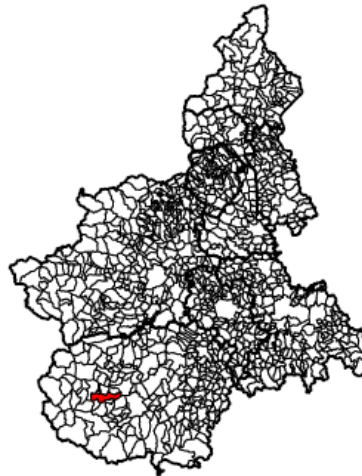


Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Piemonte
Comune di Dronero



Regione	Soggetto attuatore dott. geol. Fabrizio Cambursano	Data gennaio 2015
---------	-------------------------------------------------------	----------------------

INDICE

1. INTRODUZIONE

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

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

6. INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE

7. ELABORATI CARTOGRAFICI

7.1 Carta delle indagini

7.2 Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica

*7.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica
(livello 1)*

8. BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUZIONE

Il presente studio è volto a definire gli aspetti riguardanti la Microzonazione Sismica di Primo Livello per il Comune di Dronero (CN), in attuazione delle disposizioni dell'articolo 11 del decreto-legge 28 aprile 2009, n. 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n. 77 – annualità 2011 e sulla base dei criteri riportati nell'allegato 2 dell'O.P.C.M. n. 4007/2012, con approfondimenti equivalenti al livello 1 degli Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica, secondo quanto previsto nella D.D. n. 3190 del 13/12/2012 della Regione Piemonte.

L'elaborato tecnico di riferimento per l'esecuzione degli studi è rappresentato dagli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)" (2008) e dal lavoro di Colombi et al. (2011).

Per la redazione degli elaborati cartografici e l'organizzazione delle informazioni, i documenti di riferimento sono stati gli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica", versione 3.0, elaborati dalla Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica (art. 5, comma 7, O.P.C.M. 13 novembre 2010, n. 3907), aggiornati al mese di ottobre 2013. In particolare, si è fatto ricorso, per l'organizzazione dei dati e l'elaborazione delle cartografie, all'Applicativo GIS per la Microzonazione Sismica (versione 1.3) sviluppato dalla collaborazione tra ARPA Piemonte (Dipartimento Tematico Geologia e Dissesto) e la Regione Piemonte (Settore Sismico) in osservanza agli Standard citati.

Le attività fondamentali del progetto sono consistite nella raccolta di tutti i dati geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, sondaggi, indagini geofisiche relativi al territorio comunale di Dronero e nell'esecuzione di rilevamenti geologici di controllo sul terreno necessari alla ricostruzione dell'assetto geologico a scala locale, previa raccolta preliminare dei dati esistenti presso gli archivi e le banche dati interne.

I prodotti finali dell'elaborazione sono riassumibili come segue:

- **Carta delle Indagini** (scala 1:10.000), nella quale sono state indicate le prove pregresse e quelle di nuova esecuzione; tutte le prove sono state classificate in base al tipo ed alla profondità raggiunta.

- ***Carta Geologico-tecnica*** (scala 1:10.000) predisposta sulla base dei rilievi geologici e morfologici disponibili (PRGC) e dai dati derivanti dai rilievi di controllo effettuati, corredata da sezioni geologiche significative, in numero adeguato, orientate sia trasversalmente sia longitudinalmente ai principali elementi geologici.
- ***Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)*** (scala 1:10.000) in cui sono indicate le zone omogenee in prospettiva sismica, propedeutiche ai successivi livelli di approfondimento.
- ***Banche dati*** contenenti i dati relativi alle carte prodotte.
- ***Relazione illustrativa***, in cui sono descritte in dettaglio le metodologie di studio utilizzate, i risultati ottenuti, le cartografie e le banche dati prodotte.

La base topografica utilizzata come riferimento per la stesura delle cartografie è la BDTRE b/n (Regione Piemonte) alla scala 1:10.000, reperibile in servizio WMS dal Geoportale della Regione Piemonte.

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

Per la definizione della pericolosità sismica di base del Comune di Dronero si è fatto riferimento a quanto riportato dalle banche dati ufficiali INGV e ARPA Piemonte; in particolare sono state consultate le seguenti fonti:

- il Database Macrosismico Italiano versione DBMI11 a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, dicembre 2011, che copre la finestra temporale 1000-2006;
- il Database Arpa Piemonte relativo alla sismicità strumentale dal 1982 ad oggi, visualizzabile sul sito: <http://webgis.arpa.piemonte.it/flxview/GeoViewerArpa/>
- il Database online delle pericolosità sismica in Italia, visualizzabile al sito: <http://esse1.mi.ingv.it/>

La storia sismica del Comune di Dronero è rappresentata dal seguente grafico (Fig. 1) che rappresenta gli eventi storici contenuti nel catalogo italiano risentiti al sito. Le caratteristiche degli eventi risentiti sono riportate nella Tabella 1.

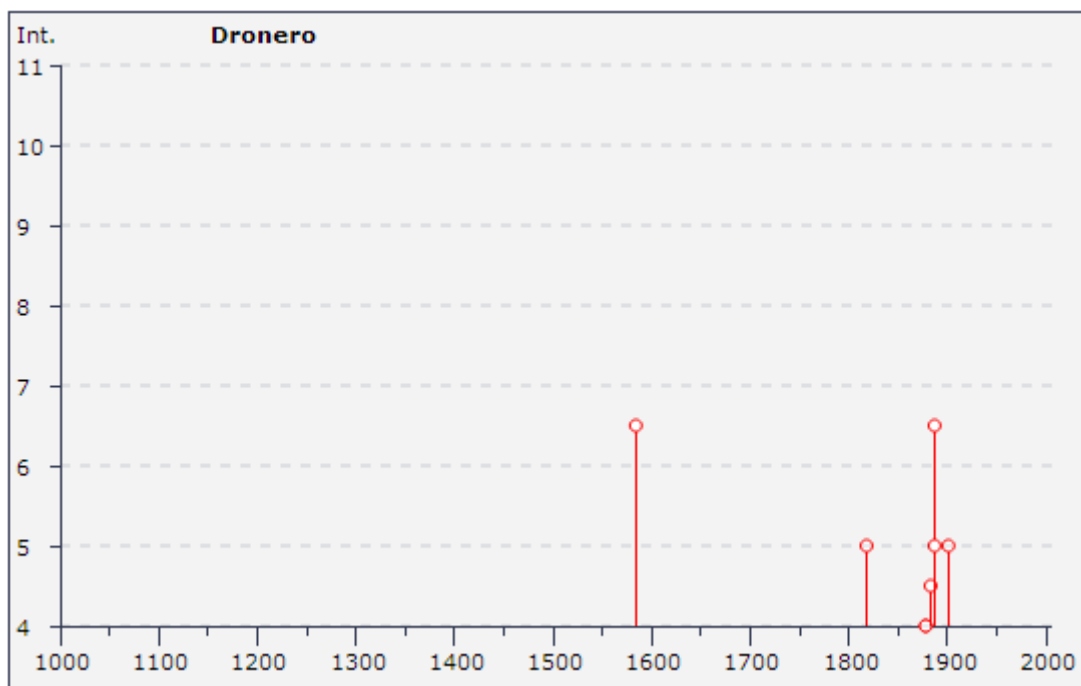


Figura 1. Storia sismica Comune di Dronero (periodo temporale 1000-2006). (Fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>).

Tabella 1. Storia sismica Comune di Dronero (periodo temporale 1000-2006). (Fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>).

Storia sismica di Dronero [44.466, 7.362]				
Numero di eventi: 12				
Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
6-7	1584 03 01	DRONERO	1	6-7 4.93 ±0.34
5	1818 02 23 18:10	Liguria occidentale-Francia	46	7 5.45 ±0.22
4	1878 01 22 07:44	Saluzzo	4	4-5 4.09 ±0.34
4	1878 06 07 22:25	Cuneese	34	6 4.89 ±0.22
4-5	1883 03 07 21:15	Pinerolo	21	4-5 4.37 ±0.33
6-7	1887 02 23 05:21	Liguria occidentale	1516	6.97 ±0.15
5	1887 10 01 04:05	Dronero	3	4-5 4.09 ±0.34
5	1901 05 25 03:59	Torinese	35	5-6 4.81 ±0.34
NF	1906 08 11 10:00	TAGGIA	82	5 4.52 ±0.18
3	1989 12 26 19:59	Mar Ligure	290	4.60 ±0.22
NF	1993 07 17 10:35	Finale Ligure	336	5 4.51 ±0.10
2-3	2000 08 21 17:14	Monferrato	597	6 4.86 ±0.09

Come si nota dalla tabella l'evento maggiormente risentito a Dronero è quello del 23 febbraio 1887 della Liguria Occidentale, di magnitudo M_w 6.97, che ha prodotto un risentimento al sito di intensità 6 MCS. Per quanto riguarda la sismicità recente, monitorata dal 1982, si segnala la presenza di numerosi eventi di bassa magnitudo (< 2) e bassa profondità (< 10 km e compresi tra 10 e 20 km).

Per quanto riguarda la classificazione sismica attualmente vigente il Comune di Dronero risulta classificato in zona sismica 3; il valore rappresentativo dell'accelerazione orizzontale di base attesa a scala comunale, a cui si dovrà fare riferimento per l'applicazione di studi di livello 2 e, in combinazione con altri parametri indicatori di pericolosità, per l'applicazione di studi di livello 3, è di 0.140 g. Tale valore, corrispondente a sollecitazioni su suolo rigido e pianeggiante con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Tempo di ritorno di 475 anni).

I parametri di pericolosità sismica per il Comune di Dronero (CN) sono stati valutati a partire dai dati online della pericolosità sismica in Italia (INGV – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, esse1.mi.ingv.it). La consultazione delle Mappe interattive della pericolosità sismica (WebGis) ha permesso di definire il valore di accelerazione massima atteso al suolo con una

probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferito a suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s, categoria A – EC8) e pianeggiante.

