Westgeo D.Minuto & Associati
Vado Ligure (SV)
Via Verdi 6
westgeominuto@katamail.com

IPS scpa
Insediamenti Produttivi Savonesi
Savona

Comuni di Cengio e Millesimo

Area denominata "Pertite"

Studio preliminare di microzonazione sismica
(livello 1 secondo gli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" della Commissione Protezione Civile della Conferenza Regioni e Province Autonome – 2009)

RAPPORTO TECNICO

Diego Minuto – Geologo **Aprile 2011**

Westgeo D.Minuto & Associati
Vado Ligure (SV)
Via Verdi 6
westgeominuto@ katamail.com

INDICE

1. **Introduzione e finalità**

2. **Sintesi territoriale e geologico-geomorfologica**

3. **Indagini geognostiche pregresse : risultanze**

4. **Commento alla " Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica"**

5. **Determinazione dell'azione sismica in situ (preliminare)**

Allegato : "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica"

Westgeo D.Minuto & Associati
Vado Ligure (SV)
Via Verdi 6
westgeominuto@ katamail.com

1. Introduzione e finalità

IPS scpa di Savona ha incaricato Westgeo D.Minuto & Associati di Vado Ligure nella persona dello scrivente professionista della redazione del presente documento che ha per argomento l'approntamento di un primo livello conoscitivo per la microzonazione sismica presso l'area denominata "Pertite" nei Comuni di Cengio e Millesimo secondo quanto indicato negli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" redatta dalla Sottocommissione 8 della Protezione Civile sotto il patrocinio della Conferenza nazionale delle Regioni e delle Province Autonome (2009)

Trattasi quindi del livello preliminare di approfondimento geologico in prospettiva sismica dell'area in argomento.

Fra le finalità degli studi di microzonazione esiste quella di determinare la cosiddetta risposta sismica locale (amplificazione locale) ossia la modificazione in ampiezza, frequenza e durata dello scuotimento sismico dovuta alle specifiche condizioni lito-stratigrafiche e morfologiche specifiche di un sito.

S può questa quantificare mediante il rapporto tra il moto sismico alla superficie del sito e quello che si osserverebbe,per lo stesso evento sismico, su un ipotetico affioramento di roccia rigida con morfologia orizzontale. Nel caso questo rapporto fosse maggiore di 1, si parlerebbe, infatti, di amplificazione locale.

Altro concetto è la *vulnerabilità sismica – propensione al danno* o alla perdita di un sistema a seguito di un dato evento sismico.

La vulnerabilità viene detta *primaria* se relativa al danno fisico subito dal sistema per effetto delle azioni dinamiche dell'evento, *secondaria* se relativa alla perdita subita dal sistema a seguito del danno fisico. Per ogni sistema, la vulnerabilità può essere espressa in maniera diretta attraverso la definizione della distribuzione del livello di danno o di perdita a seguito di un dato scuotimento o in maniera indiretta attraverso indici di vulnerabilità ai quali correlare danno e scuotimento.

La distribuzione del danno apparente agli elementi strutturali o non strutturali di un edificio al variare dello scuotimento sismico fornisce una misura della vulnerabilità primaria.

La distribuzione del costo di riparazione di un edificio in relazione al danno apparente o meccanico è una misura,invece, di vulnerabilità secondaria.

Mero scopo del presente documento (con la allegata "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica") è semplicemente quello – in questo *step* – di pervenire, attraverso una specifica mappatura dell'area delle Pertite , ad una preventiva determinazione della distribuzione areale di puntuali "microzone" omogenee in prospettiva sismica.

Il livello 1 degli indirizzi della Protezione Civile non prevede l'utiizzo di dati quantitativi (riservati ai livelli successivi di approfondimento). Essendo peraltro disponibile , a riguardo, la sintesi delle risultanze geognostiche programmate ed elaborate dallo scrivente nell'elaborato relativo allo "Studio geologico e ambientale inerente il potenziale stato di contaminazione dell'area denominata"Pertite" nei Comuni di Cengio e Millesimo con connessa caratterizzazione fisico – meccanica preliminare dei terreni e delle rocce" contenenti, tra l'altro, anche un test tipo Down – Hole con la determinazione del parametro Vs30, si è

proceduto (sulla scorta delle evidenze dei sondaggi a carotaggio continuo , delle prospezioni sismiche a rifrazione e delle tomografie elettriche) ad una integrazione dei dati puramente litostratigrafici e geomorfologici locali con informazioni di dettaglio integrative.

In allegato presentiamo quindi una "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica" e provvediamo altresì ad una prima determinazione dell'azione sismica in situ differenziata per le microaree locali caratterizzate da sottosuolo tipo A e/o B , ai sensi della normativa vigente (NTC 2008).

2. Sintesi territoriale e geologico - geomorfologica

Proponiamo una sintesi di riferimento territoriale e geologico – geomorfologico l.s. derivata da quanto già descritto nello Studio pregresso già citato :

La vallecola delle Pertite è identificabile lungo l'andamento terminale, in sponda destra del fiume Bormida, dell'omonimo rio in un intervallo ipsometrico di riferimento compreso tra i 440,00 m slm e i 460,00 m slm.

ed è rappresentata da una ampia vallecola colmata nell'ultimo ventennio da abbondanti riporti artificiali finalizzati all'ottenimento di una ampia area, perlopiù pianeggiante con una subordinata gradonatura nella porzione più prossima al tracciato della strada provinciale.

