

COMMITTENTE



DISCARICA IN LOCALITA' TORRIONE

DATI PROGETTISTI	LIVELLO PROGETTO	
PROGETTAZIONE GENERALE	PROGETTO ESECUTIVO	
A.T.P.: Mandatario: Dott. Ing. Fulvio Delucchi Studio Tecnico Associato A.I.S.A.		PIANTA CHIAVE - INQUADRAMENTO
Mandanti: Dott. Ing. Francesco Melidoro Dott. Arch. Elio Conte Dott. Geol. Andrea Fossati Dott. Ing. Nicola Bottazzi		
CONSULENZA SPECIALISTICA		
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE		
Dott. Ing. Fulvio Delucchi Studio Tecnico Associato A.I.S.A.		

TITOLO ELABORATO

Lavori di costruzione della discarica per rifiuti solidi urbani "Torrione 6"
Modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base

[illegible]

Relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base

1. Classificazione sismica regionale

Il territorio regionale piemontese è circondato a Nord, a Ovest e a Sud dal sistema alpino occidentale, catena collisionale originatasi a partire dal Cretaceo per lo scontro fra le placca Europea ed Adriatica. Il contesto tettonico ed i regimi geodinamici tutt'ora attivi portano la regione ad essere interessata da una sensibile attività sismica, generalmente modesta come intensità, ma notevole come frequenza. I terremoti si manifestano principalmente lungo due direttrici che riflettono chiaramente l'assetto tettonico regionale essendo quasi coincidenti, entro un ragionevole margine di distribuzione, l'uno con il fronte Pennidico e l'altro con il limite fra le unità pennidiche e la pianura padana.

A seguito dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante *'Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica'*, è stata introdotta una nuova classificazione sismica del territorio nazionale articolata in 4 zone, le prime tre delle quali corrispondono dal punto di vista della relazione con gli adempimenti previsti dalla Legge 64/74 alle zone di sismicità alta ($S=12$), media ($S=9$) e bassa ($S=6$), mentre per la zona 4, di nuova introduzione, si dà facoltà alla regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica.

Per quanto riguarda la Regione Piemonte si sono aggiunti ai 41 comuni posti in II categoria ai sensi della vecchia classificazione (D.M. n° 82 del 4 febbraio 1982), 168 nuovi comuni in zona 3 distribuiti fra le province del VCO, di CN e di AL. Viene anche introdotto, con la nuova normativa, un riferimento agli intervalli di accelerazione orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g), attesi per ogni zona.

Il Comune di Pinerolo ricade nella Zona 2 della zonazione ai sensi del DM 4-02-1982.

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 sono stati approvati i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, nonché la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale.

Con la Deliberazione della Giunta Regionale 19 gennaio 2010, n. 11-13058, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte n. 7 del 18 febbraio 2010, sulla base di uno specifico studio realizzato dal Politecnico di Torino in collaborazione con il centro di competenza Eucentre di Pavia, si è provveduto all'aggiornamento ed adeguamento dell'elenco delle zone sismiche.