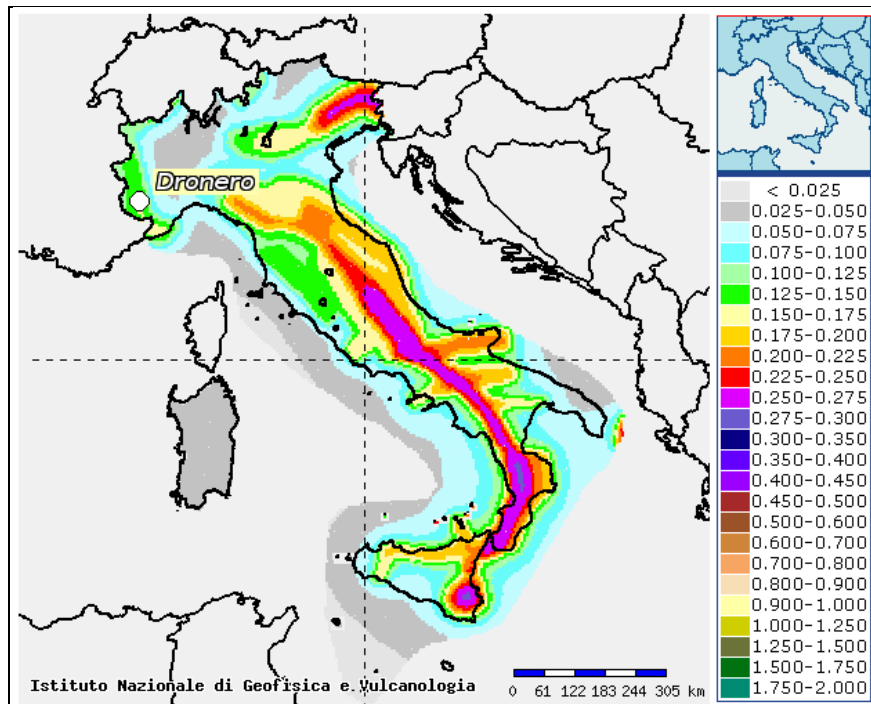


Figura 2. *Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (riferimento: OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006, All. 1b) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A). (Fonte: esse1-gis.mi.ingv.it)*

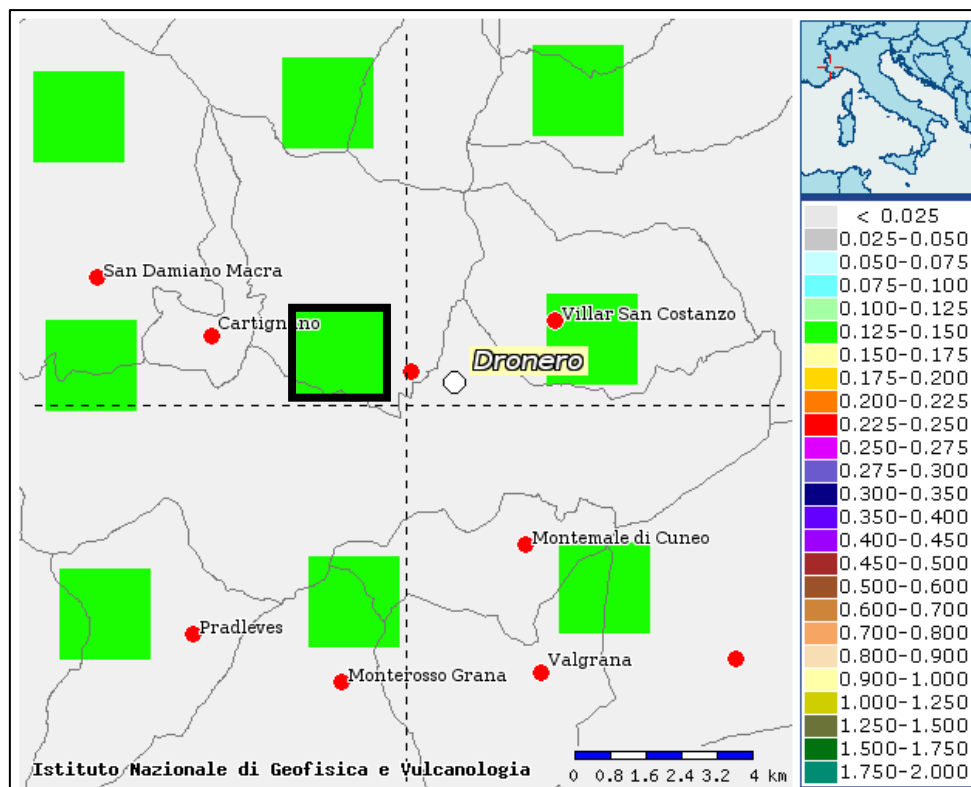


Figura 3. *Ingrandimento mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale. Nodi della griglia geografica (passo 0.05° e 0.02°) per i quali sono stati calcolati i valori di pericolosità sismica standard (ag con 10% di probabilità di eccedenza in 50 anni). Il nodo riquadrato in nero è stato scelto come riferimento per la definizione dei parametri di pericolosità (Fonte: esse1-gis.mi.ingv.it).*

Non disponendo in questo contesto di uno specifico sito per le verifiche ma facendo riferimento all'intero territorio comunale, per la definizione dei parametri di pericolosità è stato scelto, a titolo esemplificativo, il nodo in posizione più prossima rispetto all'abitato di Dronero (lat: 44.467, lon: 7.359, ID: 16229) il quale presenta valori di accelerazione molto vicini alla media dei 6 nodi della griglia geografica che contornano il territorio comunale di Dronero (a_g media = 0.1402g). Per questo punto il valore di accelerazione massima attesa al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni risulta essere $a_g = 0.1391g = 136.4 \text{ cm/s}^2$. Tale valore è stato ricavato dalla Figura 4 e dalla Tabella 2, facendo riferimento al valore corrispondente al cinquantesimo percentile e considerando un vita di riferimento (V_R) della struttura pari a 50 anni. Dalla formula: $T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{V_R})}$ (1)

considerando una probabilità superamento nel periodo di riferimento (V_R) pari al 10% (SLV – Stato Limite di salvaguardia della Vita) si ottiene un tempo di ritorno (T_R) pari a 475 anni corrispondente a una frequenza annuale di superamento $f = 0.002$.

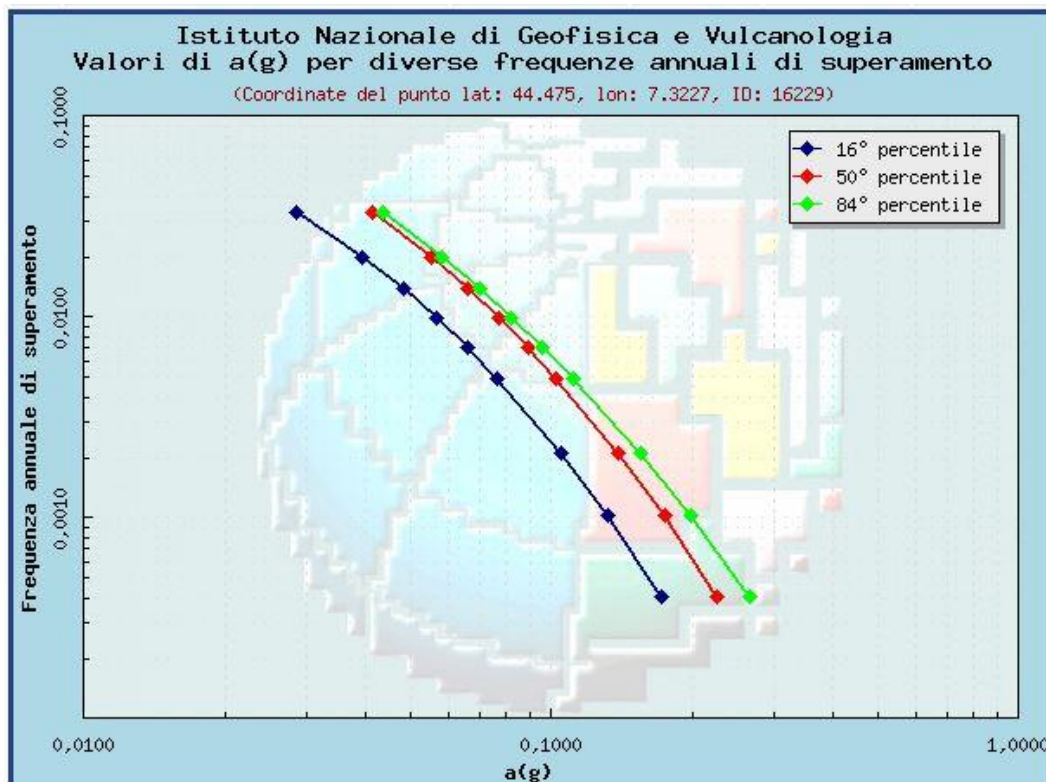


Figura 4. Curve di pericolosità con valori di a_g corrispondenti a diverse frequenze annuali di superamento (Fonte: esse1-gis.mi.ingv.it)

Tabella 2. Valori tabellari dei grafici di Figura 3, con evidenziato il valore di a_g scelto come riferimento per il Comune di Dronero (Fonte: esse1-gis.mi.ingv.it).

Frequenza annuale di superamento	$a(g)$ (Coordinate del punto lat: 44.475, lon: 7.3227, ID: 16229)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.1721	0.2254	0.2655
0.0010	0.1319	0.1742	0.1989
0.0021	0.1050	0.1391	0.1552
0.0050	0.0765	0.1024	0.1113
0.0071	0.0660	0.0889	0.0953
0.0099	0.0570	0.0772	0.0821
0.0139	0.0483	0.0663	0.0701
0.0200	0.0393	0.0555	0.0580
0.0333	0.0283	0.0414	0.0435

Analogamente è possibile ottenere lo spettro di risposta a pericolosità uniforme, relativo al 10% di probabilità di eccedenza in 50 anni, di cui a_g rappresenta il valore di accelerazione dell'ordinata all'origine (Fig. 5 e Tab. 3).

