti (accentuate caoticità ed eterometria). I frammenti grossolani sono immersi in una matrice sabbioso-limosa-argillosa.

Infine, i materiali di copertura detritico-colluviale derivano dai processi di degradazione ed alterazione del substrato roccioso. La componente detritica aumenta alle quote più elevate, dove la disgregazione fisica agisce maggiormente a scapito dell'alterazione chimica. La coltre detritico-colluviale è costituita da elementi lapidei di pezzatura generalmente grossolana (ghiaie e ciottoli) in matrice limoso-argillosa, più o meno abbondante, di colore bruno-rossastro, scarsamente addensata. Generalmente presenta una potenza di ordine da pluridecimetrico a metrico; in corrispondenza dei settori meno acclivi può raggiungere spessori anche plurimetrici.

In merito al substrato roccioso sono stati riportati gli affioramenti riferiti al *LPS – lapideo non stratificato*, trattandosi prevalentemente di micascisti e gneiss minuti riferibili al Massiccio Cristallino del Dora Maira (cfr. § 3.).

Per quanto riguarda la presenza di altri elementi strettamente funzionali agli studi di microzonazione sismica, sono stati riportati, come sovrasimboli, le aree soggette a fenomeni di *instabilità di versante* quali frane di crollo attiva e colate con attività non definita, elementi morfologici superficiali (*conoide alluvionale* e *falde detritiche*), nonché alcune forme lineari che rilevano una certa importanza sotto il profilo sismico quali gli *orli*

di scarpate morfologiche di altezza 10-20 m, gli assi di paleoalveo e l'asse di valle sepolta larga ($C < 0,25$)⁶.

In merito agli elementi tettonico strutturali sono state riportate le giaciture della foliazione principale che caratterizza il substrato roccioso; per quanto, infine, riguarda gli elementi geologici e idrogeologici sono stati cartografati un *sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato geologico* e la *traccia della sezione geologica rappresentativa del modello del sottosuolo*.

⁶ $C=H/L$ dove H = profondità della valle e L = semi larghezza della stessa.

6.3. CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (CARTA DELLE MOPS)

La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica è stata predisposta sulla base delle informazioni di cui ai paragrafi precedenti, facendo, soprattutto, riferimento alle indagini geofisiche condotte a supporto del presente studio.

Vengono riportate:

- ✓ le Zone stabili;
- ✓ le Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali;
- ✓ le Zone di attenzione per instabilità.

Nelle *Zone stabili* ricadono le aree caratterizzate dalla presenza del substrato lapideo affiorante e/o subaffiorante con eventuale copertura detritico ed eluvio-colluviale di spessore non superiore a 3 m.

Nelle *Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali* sono presenti i terreni di copertura; in particolare, sono state distinte n. 5 zone, ciascuna caratterizzata da diversi spessori di sedimenti fino al raggiungimento del substrato sismico di riferimento (LPS - $V_s > 800$ m/s).

La Zona 1 è contraddistinta da depositi alluvionali eterogranulari incoerenti e grossolani (Olocene) con potenza massima pari a circa 10 m che si estendono in corrispondenza dei settori di raccordo dei versanti con il fondovalle; in particolare si tratta di depositi di conoide e dei terrazzi alluvionali più elevati e prossimi agli affioramenti del substrato roccioso in corrispondenza delle pendici dei fianchi vallivi. Su tale area sorge la maggior parte del concentrico di Bobbio Pellice.

La Zona 2 è contraddistinta dalla presenza dei medesimi depositi che caratterizzano la zona precedente ma presentano spessori maggiori che, come evidenziato dalle indagini HVRS e MASW effettuate in Via Saret e dalla stratigrafia del sondaggio a carotaggio continuo perforato presso il ponte sul Torrente Cruello, possono raggiungere spessori medi di circa 20 m. Tale zona si colloca nel settore assiale del fondovalle.

La Zona 3, è caratterizzata dalla presenza di depositi grossolani e caotici riferibili alle coltri detritiche e ai detriti di falda, presenti in locali placche lungo i versanti montani. Lo spessore di tali depositi di origine gravitativa è stata stimata, sulla scorta delle indagini di terreno, pari a circa 5-10 m.

La Zona 4 presenta terreni di copertura riconducibili ai depositi glaciali che affiorano in lembi isolati lungo i versanti; la loro potenza è stimata in uno spessore variabile di 5-10 m e sono direttamente poggiati sul substrato geologico.