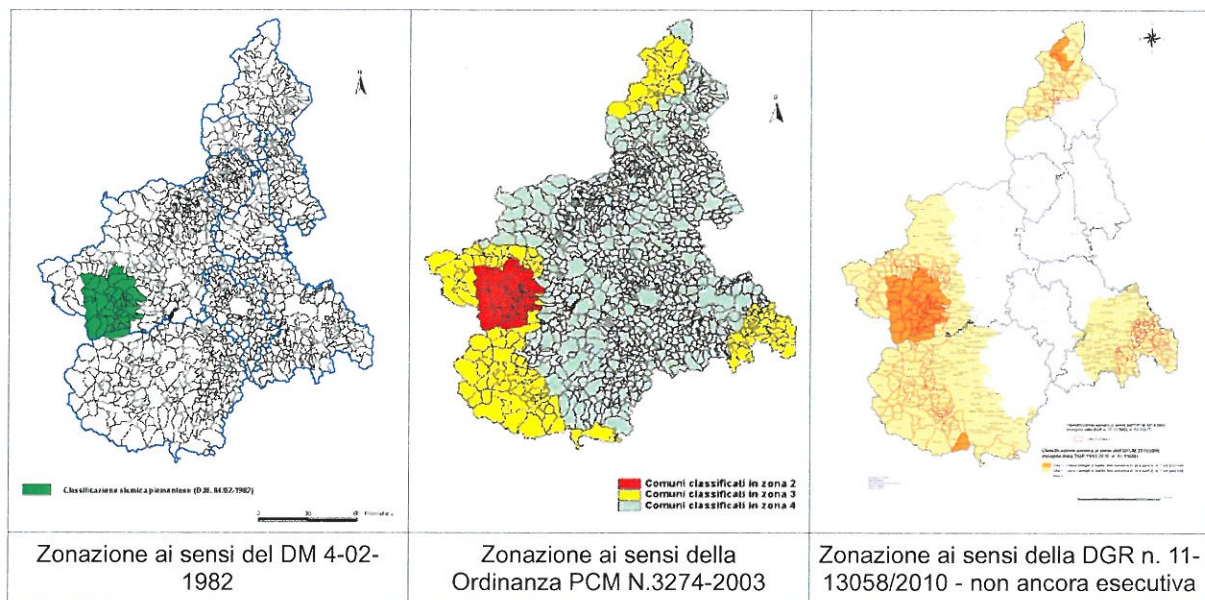
I Comuni piemontesi ricadono in due zone: livello 3, a basso rischio sismico, comprendente 409 Comuni (115 in provincia di Alessandria, 3 in provincia di Asti, 135 in provincia di Cuneo, 126 in provincia di Torino, 29 in provincia di Verbania, 1 in provincia di Vercelli); livello 4, a rischio molto basso, comprendente i restanti 797

Comuni.

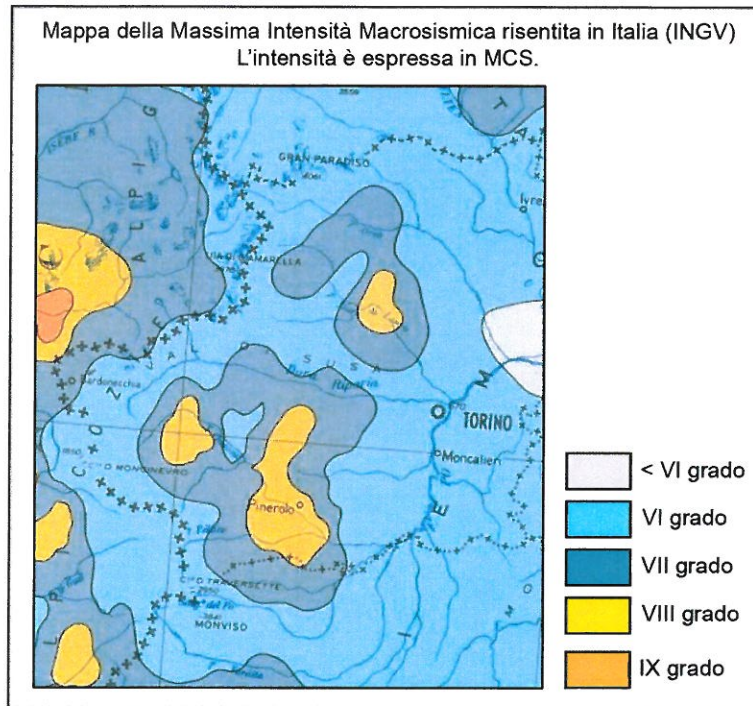
Il Comune di Pinerolo ricade nel livello 3 della zonazione ai sensi della D.G.R. n. 11-13058/2010.