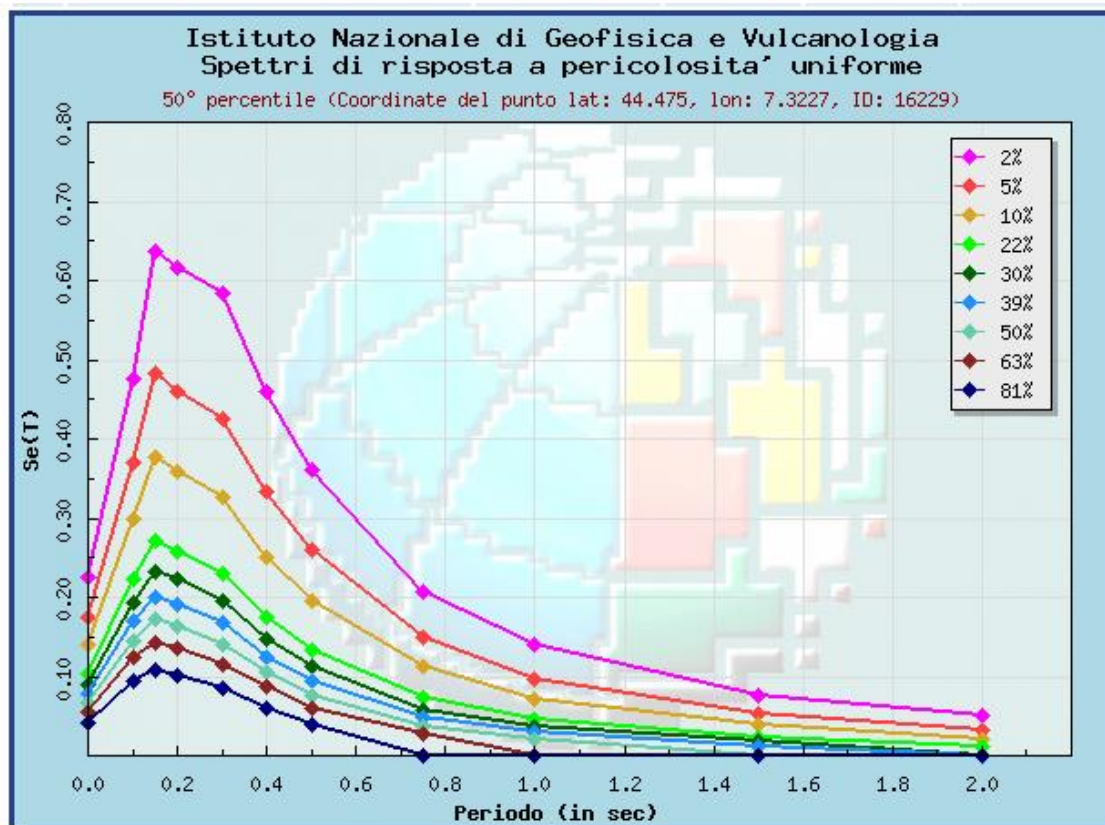


Figura 5. Spettri di risposta a pericolosità uniforme (Fonte: esse1-gis.mi.ingv.it).

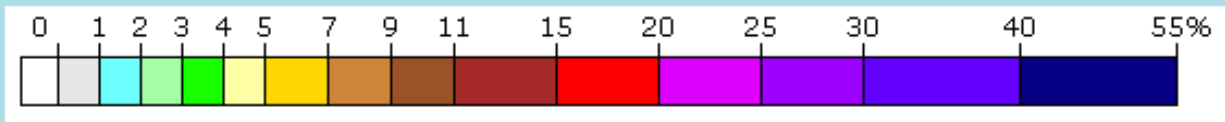
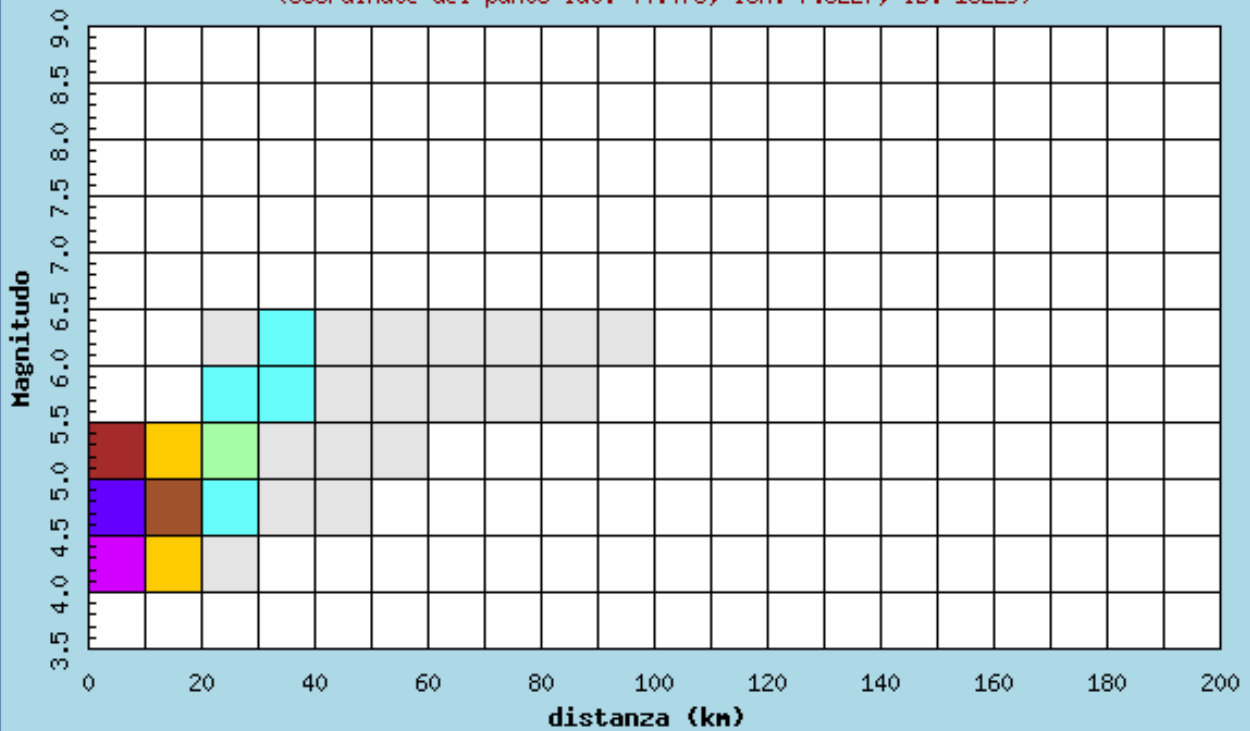
Tabella 3. Valori tabellari degli spettri di Figura 4, con evidenziati i valori di accelerazione dello spettro di risposta con probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni (Fonte: *esse1-gis.mi.ingv.it*).

Prob. di ecc. in 50 anni	Spettri di risposta a pericolosità uniforme										
	50° percentile (Coordinate del punto lat: 44.475, lon: 7.3227, ID: 16229)										
	Periodo (in sec)										
	0.00	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00
2%	0.2254	0.4752	0.6375	0.6171	0.5848	0.4599	0.3602	0.2080	0.1397	0.0758	0.0513
5%	0.1742	0.3699	0.4830	0.4606	0.4261	0.3323	0.2600	0.1491	0.0975	0.0528	0.0327
10%	0.1391	0.2978	0.3780	0.3587	0.3264	0.2517	0.1961	0.1118	0.0715	0.0382	0.0218
22%	0.1024	0.2220	0.2718	0.2584	0.2292	0.1738	0.1336	0.0737	0.0460	0.0237	0.0108
30%	0.0889	0.1936	0.2332	0.2220	0.1948	0.1477	0.1118	0.0582	0.0365	0.0178	0.0000
39%	0.0772	0.1694	0.2010	0.1915	0.1667	0.1242	0.0947	0.0476	0.0289	0.0121	0.0000
50%	0.0663	0.1460	0.1713	0.1635	0.1405	0.1053	0.0763	0.0375	0.0200	0.0000	0.0000
63%	0.0555	0.1231	0.1426	0.1358	0.1145	0.0865	0.0597	0.0275	0.0000	0.0000	0.0000
81%	0.0414	0.0933	0.1070	0.1021	0.0851	0.0597	0.0401	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Con il processo di disaggregazione è possibile valutare il contributo di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità del sito, risalendo ai contributi percentuali di terremoti caratterizzati da differenti coppie Magnitudo (M) – distanza (d). In questo modo è possibile determinare la tipologia di terremoto (in termini di M e d) che domina lo scenario di pericolosità nel Comune di Dronero (Fig. 6 e Tab. 4).

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
 Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilita' di eccedenza
 del 10% in 50 anni

(Coordinate del punto lat: 44.475, lon: 7.3227, ID: 16229)



Contributo percentuale alla pericolosità

Figura 6. Dati di disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilita' di eccedenza pari al 10% in 50 anni. Contributo percentuale alla pericolosità sismica del sito per diverse coppie distanza – Magnitudo (Fonte: esse1-gis.mi.ingv.it).

Tabella 4. Valori tabellari disaggregazione (Fonte: esse1-gis.mi.ingv.it).

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.475, lon: 7.3227, ID: 16229)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	24.200	32.300	11.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	5.210	10.700	6.310	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.171	1.340	2.000	1.190	0.951	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.171	0.820	1.200	1.140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.001	0.109	0.321	0.382	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.008	0.103	0.166	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.032	0.090	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.047	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Dalla Figura 6 si nota che il maggior contributo percentuale (circa 67%) alla pericolosità del sito è dato da terremoti con distanze comprese tra **0 e 10 km** e Magnitudo tra **4 e 5.5**.

I valori medi risultanti dalla disaggregazione sono riportati nella Tabella seguente (Tab. 5).

Tabella 5. Valori medi ottenuti dalla disaggregazione (Fonte: esse1-gis.mi.ingv.it).

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.800	9.700	0.946

Il Comune di Dronero ricade all'interno della Zona Sismogenetica 908 (Arco Alpino occidentale) sulla base della Classificazione Sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004). Per tale macroarea omogenea il meccanismo di faglia prevalente è **trascorrente**, con profondità ipocentrali comprese nella classe **8-12 km** (Fig. 7).