La Zona 5, infine, comprende l'area del fondovalle ove il materasso dei depositi quaternari risulta essere individuato sia da sedimenti alluvionali grossolani analoghi a quelli delle zone 1 e 2 sia dai depositi riferibili al Complesso Lacustre della Val Pellice

(Pleistocene inf. - medio), secondo quanto riferito nel modello litostratigrafico delineato al § 5. Si tratta essenzialmente di depositi fini quali limi, limi sabbiosi e sabbie fini, la cui presenza è stata interamente dedotta sulla scorta della documentazione bibliografica. Il modello adottato prevede che i depositi lacustri siano direttamente in contatto con il substrato roccioso, anche se, alla luce del contesto morfologico, non si esclude che possano esserci interdigitazioni con i depositi alluvionali sovrastanti; dai dati a disposizione, prevedendo un progressivo approfondimento del substrato roccioso verso valle, si è ipotizzato che l'interfaccia tra il substrato lapideo e i depositi lacustri si attesti ad una profondità indicativa variabile tra 15 e 35 m da p.c..

Le *Zone di attenzione per instabilità* sono riconducibili ad effetti deformativi per instabilità di versante attiva e non definita, come riportato nella Carta geologico tecnica. Da quest'ultima carta sono inoltre riportate le forme di superficie e sepolte, mentre dalla Carta delle Indagini viene ripresa la localizzazione delle Stazioni di microtremore a stazione singola.

7. BIBLIOGRAFIA

- Allasia P., Audisio C., Baldo M., Cirio C.G., Lollino G., Giordan G., Godone F., Nigrelli G., Alpe F., Ambrogio S., Giardino M., Perotti, L., Sambuelli L., De Renzo G., Fontan D. & Barbero T. (2004) - Instrumented experimental sites for the control of landslide hazards in mountain environments: the Germanasca and Susa Valleys (Northwestern Italy). – In: 32nd International Geological Congress, Florence August 20-28, 2004, vol. n. 5.
- Barbero T e Quaranta N. (2010) – *Relazione geologica illustrativa a corredo del P.R.G.C. del Comune di Pinerolo*.
- Barbero T. (1997) – Ricostruzione dell'evoluzione quaternaria dell'Alta Val Germanasca. – Tesi di laurea in Scienze Geologiche, Università degli Studi di Torino, inedita.
- Borghi A., Cadoppi P., Porro A., Sacchi R., Sandrone R. (1984) - "Osservazioni geologiche nella Val Germanasca e nella media Val Chisone", Boll. Museo Reg. di Scienze Naturali 2.
- Collo G. (1990) - *Segnalazione di sedimenti quaternari deformati in Val Pellice (Torino)*, Il Quaternario, 3(1), 5-14.
- Collo G. (1994) - *The Villafranchian lacustrine sediments of Pellice – Chisone Valleys (Western Alps, Province of Turin)* - In: Riassunti delle comunicazioni sul Villafranchiano di altre aree italiane, europee ed asiatiche. Preprint, Atti del Convegno sul tema "Il significato del Villafranchiano nella stratigrafia del Plio-Pleistocene", Peveragno (CN), 20-24 giugno 1994.
- Collo G. (1995) - *L'evoluzione tettonica recente del Pinerolese (Alpi Occidentali, Provincia di Torino) nell'ambito dei rapporti tra le Alpi e la Collina di Torino* – In: Atti dal Conv. "Rapporti Alpi Appennino e guida alle escursioni" Peveragno (CN), 31 maggio-1 giugno 1994, a cura di Polino R. e Sacchi R., Acc. Naz. Delle Scienze; Scritti e Documenti, XIV, 463-483.
- Collo G. (1996) - I depositi lacustri delle Valli Chisone e Pellice (Alpi Occidentali, Prov. di Torino). Il Quaternario, 9(1), 123 - 136.
- Comunità Montana Val Pellice (1986-1990) - *Studio geologico e geotecnico in prospettiva sismica*.
- Sola G. (1984) – Ricostruzione dell'evoluzione quaternaria della Val Pellice. – Tesi di laurea in Scienze Geologiche, Università degli Studi di Torino, inedita.
- Vassalle – Eandi E. M. - *Rapport sur le tremblement de terre qui a commencé le 2 avril 1808, dans les vallées de Pélis, de Cluson, de Po*.
- Vialon P. (1966) - Etude géologique du massif cristallin Dora-Maira, Alpes cottiennes internes, Italie. Thèse de Doctorat d'Etat, Trav Lab Géol Grenoble, Mém 4 p. 293, Univ Grenoble.

SITOGRAFIA

- webgis.arpa.piemonte.it/risknat/
- <http://www.ingv.it/it/>