Con D.G.R. n. 28-13422 del 01/03/2010 *"Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio piemontese approvata con D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010 e ulteriori disposizioni"* la Giunta Regionale ha provveduto a fornire ulteriori disposizioni e chiarimenti in riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio, prevedendo il differimento del termine per l'entrata in vigore della D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010 (inizialmente previsto a 120 giorni dalla sua pubblicazione sul BUR e quindi al 18/06/2010) a 365 giorni dal 18/02/2010, ossia dal 18/02/2011, e comunque non prima dell'approvazione delle disposizioni attuative necessarie per la definizione delle procedure, demandate ad un successivo provvedimento della Giunta.

Inoltre, a seguito dell'entrata in vigore il 1° luglio 2009 del Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 (approvazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"), viene resa obbligatoria la progettazione antisismica per tutto il Piemonte.



Di seguito si riporta uno stralcio della mappa della massima intensità macrosismica risentita in Italia, in cui si può notare come il territorio del Comune di Pinerolo sia inserito in una zona caratterizzata da attività sismica fino all'VIII grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS).



Alla pagina seguente si riporta la scheda relativa alla storia sismica di Pinerolo, tratta dal Database Macrosismico Italiano dell'INGV.

INGV - Database Macrosismico Italiano 2004 (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04>)
Storia sismica di Pinerolo [44.885, 7.327] - Numero di eventi: 28

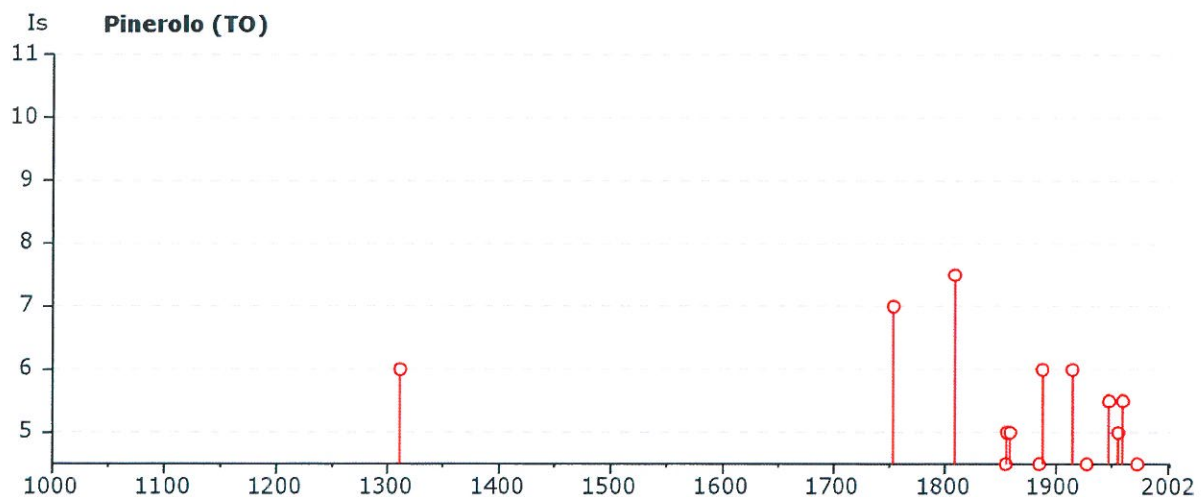
Effetti						In occasione del terremoto del:			
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
06.06	1311					PINEROLO	1	06.0 6	4.83
07.07	1753	03	09	13	15	Valle del Chisone	17	07.0 7	5.25
07.57-8	1808	04	02	16	43	Valle del Pellice	107	08.0 8	5.67
03.03	1818	02	23	18	10	Liguria occidentale	46	08.0 8	5.55
03.53-4	1828	10	09	02	20	Valle dello Staffora	105	08.0 8	5.67
04.54-5	1854	12	29	01	45	Liguria occidentale	86	07.5 7-8	5.77
05.05	1855	07	25	12		Vallese	52	08.5 8-9	5.81
05.05	1858	10	25	01	42	Valle del Chisone	3	07.0 7	4.83
04.54-5	1884	11	27	22	15	Alpi Cozie	63	07.0 7	5.36
03.9F	1886	09	05			VAL DI SUSA	102	07.0 7	5.27
06.06	1887	02	23	05	21	Liguria occidentale	1515	10.0 10	6.29
02.02	1904	07	12	05	32	Alpi Cozie	27	06.5 6-7	5.10
04.04	1905	04	29	01	46	Alta Savoia	267	07.5 7-8	5.79
06.06	1914	10	26	03	45	TAVERNETTE	67	07.0 7	5.36
03.9F	1920	09	07	05	55	Garfagnana	638	10.0 10	6.48
04.54-5	1927	12	11	15	49	VAL DI SUSA	13	05.5 5-6	4.91
03.53-4	1929	04	20	01	09	Bolognese	628	08.0 8	5.55
04.04	1935	03	19	07	27	Alpi Cozie	170	07.5 7-8	5.30
03.9F	1938	07	18	00	57	Alpi Cozie	259	07.0 7	5.24
05.55-6	1947	02	17	00	12	Alpi occidentali	282	05.5 5-6	4.90
05.05	1955	05	12	14	15	ALPI COZIE	39	07.0 7	4.68
05.55-6	1959	04	05	10	48	Valle dell'Ubaye	66	07.5 7-8	5.54
02.02	1960	03	23	23	08	Vallese	178	06.5 6-7	5.36
04.04	1963	07	19	05	45	MAR LIGURE	70	05.0 5	5.91
01.0NF	1966	04	07	19	38	CUNEESE	48	07.0 7	4.68
04.54-5	1972	01	18	23	26	RIVIERA DI PONENTE	41	06.5 6-7	4.76
01.0NF	1983	11	09	16	29	Parmense	835	07.0 7	5.10
04.04	1990	02	11	07	00	CANAVESE	201	06.0 6	4.76