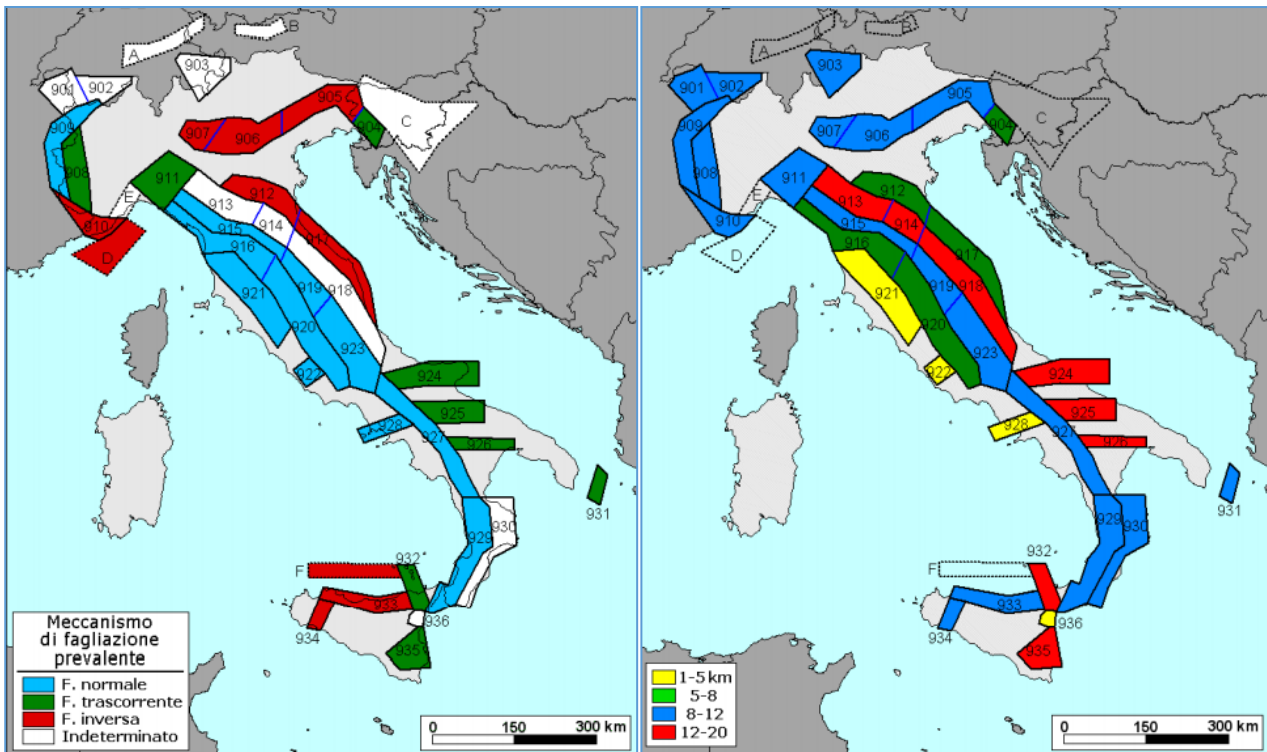


Figura 7. Meccanismo di fagliazione prevalente atteso (a sinistra) e classi di profondità ipocentrale (a destra) per le diverse zone sismogenetiche. Il Comune di Dronero ricade nella Zona Sismogenetica 908 (Arco Alpino occidentale) caratterizzata in prevalenza da faglie di tipo trascorrente con profondità ipocentrali tra 8 e 12 km (fonte: Meletti C. e Valensise G., 2004. Zonazione sismogenetica ZS9 – App. 2 al Rapporto Conclusivo. INGV).

I parametri di pericolosità di riferimento per il Comune di Dronero sono pertanto riassumibili come segue:

- $ag = 0.1391g = 136.4 \text{ cm/s}^2$
(considerando i 6 nodi della griglia intorno al comune: $0.1371g \leq ag \leq 0.1433$)
- Magnitudo di riferimento $M = 4.8$
- distanza epicentrale = 9.7 km
- meccanismo di faglia: TRASCORRENTE
- profondità ipocentrale = 8-12 km

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Dal punto di vista geologico il territorio comunale di Dronero comprende un vasto settore orientale di pianura, costituito da depositi quaternari d'origine fluviale e fluvio-glaciale, e un più limitato settore occidentale collinare e prealpino formato da rocce cristalline, sedimentarie e metamorfiche.

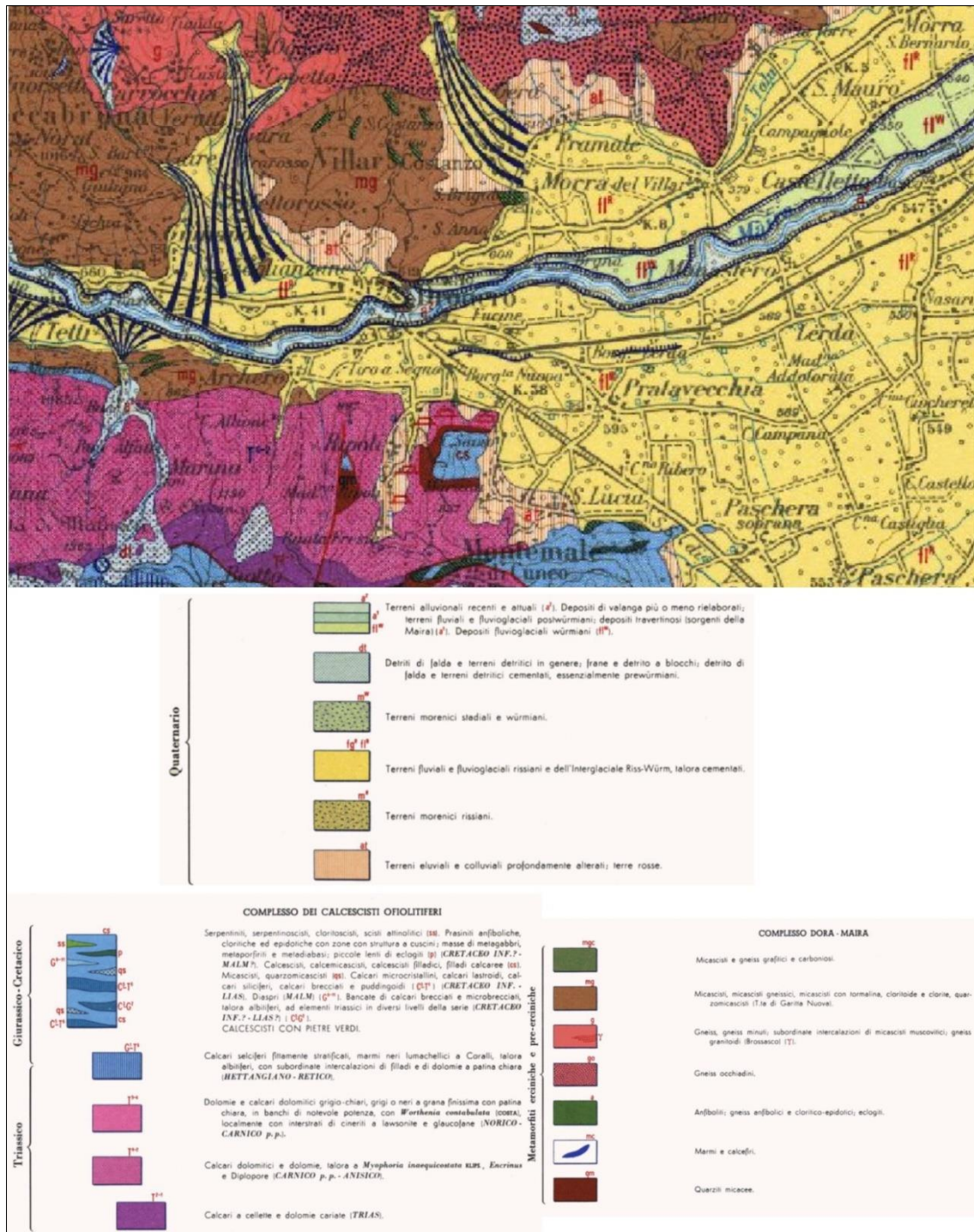


Figura 8. Estratto Foglio 78-79 (Argentera-Dronero) della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, con relativa legenda per le litologie d'interesse.

Basamento

I caratteri geologici del settore alpino sud-occidentale ed in particolare della bassa Valle Maira, sono stati oggetto di studi approfonditi a partire dagli ultimi decenni del secolo scorso. Le opere di maggior rilievo scientifico sono riconducibili a Malaroda, Debelmas, Lemoine, Franchi e Michard (per citarne solo alcuni). Secondo la schematizzazione di Debelmas, il settore della bassa Valle Maira appartiene all'Unità Piemontese, nella quale vi sono rappresentati tutti i terreni dal basamento cristallino polimetamorfico al Paleogene Inferiore.

Nel territorio comunale di Dronero sono presenti esclusivamente elementi del Complesso dei calcari ofiolitiferi (Triassico-Giurassico/Cretaceo) e del Complesso Dora-Maira costituito da metamorfiti erciniche e pre-erciniche.

In particolare i termini calcareo dolomitici appartenenti al Complesso dei Calcescisti Ofiolitiferi costituiscono le aree rilevate a Sud del concentrico; trattasi essenzialmente di dolomie compatte, saccaroidi, molto spesso fratturate e di calcari grigio-chiari, grigi o neri a grana molto fine. In sinistra idrografica del T. Maira s'incontra la serie del Complesso Dora-Maira, rappresentata da gneiss e scisti gneissici e filladici. Gli affioramenti risultano, in proporzione alla distribuzione areale della serie, poco abbondanti. Questo è legato all'elevata erodibilità della roccia, particolarmente pedogenizzata e ricoperta da una pressoché uniforme cotica erbosa e vegetazione arborea pioniera, mentre nelle porzioni medio-inferiori dei versanti è ammantata da cospicue coperture detritiche.

Depositi quaternari

I depositi quaternari comprendono il fondovalle e lo sbocco vallivo, formati da una vasta ed estesa colmata alluvionale, costituita da depositi grossolani indifferenziati, attribuiti alle alluvioni Quaternarie (Sacco, 1931), da Biancotti (1979a, b) ai depositi fluvio-glaciali e fluviali mindeliani, rissiani, würmiani e postwürmiani, da Carraro *et al.* (1978) agli intervalli IVe V.