Is = Intensità al sito (MCS)

Np = Numero di osservazioni macrosismiche del terremoto

Ix = Intensità massima (MCS)

Mw Magnitudo momento



2. Pianificazione territoriale locale

La variante strutturale del P.R.G. presenta una *“Carta degli elementi sismici condizionanti”* (tav. 21a) che ha lo scopo di *“evidenziare quelle situazioni particolari, del territorio comunale, che possono dar luogo ad un’amplificazione dell’effetto sismico. Nella tavola sono state distinte cinque situazioni che, per le loro caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche, intervengono sulla risposta sismica del sito, sia attraverso il possibile verificarsi di effetti di “amplificazione locale”, sia di eventi indotti quali frane e cedimenti”*.

Nei pressi dell'area di intervento non sono evidenziati elementi sismici condizionanti.

3. Parametri sismici sito-specifici

Secondo quanto disposto dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008 (NTC2008), *“le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R .”*

Il periodo di riferimento V_R si ricava moltiplicandone la vita nominale V_N dell'opera per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

La vita nominale di un'opera è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non

ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella tabella seguente:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso in esame sono stati scelti i seguenti valori:

Vita nominale $V_N = 50$ anni

Classe d'uso = *III*

Coefficiente d'uso $C_U = 1.5$

Periodo di riferimento $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1.5 = 75$ anni

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha realizzato una zonazione di dettaglio del territorio nazionale, fornendo per ogni nodo del reticolo di riferimento, e per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , le forme spettrali definite a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T^*_C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Conoscendo le coordinate geografiche del sito in esame, si individuano i quattro punti del reticolo di riferimento che lo circoscrivono e si ricavano le tre grandezze

citare per il punto specifico interpolando i valori dei quattro punti circostanti forniti dall'INGV.

La normativa definisce inoltre, nei confronti delle azioni sismiche, quattro Stati Limite:

- ☐ Stato Limite di Operatività (SLO)
- ☐ Stato Limite di Danno (SLD)
- ☐ Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)
- ☐ Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)

di cui i primi due sono definiti Stati Limite di Esercizio (SLO e SLD), mentre gli altri due Stati Limite Ultimi: SLV e SLC).

Ognuno degli Stati Limite è caratterizzato da una probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R , così come riportato nella tabella seguente:

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

La risposta sismica locale è stata valutata secondo l'approccio semplificato di cui al par. 3.2.2. delle NTC2008, che si basa sull'individuazione di **categorie di sottosuolo** di riferimento, così come definite nella tabella seguente:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

A tal proposito è stata eseguita un'indagine finalizzata alla misura della velocità equivalente $V_{s,30}$ con metodi geofisici (analisi di tipo MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves).

I risultati della prova, contenuti nell'elaborato redatto dalla Techgea Servizi S.a.s. di Torino, che ha condotto l'indagine, hanno evidenziato un suolo di **categoria B**, con valori di $V_{s,30}$ pari a 371 m/s.

Per quanto riguarda le condizioni topografiche l'area in esame ricade nella categoria T1: "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$ ".

Il calcolo dei parametri sismici è stato effettuato utilizzando l'applicazione fornita dalla ditta GEOSTRU all'indirizzo internet:

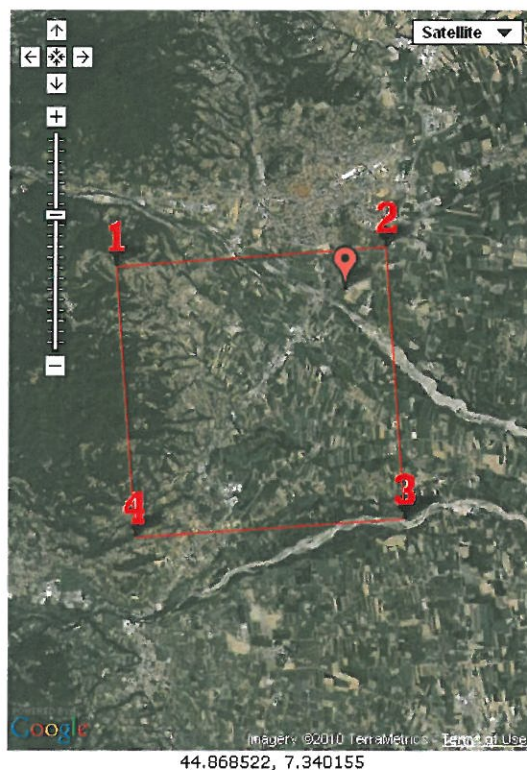
<http://www.geostru.com/geoapp/parametrisismici.aspx>

I valori inseriti e i relativi parametri sismici calcolati sono riportati nella pagina seguente.

Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS** <http://www.geostru.com/geoapp/parametrisismici.aspx>

Inquadramento del sito su foto satellitare. I numeri 1-2-3-4 individuano i quattro siti del reticolo di riferimento INGV.



Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

	ED50	WGS84
Latitudine	44.869489°	44.868522°
Longitudine	7.341244°	7.340155°

Classe d'uso: III. **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso

Vita nominale: 50 [anni]

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	14453	44,873960	7,281815	4709,5
Sito 2	14454	44,877590	7,352042	1239,1
Sito 3	14676	44,827730	7,357111	4808,9
Sito 4	14675	44,824100	7,286932	6618,6

ALLEGATO: Verifiche di stabilità

I parametri sismici, ricalcolati in funzione della Classe d'Uso III: *“Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.”* (Vita nominale: 50 anni), sono riportati di seguito:

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 75 anni
 Coefficiente c_u : 1,5

Stato limite	Probabilità superamento [%]	T_r [anni]	A_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	81	45	0,049	2,436	0.221
Danno (SLD)	63	75	0.062	2.453	0.232
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0.152	2.477	0,268
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1462	0.189	2.511	0.277