Dal punto di vista litologico sono costituiti da ghiaie medio-grossolane ed abbondanti ciottoli, in matrice sabbiosa e limosa con elementi litologicamente eterogenei tra i quali i più frequenti sono quelli quarziticci e granitici. Questi depositi sono coperti da un suolo limoso rossastro con screziature grigiastre potente 2-3 m e presentano un grado d'alterazione decrescente verso il basso della successione.

Lateralmente, in prossimità delle prime propaggini collinari, sono presenti terreni a colorazione rossastra (c.d. *terre rosse*), eluviali e colluviali, di potenza anche decametrica, a composizione limo-argillosa e sabbiosa che formano una facies di transizione tra i depositi alluvionali grossolani della pianura ed il bordo delle prime propaggini collinari. Tali depositi sono

stati attribuiti dal Sacco *et al.* (1931) ad un'età compresa tra il Villafranchiano e la glaciazione Mindeliana. Le intense fasi erosive e deposizionali verificatesi dopo la glaciazione Mindeliana hanno smembrato le aree d'affioramento di tali depositi, tali da ridurli ad una serie di lembi isolati contornanti la pianura da terrazzi debolmente sopraelevati. Nel territorio comunale tali affioramenti si rinvengono principalmente in corrispondenza degli interspazi collinari a nord e nord-ovest di Dronero (località Acchiardi e Bricco) dove ricoprono per alcune decine di metri il substrato cristallino.

L'aspetto geomorfologico dell'ambiente di pianura merita una particolare attenzione. Esso è il prodotto composito di diversi processi morfogenetici in atto dal Pleistocene. Tale assetto idrografico si definisce verso l'attuale durante gli ultimi 10-15 mila anni, con progressivi gradi d'incisione. La piana a Nord dell'asse Stura si evolve, con una progressiva migrazione fluviale verso il collettore Po, di Maira, Grana e Varaita. A Sud dell'asse Stura il sistema idrografico viene condizionato dal sistema di pertinenza Tanaro dopo la deviazione del suo percorso e l'abbandono del suo antico passaggio ad Ovest di Bra verso il Po (Biancotti, 1979; Maraga, 1983; Tropeano, 1988).

Al di là dei vistosi processi di trasformazione fluviale e modellamento di superfici che si sono prodotti in tempi geologici, in età storica si manifestano ancora eventi di modificazione della rete idrografica, soprattutto noti quelli per migrazione laterale, per i quali è possibile introdurre anche l'azione antropica. Per esempio il Grana aveva una sua individualità fino al Fiume Po ancora nel XVII secolo, mentre ora confluisce nel T. Maira in prossimità dell'abitato di Cavallermaggiore.

Tuttavia le maggiori modificazioni sono riferite alle forme dei letti fluviali. Nella pianura cuneese sono stati riconosciuti, in particolare, modificazioni di alveo-tipo nell'ambito dei tratti pluricursali (o alvei a trecce, caratterizzati da processi prevalenti di alluvionamento o deposito), i quali hanno evidenziato una sensibile riduzione dello sviluppo, sia longitudinale che trasversale.

Le tendenze evolutive recenti, che si sono manifestate verosimilmente negli ultimi 200 anni, cioè all'inizio del XIX secolo, alla fine cioè di una riconosciuta piccola "età glaciale", sono indicate dai cambiamenti di alveo-tipo, sono quindi legate a variazioni dal pluricursale al monocursale. Dette forme di modellamento fluviale sono indizio di diminuzione dell'apporto di sedimenti, legata probabilmente a cambiamenti idrologici verso portate minori.

Il T. Maira, che attraversa il Comune di Dronero, presenta un'unica forma di letto fluviale tipo monocursale a barre contrapposte che prosegue fino al confine amministrativo di Busca.

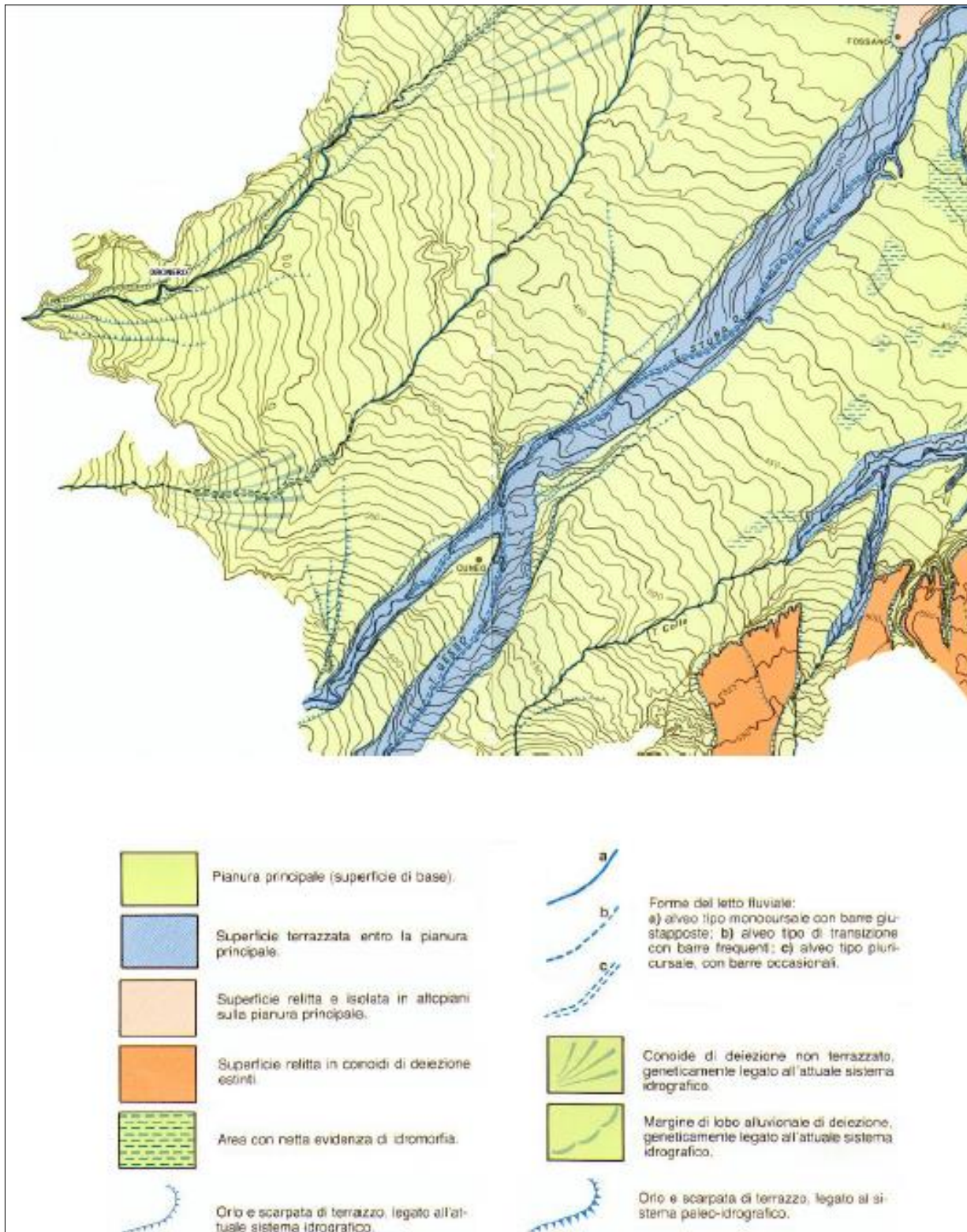


Figura 9. Carta della morfologia fluviale

L'assetto idrogeologico del territorio comunale può essere presentato da due sistemi distinti:

1) *sistema di monte*, caratterizzato da:

- cospicue coperture detritiche e terrigene caratterizzate da elevata permeabilità, con scarsa presenza di sorgenti;
- complesso dolomitico: caratterizzato da un'evidente permeabilità per fessurazione, in rocce solubili con diffusi fenomeni carsici. Il numero delle sorgenti è limitato ma le portate sono di norma discrete.

2) *sistema di pianura*, terreni alluvionali e fluviali sciolti poco cementati e grossolani (sabbie ghiaiose, sabbie e ghiaie). La permeabilità è di norma da media ad elevata. Il sistema acquifero si caratterizza dall'assenza pressoché diffusa di un vero e proprio sistema libero superficiale. Appare lecito ipotizzare la presenza di limitate falde sospese e di subalveo legate al corso del Torrente Maira, specialmente nei settori marginali. A profondità superiori a 60 m circa, sono presenti sistemi confinati o semiconfinati, dai quali attinge, in parte, il sistema acquedottistico comunale.

Potrebbe trattarsi di sistemi confinati o semiconfinati, legati alla presenza, all'interno dei depositi alluvionali, di livelli ghiaioso-sabbiosi fortemente cementati dalla precipitazione di carbonato di calcio (conglomerati), che formano diaframmi impermeabili in grado di pressurizzare localmente e parzialmente le falde. L'esistenza di questi livelli è riportata in numerosi lavori di letteratura geologica (REGIONE PIEMONTE, 2003; BOVE *et al.*, 2005), nei quali se ne segnala la presenza, in particolare nella parte alta del conoide del T. Maira, tra i comuni di Dronero, Busca e Caraglio. La vulnerabilità di questi acquiferi è da considerarsi quindi generalmente molto bassa con produttività non particolarmente abbondante.

4.DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Per la raccolta dei dati geotecnici e geofisici esistenti per il territorio comunale si è fatto riferimento alle relazioni geologiche e geotecniche disponibili e ai dati presenti nel sito <http://webgis.arpa.piemonte.it>.

In particolare sono state censite 19 indagini di tipo puntuale e 17 indagini di tipo lineare.

Tra le indagini puntuali rientrano:

- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo (S);
- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato (SS);
- n. 3 sondaggi a distruzione di nucleo (SD);
- n. 2 sondaggi a distruzione di nucleo che intercettano il substrato (SDS);
- n. 7 prove penetrometriche dinamiche eseguite con penetrometro super-pesante (DS);
- n. 3 pozzi per acqua (PA);
- n. 1 prova sismica down-hole (DH).