Coefficienti Sismici

	S_s [-]	C_c [-]	S_t [-]	K_h [-]	K_v [-]	A_{max} [m/s ²]	β [-]
SLO	1.200	1,490	1.000	0.012	0.006	0.575	0.200
SLD	1.200	1,470	1.000	0.015	0.007	0.735	0.200
SLV	1.200	1,430	1.000	0.044	0.022	1.788	0.240
SLC	1.200	1,420	1.000	0.054	0.027	2,222	0.240

4. Esclusione della verifica a liquefazione

Secondo quanto indicato nel par. 7.11.3.4.2 delle NTC2008: la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

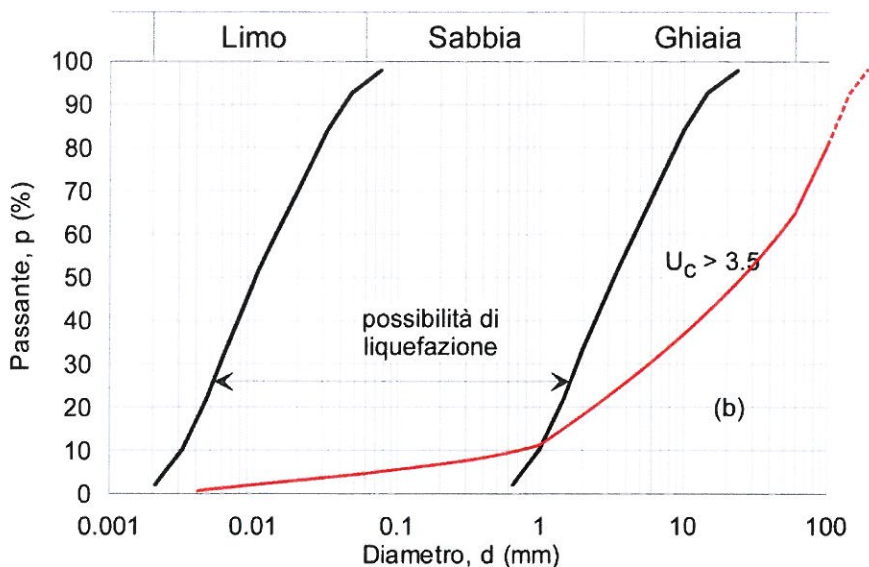
1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Il coefficiente di uniformità U_c dei terreni che costituiranno il fondo della discarica in progetto è calcolato di seguito, secondo la nota formula: $U_c = D_{60}/D_{10}$, dove
 $D_{60} = 45$ mm (diametro corrispondente al 60% del campione);
 $D_{10} = 0.7$ mm (diametro corrispondente al 10% del campione)

$$U_c = 45 / 0.7 = 64.3$$

Essendo il valore di U_c ottenuto maggiore di 3.5, la curva granulometrica dei terreni in esame (linea in rosso) è stata quindi riportata sulla figura 7.11.1(b) delle NTC2008.

Com'è possibile notare la curva granulometrica in esame ricade all'esterno dell'area indicata dai redattori delle Norme, per cui si esclude la possibilità di liquefazione per i



terreni che costituiranno il fondo della discarica in progetto.

Indice

1. Classificazione sismica regionale	1
2. Pianificazione territoriale locale	5
3. Parametri sismici sito-specifici	5
4. Esclusione della verifica a liquefazione	11

Le informazioni contenute nella presente relazione sono state tratte da:

Città di Pinerolo, Piano di Protezione Civile:

http://www.comune.pinerolo.to.it/bach_utili/prot_civile.htm

ARPA Piemonte: <http://www.arpa.piemonte.it>

INGV - Database Macrosismico Italiano 2004: <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04>

INGV – Macrozonazione sismica: <http://portale.ingv.it/temi-ricerca/terremoti/mappa-delle-massime-intensita>