I dati di sondaggio sono stati reperiti in gran parte sul Geoportale dell'Arpa Piemonte – Banca Dati Geotecnica, un sondaggio a carotaggio continuo deriva da una precedente campagna geognostica investigativa a cura dello scrivente (Cambursano, 2005 – *Ricerca acqua sotterranee ai fini del potenziamento acquedotto comunale*. Studio idrogeologico - relazione tecnica preliminare - Relazione finale sulla ricerca) e un sondaggio a distruzione di nucleo è stato realizzato nel corso degli *Studio Geologici finalizzati alla redazione di Carte di Microzonazione Sismica* (Cadoppi et al., luglio 2007). La prova geofisica sismica down-hole è stata realizzata nel foro di sondaggio della stessa campagna investigativa.

I dati relativi alle prove penetrometriche, tutte realizzate con penetrometro super-pesante, derivano da indagini geognostiche pregresse realizzate negli anni dallo scrivente per diversi studi geologici e geologico-tecnici nel territorio comunale di Dronero.

Per quanto riguarda le indagini lineari, sono state reperite:

- n. 5 prove sismiche attive per onde superficiali del tipo MASW (MASW);
- n. 2 prove sismiche passive per onde superficiali del tipo Re.Mi. (REMI);
- n. 3 prove sismiche a rifrazione (SR);
- n. 3 tomografie elettriche (ERT).

Le prove MASW derivano dagli studi di approfondimento condotti dallo scrivente in ambito di PRGC, per l'adeguamento dello stesso alla normativa sismica (Tav. 5 PRGC, Carta del Suolo di Fondazione ai fini dell'azione sismica di progetto, ottobre 2010).

Le altre indagini geofisiche lineari derivano in parte dal sopraccitato lavoro di microzonazione (Cadoppi et al., 2007) e in parte da lavori di altri geologi liberi professionisti, in particolare:

- Bertagnin (2005) – *Relazione geologica – geotecnica con caratterizzazione sismica con determinazione delle V_{s30} di un'area di p.e.c.* Relazione tecnica, 52 pp.
- Bertagnin (2005) – *Relazione geologica – geotecnica caratterizzazione sismica determinazione delle V_{s30} del p.e.c. “via Bianchi di roascio” zona R8.7 del PRGC.* Relazione tecnica, 69 pp.

Non sono state effettuate delle misure di microtremori con la tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). Essendo lo scrivente incaricato di redigere lo studio di microzonazione sismica del Comune di Busca, con cui il Comune di Dronero confina a est, sono inizialmente state effettuate misure di HVSR nel comune limitrofo. Il metodo dell'HVSR si è dimostrato in questo contesto poco utile e discriminatorio per individuare la profondità del substrato rigido di riferimento ($V_s > 800$ m/s) poiché essendo i depositi caratterizzati da un graduale e lento miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, in assenza di contrasti di competenza significativi, le tracce misurate non hanno in nessun contesto dato origine a picchi significativi di interesse litologico. Pertanto, essendo lo scenario geologico del Comune di Busca del tutto analogo a quello di Dronero, non è stato ritenuto opportuno procedere ad ulteriori indagini HVSR nel territorio in esame.

5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Sulla base di tutte le indagini reperite è stato possibile costruire il modello di riferimento per il sottosuolo del territorio comunale, finalizzato alla costruzione della Carta Geologico Tecnica.

In particolare:

- I depositi fluvioglaciali e alluvionali dell'ampio settore meridionale di pianura sono costituiti da sedimenti a granulometria ghiaiosa grossolana e sono classificabili secondo la classificazione delle terre U.S.C.S. come GW (es: argini/barre/canali; tf: terrazzo fluviale; pd: piana pedemontana); sono pertanto materiali incoerenti con buon grado di addensamento, a comportamento esclusivamente attritivo e con rapida dissipazione delle pressioni interstiziali che presentano generalmente da buone ad elevate caratteristiche geotecniche. Al loro interno sono presenti lenti e livelli conglomeratici, fortemente cementati, la cui potenza e distribuzione laterale non risulta uniforme sull'intera area comunale. Tali livelli si rinvencono a profondità variabili e non sono stati distinti, ma inglobati all'interno dei depositi fluvioglaciali e alluvionali. Lo spessore di questi depositi nel settore di pianura, come emerge dalle stratigrafie di pozzo visionate, supera i 100 m di spessore. Tuttavia, dalle prove geofisiche a disposizione, è lecito ipotizzare che la velocità sismica V_s all'interno di tali depositi raggiunga velocità di 800 m/s intorno ai 35-40 m di profondità.
- I depositi alluvionali dell'ampio conoide di Roccabruna sono anch'essi sedimenti a granulometria ghiaiosa grossolana, classificabili come GWca, caratterizzati da un comportamento esclusivamente attritivo, un buon grado di addensamento e buone caratteristiche geotecniche.
- I depositi a colorazione rossastra (*terre rosse*), eluviali e colluviali, di potenza anche decametrica, a composizione limo-argillosa e sabbiosa che formano una facies di transizione tra i depositi alluvionali grossolani della pianura ed il bordo delle prime propaggini collinari originando isolati lembi sopraelevati e terrazzati rispetto al fondovalle, sono stati classificati come CL. La loro potenza, dalle prove a disposizione e dal confronto con dati a disposizione sul territorio comunale e nel limitrofo comune di Caraglio, si attesta intorno ai 40-50 m di spessore. Essi presentano grado di

addensamento crescente con la profondità e mediocri caratteristiche geotecniche, anch'esse in graduale miglioramento con la profondità. Intorno ai 35-40 m di profondità all'interno di tali depositi si raggiungono velocità di circa 800 m/s.

- I depositi eluvio-colluviali recenti che ricoprono il substrato lapideo sulle prime propaggini collinari, di spessore modesto (massimo 5 m), sono costituiti da sedimenti a granulometria grossolana con abbondante matrice fine di natura limoso-argillosa; sono pertanto classificabili secondo la classificazione delle terre U.S.C.S. come GM, materiali prevalentemente incoerenti con medio grado di addensamento, che presentano generalmente da buone ad elevate caratteristiche geotecniche.
- I depositi che originano ampie falde detritiche sul versante settentrionale all'abitato di Dronero, con potenze dell'ordine di 5-15 m, sono stati classificati come GP secondo la classificazione delle terre U.S.C.S., si tratta di materiali prevalentemente incoerenti con medio grado di addensamento, che presentano generalmente da buone ad elevate caratteristiche geotecniche.

6. INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE

Considerando il livello di approfondimento richiesto per la redazione di uno studio di microzonazione sismica di primo livello, i dati geologici e geotecnici a disposizione reperiti per il Comune di Dronero possono essere ritenuti sufficientemente rappresentativi dell'intero territorio comunale, in quanto caratterizzato da una buona omogeneità areale dei litotipi presenti.

Per quanto riguarda i dati geofisici essi possono essere ritenuti sufficientemente attendibili e sufficientemente distribuiti realmente, l'area è stata in passato oggetto di approfondimenti e campagne investigative per la redazione di studi di microzonazione sismica e caratterizzazione sismica del sottosuolo, pertanto sono disponibili dati di numerose indagini pregresse ben distribuite sul territorio.

Come discusso al paragrafo 4, non sono state effettuate misure di HVSR sul territorio comunale di Dronero, poiché la campagna di misura nel limitrofo Comune di Busca si è rivelata non discriminatoria e utile a migliorare gli esiti della microzonazione. Essendo i contesti geologici

dei due comuni fortemente analoghi, non è stata quindi eseguita una serie di misure nel comune di Dronero, poiché le tracce registrate nei diversi scenari del Comune di Busca non hanno mai evidenziato picchi significativi e utili al fine di riconoscere il bedrock sismico di riferimento.

7. ELABORATI CARTOGRAFICI

Nell'ambito dello studio in oggetto sono state redatte le seguenti cartografie (scala 1:10.000):

- Carta delle Indagini;
- Carta Geologico- Tecnica;
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

7.1 Carta delle indagini

Nella Carta delle Indagini sono state riportate l'ubicazione e la tipologia di tutte le indagini lineari e puntuali reperite sul territorio comunale di Dronero ritenute attendibili e utili ai fini della microzonazione sismica in oggetto. Le fonti di tali dati sono brevemente descritte al paragrafo 4.

Alla carta è allegata la banca dati inerente tutte le informazioni previste negli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica (versione 3.0).

7.2 Carta Geologico Tecnica

La Carta Geologico Tecnica a supporto degli studi di microzonazione sismica di livello 1 ha la funzione di condensare tutte le informazioni geologiche raccolte e disponibili dagli studi geologici pregressi: obiettivo finale è quello di supportare la definizione di microzone omogenee in prospettiva sismica (Carta MOPS) e quindi, nel caso delle zone stabili suscettibili di amplificazione sismica, quello di indicare la profondità dell'ipotetico substrato rigido, inteso come materiale caratterizzato da valori di V_s superiori a 800 m/s, e la tipologia di sedimento che lo ricopre (unità litotecniche).

Le unità litotecniche individuate sul territorio comunale di Dronero sono, per quanto riguarda i terreni di copertura:

- Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia nel settore di pianura (GWes – argine/barre/canali, GWpd – piana pedemontana – e GWtf – terrazzo fluviale) e al limite nord-occidentale dell'area indagata, dove si trova la parte terminale dell'ampio conoide di Roccabruna (GWca – conoide alluvionale);
- Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia costituenti estese falde detritiche (GPfd) di copertura del substrato sui versanti vallivi;
- Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GMec) relativamente alle ridotte coperture eluvio-colluviali del substrato sui versanti.
- Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre con ambiente di deposizione eluvio-colluviale (CLec) per quanto riguarda i lembi isolati e potenti di terre rosse al passaggio tra la pianura e le prime propaggini collinari;

L'unità a cui fa riferimento il substrato geologico rigido è:

- Substrato Lapideo (LP) nelle limitate aree di affioramento (SW del centro abitato, loc. S. Stefano – Fornace).

Le ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia (GW) sono caratterizzate da depositi alluvionali di varia età e da depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie sabbiose e ghiaie includenti massi di medie dimensioni, matrice sabbioso limosa, localmente coperti da suolo bruno di potenza anche metrica. Al loro interno sono presenti livelli e lenti più o meno potenti e continui di conglomerati fortemente cementati. Questi depositi interessano tutto il settore di pianura del comune. Sono stati inseriti in questa classe (GW) anche i depositi alluvionali del conoide di Roccabruna, presente al limite nord-occidentale dell'area in esame. Le caratteristiche di questi sedimenti sono variabili in relazione all'addensamento e al grado di cementazione del

deposito, la capacità portante è da buona ad elevata. I valori medi dei parametri geotecnici sono peso di volume pari a 20 kN/m^3 , angolo di attrito pari a 30° - 40° e coesione nulla.

Le ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia, (GP) originano falde di detrito di copertura del substrato lapideo sui versanti vallivi, in particolare sul versante in sinistra orografica, a nord del concentrico. Si tratta di depositi incoerenti, a comportamento attritivo, con grado di addensamento da scarso a modesto.. Le caratteristiche di questi sedimenti sono variabili in relazione all'addensamento del deposito, la capacità portante è da buona. I valori medi dei parametri geotecnici sono peso di volume pari a 19 kN/m^3 , angolo di attrito pari a 30° - 35° e coesione nulla.

I limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (ML) sono caratterizzati da depositi limoso sabbioso argillosi prevalenti. Questi depositi formano terrazzi isolati e sopraelevati rispetto alla pianura e addossati alla parte bassa dei versanti. Come dimostrato dalla stratigrafia del pozzo di C. Castellino questi depositi raggiungono elevate potenze ($> 30 \text{ m}$). Si tratta di materiali localmente molto alterati, presentano caratteristiche geotecniche da mediocri a buone, in relazione al grado di addensamento (che aumenta notevolmente con la profondità) e alla presenza di acque di infiltrazione. I valori medi dei parametri geotecnici sono peso di volume pari a 17 - 19 kN/m^3 , angolo di attrito pari a 25° - 30° .

Le ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM) sono caratterizzate da depositi eterometrici (da decimetrici a metrici), in matrice sabbioso limosa, localmente alterati e con classazione da scarsa ad assente. Sono depositi caratterizzati da un grado di addensamento da scarso a medio, con valori medi dei parametri geotecnici: peso di volume pari a 18 kN/m^3 , angolo di attrito pari a 25° - 30° .

Il Substrato Lapideo (LP), evidenziato in carta come affiorante, è caratterizzato da litotipi con caratteristiche geomeccaniche da discrete a ottime in relazione alla scistosità, alla fratturazione ed al grado di alterazione.

La carta riporta anche le tracce delle sezioni geologico-tecniche rappresentative del modello geologico. Per quanto riguarda gli elementi geologici ed idrogeologici sono riportati i pozzi per acqua con l'indicazione della profondità del livello della falda ed i sondaggi con l'indicazione della

profondità del substrato rigido o nel caso di non raggiungimento del substrato la profondità del sondaggio.

Per quanto riguarda l'instabilità di versante è stata evidenziata la presenza di circoscritti movimenti franosi quiescenti, caratterizzanti il versante sinistro della valle, a nord del concentrico di Dronero. Tali instabilità sono riconducibili a fenomeni di scivolamento e colata superficiale delle coltri eluvio-colluviali di copertura del substrato lapideo e delle parte sommitale delle terre rosse.

Sulla base delle indagini geofisiche pregresse e di nuova esecuzione e in base ad operazioni di estrapolazione areale è stata individuata la profondità del substrato rigido per tutta l'area oggetto di studio.

Di seguito si riportano le due sezioni geologico tecniche ricostruite per l'area di studio (Fig. 10):

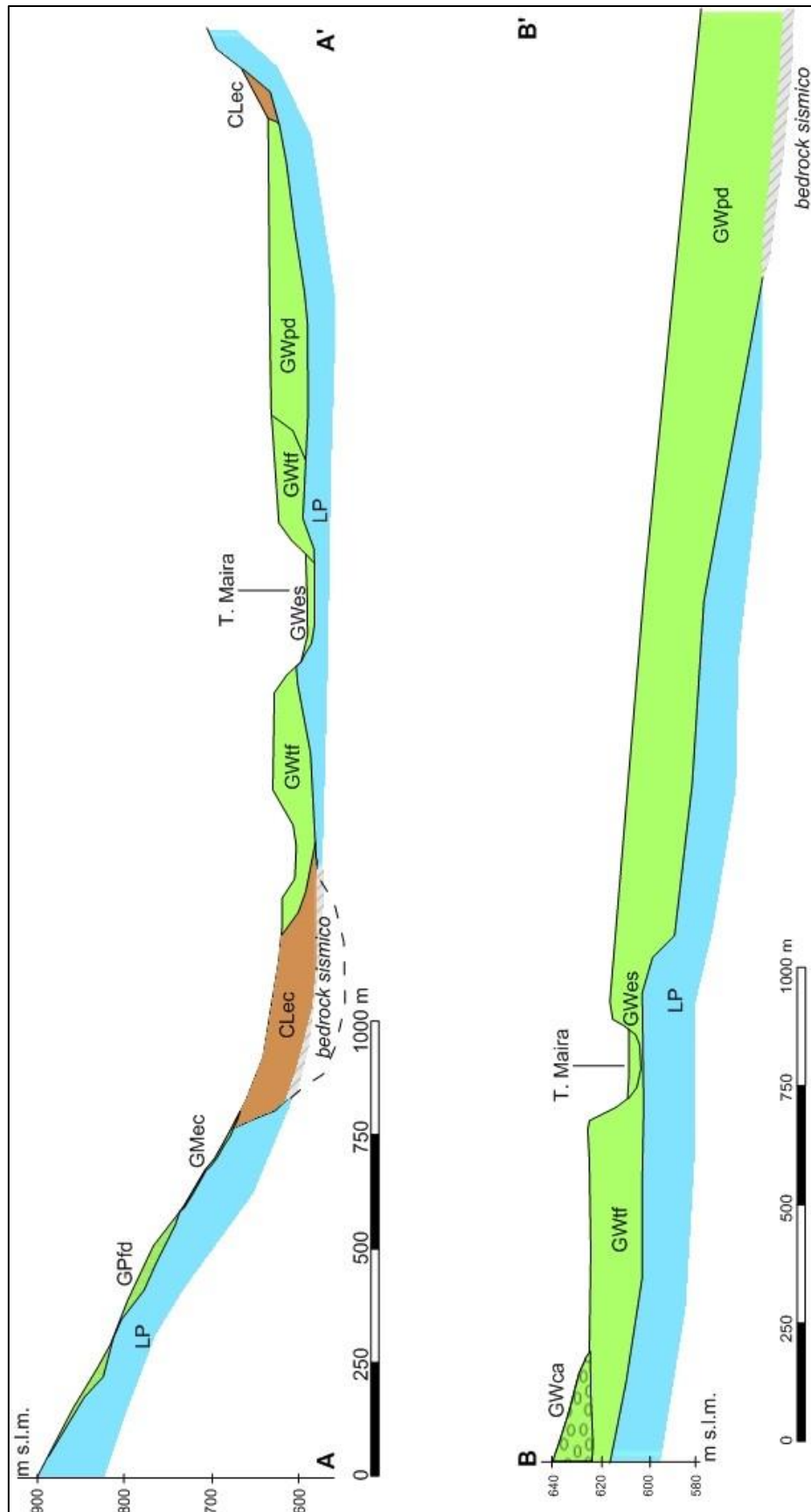


Figura 10. Profili geologici di riferimento AA' (NW-SE) e BB' (NE-SW) per il territorio comunale di Dronero. Nelle sezioni sono riportati gli andamenti dei terreni di copertura fino al raggiungimento del terreno caratterizzato da velocità delle onde S maggiori di 800 m/s e del substrato lapideo, finalizzati alla costruzione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

7.3 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

Sulla base delle informazioni e delle carte precedentemente descritte è stata redatta la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.

Nella carta sono riportate le aree classificate come zone stabili, zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (zone 1-12) e zone di attenzione per instabilità. In particolare nelle zone stabili ricadono le aree con la presenza di substrato lapideo affiorante, nelle Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali ricadono le aree caratterizzate dalla presenza dei terreni di copertura poggianti su substrato rigido e nelle zone di attenzione per instabilità ricadono le aree coinvolte in movimenti franosi.

Per quanto riguarda le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono state suddivise in dodici diverse zone, caratterizzate dalla presenza di diversi terreni di copertura e diverse profondità fino al raggiungimento di depositi caratterizzati da Vs maggiori di 800 m/s; in particolare (Fig. 11):

- Zona 1: limitata oltre (3-5) di depositi eluvio-colluviali ghiaioso sabbioso limosi (GMec) su substrato lapideo (LP);
- Zona 2: depositi alluvionali e fluvioglaciali ghiaiosi (GW) di potenza compresa tra 5 m e 10 m su substrato lapideo (LP);
- Zona 3: depositi eluvio-colluviali residuali (terre rosse, CL) di potenza compresa tra 5 m e 10 m su substrato lapideo (LP);
- Zona 4: falde detritiche (GP) con potenza da 5 a 15 m su substrato lapideo (LP);
- Zona 5: depositi alluvionali e fluvioglaciali ghiaiosi (GW) di potenza compresa tra 15 m e 25 m su substrato lapideo (LP);
- Zona 6: depositi eluvio-colluviali residuali (terre rosse - CL) di potenza compresa tra 15 m e 25 m su substrato lapideo (LP);

- Zona 7: transizione pedecollinare: depositi alluvionali con spessori variabili tra 5-15 m poggianti su substrato lapideo (LP) con intervallato strato di potenza progressivamente minore verso valle (da circa 20 m fino a essere assente) di terre rosse (CL);
- Zona 8: depositi alluvionali e fluvioglaciali ghiaiosi (GW) di potenza compresa tra 25 m e 35 m su substrato lapideo (LP);
- Zona 9: depositi eluvio-colluviali residuali (terre rosse - CL) di potenza compresa tra 25 m e 35 m su substrato lapideo (LP);
- Zona 10: transizione pedecollinare: depositi alluvionali con spessori variabili tra 5-15 m poggianti su substrato lapideo (LP) con intervallato strato di potenza progressivamente minore verso valle (da circa 30 m fino a 10 m) di terre rosse (CL);
- Zona 11: depositi alluvionali e fluvioglaciali (GW) di spessore considerevole con raggiungimento di $V_s > 800$ m/s a profondità di circa 35-40 m.
- Zona 12: terre rosse (CL) di spessore considerevole con raggiungimento di $V_s > 800$ m/s a profondità di circa 35-40 m.

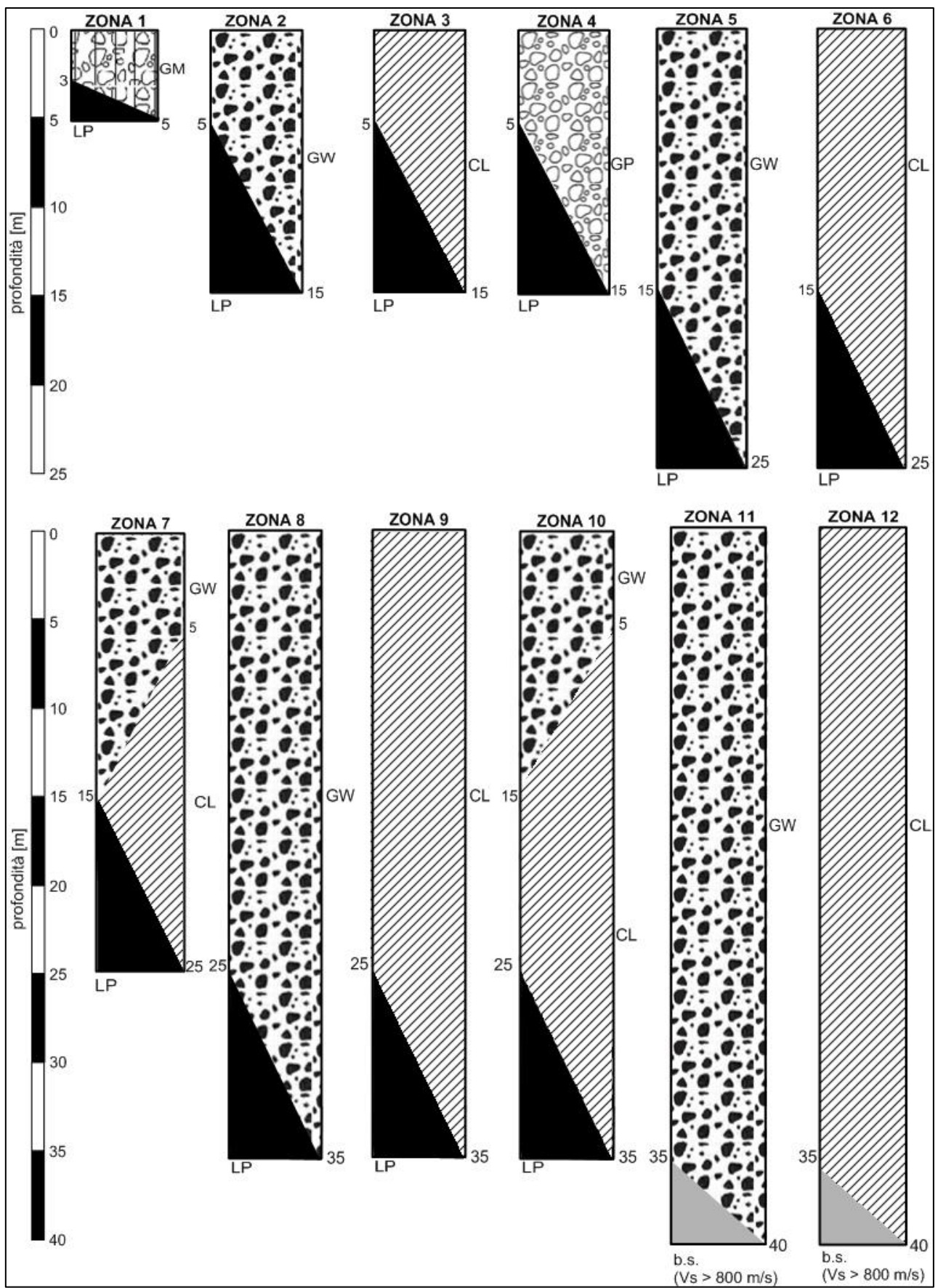


Figura 11. Colonne stratigrafiche di riferimento per le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (Zona 1-9 Carta MOPS).

8. BIBLIOGRAFIA

- Bertagnin G. (2005a) – Verifica sismica con determinazione di Vp ed Sh e down hole per la ristrutturazione del teatro di Dronero. Relazione tecnica, 25 pp.
- Bertagnin G. (2005b) – Relazione geologica – geotecnica con caratterizzazione sismica con determinazione delle Vs30 di un area di p.e.c. Relazione tecnica, 52 pp.
- Bertagnin G. (2005c) – Relazione geologica – geotecnica caratterizzazione sismica determinazione delle vs30 del p.e.c. “via Bianchi di roascio” zona R8.7 del PRGC. Relazione tecnica, 69 pp.
- Biancotti A. (1977): L’evoluzione recente ed attuale di un tratto dell’alta Pianura del Piemonte sud-occidentale. Mem. Acc. Naz. Linc., 14, pp. 191-226.
- Biancotti A. (1979): Rapporti tra morfologia e tettonica nella pianura cuneese. Geogr. Fis. Dinam. Quat. 2 , 51-56.
- Cadoppi P., Giardino M., Lampone G., Perrone G. (2007) – Rischio Sismico O.P.C.M. 3274/2003, Studi geologici finalizzati alla redazione di carte di Microzonazione Sismica (Comune di Dronero)
- Cambursano F. (2001): Relazione geologico tecnica – Progetto di realizzazione stalla mista a concimaia in Loc. Picco (committenza: Azienda Agricola Balma Alberto)
- Cambursano F. (2002): Relazione geologica – Progetto di realizzazione di un’area turistica attrezzata ad integrazione del sistema di offerta di Espaci Occitan (progetti speciali integrati Regione Piemonte)
- Cambursano F., Costagli O. (2003): Comune di Dronero: Verifiche di compatibilità idraulica e idrogeologica dello strumento urbanistico, PAI.
- Cambursano F. (2005): Comune di Busca: Verifiche di compatibilità idraulica e idrogeologica dello strumento urbanistico, PAI.
- Cambursano F. (2005) – Ricerca acqua sotterranee ai fini del potenziamento acquedotto comunale. Studio idrogeologico - relazione tecnica preliminare - Relazione finale sulla ricerca. 17 pp.
- Cambursano F. (2006): Relazione geologico tecnica – Progetto ristrutturazione bocciofila Valle Maira.
- Cambursano F. (2008a): Relazione geologico tecnica – Progetto nuova scuola dell’infanzia Oltremaira (Dronero, ex-stazione ferroviaria)
- Cambursano F. (2008b): Relazione geologico tecnica – Progetto Son de Lenga (Dronero, ex-caserme alpini – Espaci Occitan)
- Cambursano F., Costagli O. (2009): Variante generale PRGC Comune di Dronero: Relazione e normativa geologica e sismica, Adeguamento all’Ordinanza del PCM 20.03.2003 n. 3273 e s.m.i. Ordinanza del PRM 10.05.2005 n. 3431, 104 pp.
- Cambursano F. (2010): Relazione geologico – tecnica: Nuovo PEC residenziale in zona produttiva (Dronero, zona ex Balbi Rimorchi)

Civita M. (2005) – Studio e valutazione della vulnerabilità intrinseca delle acque sotterranee – Relazione finale. 138 pp. Disponibile in rete sul sito www.provincia.cuneo.it

Civita M., Vigna B., De Maio M., Fiorucci A., Pizzo S., Gandolfo M., Banzato C., Menegatti S., Offi M., Musciacco D., Agnello M. (2005) - Studio e valutazione della vulnerabilità intrinseca delle acque sotterranee della pianura cuneese e della zona collinare. Gruppo di lavoro in idrogeologia applicata- Dipartimento di ingegneria del territorio, dell'ambiente e delle geotecnologie, Politecnico di Torino. Disponibile in rete sul sito www.provincia.cuneo.it

Colombi A., Compagnoni M., Pergalani F. (2011): Risposta sismica locale: la MS come strumento discriminante per l'utilizzo di approcci semplificati o di specifiche analisi. *Ingegneria Sismica (Supplemento)*, anno XXVIII, 2, pp 65-68.

Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica (2013): *Microzonazione Sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica*, versione 3.0

Costagli O. (2005) – Riqualficazione strutturale del complesso edilizio del “Teatro Civico” come nuova “Fabbrica di Cultura” e “Polo integrato di inclusione sociale”. *Relazione geologica e geotecnica*, 20 pp.

Crema G.C. et alii (1971): Note illustrative della Carta Geologica d'Italia a scala 1 : 100.000 dei Fogli 78-79-80 Argentera-Dronero- Demonte.

Debelmas J., Lemoine M. (1957): Calceschistes piémontais en terrains à facies brianconnais dans les hautes vallées de la Maira et de Varaita (Apes Cottiennes, Italie). *C. R. Soc. Geol. Fr.*, pp. 38-40

Debelmas J., Lemoine M. (1964): La structure tectonique et l'évolution paleogeographique de la chaine alpine d'après les travaux recents. *L'Infor. Scient.*, 11, pp. 33

Franchi S. & Di Stefano G. (1896): *Relazione sul rilevamento delle Alpi Occidentali, per la campagna geologica del 1895 (Pinerolese, Val Grana e Val Maira)*.

Locati M., Camassi R., Stucchi M. (2011): *Database Macrosismico Italiano versione DBMI11*

Meletti C., Valensise G. (2004): *Zonazione sismogenetica ZS9 – App. 2 al Rapporto Conclusivo, INGV*.

Michard A. (1967) : *Etude geologique dans le zones internes des Alpes Cottiennes*.

Regione Piemonte – Direzione Opere Pubbliche Settore Protezione Civile (2007): *Rapporto tecnico – Esecuzione di indagini geognostiche e geofisiche sismiche per la caratterizzazione geologica e geofisica del Comune di Dronero (CN) per la redazione di carte di microzonazione sismica – Determinazione n. 2110 del 30/11/2006*

Vialon P. (1966) : *Etude géologique du massif Cristallin Dora Maira, tesi di dottorato, Univ. Grenoble*.

<http://webgis.arpa.piemonte.it/flxview/GeoViewerArpa/>

<http://esse1.mi.ingv.it/>