L'ambito di riferimento litostratigrafico è noto come Bacino Terziario Piemontese (BTP), rappresentante un enorme bacino marino deposizionale a carattere subsidente, con una conseguente successione stratigrafica potente sino a oltre 4000 m, (Gelati 1968, Francani et al. 1971 Faletti et al. 1984, Gnaccolini 1980, Cazzola et al. 1981) evolutosi a partire dall'oligocene inferiore e posteriormente all'impilamento delle unità tettoniche interessate dall'orogenesi alpina. L'areale di puntuale interesse (Rio Pertite) è caratterizzato da una successione - associazione sedimentaria conglomeratico - marnosa identificabile come rappresentata da un contatto stratigrafico tra le due formazioni di Monesiglio e di Rocchetta (Aquitaniano – Oligocene) . Sulla sponda sinistra del Rio Pertite infatti si apprezzano evidenti bancate conglomeratiche poligeniche con secondari livelli e/o interstrati decimetrici marnoso-siltosi ovvero arenacei (classici della Formazione di Monesiglio cfr. Carta Geologica d'Italia 1/100.000 www.apat.gov.it) mentre sia in corrispondenza dell'asse del rio (oggi obliterato dalla colmata dei riporti) sia sulla sponda destra (in direzione di Cengio) sono presenti cospicui affioramenti marnosi grigi , con superfici di alterazione scagliose, caratteristiche della Formazione di Rocchetta.

La Formazione di Monesiglio riposa a tetto e sovrasta geometricamente i termini marnosi.

Porzioni conglomeratiche della Formazioni di Monesiglio sono altresì individuabili in prossimità dell'esistente installazione industriale Fresia spa lungo il versante destro nella parte di questo geometricamente più elevata.

La dislocazione formazionale è avvenuta anche a seguito di fenomeni di basculamento tettonico più recente (quaternario) che ha interessato tutto il settore più occidentale delle Langhe.

La erodibilità ed alterabilità chimico-fisica dei terreni sedimentari del BTP, ed in particolare di quelli a forte componente fillosilicatica (minerali argillosi) è il fattore dominante della evoluzione geomorfologica locale sia sulla micro che sulle meso e macro scala.

Notoriamente la facile idratazione dei minerali argillosi (componenti principali delle argilliti e delle marne) a seguito, ad esempio, dell'azione pluviale o del disgelo o del ristagno idrico, ne condiziona fortemente l'attitudine sia alla erodibilità superficiale lungo i versanti (dando origine a quei fenomeni di erosione accelerata anche molto intensi il cui prodotto finale è rappresentato dalle caratteristiche architetture calanchive) sia al grado di alterazione più o meno puntuale dei livelli marnosi medesimi, la cui struttura tipicamente "scagliosa" (in particolare nei livelli a giorno mentre diventa più massiva in profondità) , caratteristica dei terreni argillosi sovraconsolidati in molte parti d'Italia, viene sovente interessata dallo sviluppo di cotiche superficiali di alterazione spinta ove le scaglie (sostanzialmente clasti spigolosi più o meno laminari di ordine massimo decimetrico) si trovano immerse in una matrice argillosa o, al più, limoso – argillosa. Sia i terreni arenacei che quelli conglomeratici sono meno soggetti a fenomeni classicamente legati al loro chimismo ancorchè le intercalazioni marnose e/o il cemento a componente carbonatica (comunque presente nei conglomerati) non li lascino indenni da fenomeni di erosione selettiva con la tipica alternanza di bancate poco erose a forte componente clastica e di livelli, peraltro senz'altro subordinati, argillitici e/o marnosi dilavati ed erosi. Le dette caratteristiche dei terreni sedimentari locali determinano l'instaurarsi, in termini di evoluzione geomorfologica dei versanti , di alcune puntuali situazioni di instabilità (si veda la cartografia geologica redatta e posta in allegato f.t.) . Si evidenzia la presenza, infatti, sia di intensi fenomeni erosivi che di alcune plaghe di ordine decametrico soggette a soil -slips superficiali.

Le bancate conglomeratiche appaiono costituite da prevalenti clasti poligenici (di dimensioni anche rilevanti) , petrologicamente eterogenei, immersi in una matrice arenacea ovvero argillitico-arenacea.

Le coperture detritiche eluviali , poco sviluppate, hanno prevalente natura granulare sciolta grossolana o medio-grossolana (ghiaie ciottolose con sabbia e/o sabbie limose).

Idrogeologicamente il sito è caratterizzato da una scarsa o nulla produttività freatica. Come risulta inoltre ampiamente verificato dai test di conducibilità idraulica in configurazione Lugeon operati, la permeabilità dei livelli marnosi di Rocchetta identificati come bedrock su tutta l'area in esame è da considerarsi molto bassa ($K = 10^{-7}$ m/s – 10^{-9}m/s).

Per un esame di dettaglio delle peculiarità litostratigrafiche e geomorfologiche del sito allo studio si rimanda alle Tavv.1 dello Studio citato e dell'appendice realizzata (per la porzione morfologicamente corrispondente alla radice della vallecola) per conto di Fresia spa.

3. Indagini geognostiche pregresse : risultanze

Sono disponibili le risultanze di 15 sondaggi a carotaggio continuo nonché di una batteria di prospezioni mediante sismica a rifrazione e tomografia elettrica (8 stendimenti sismici e 4 stendimenti tomografico-elettrici) ottimizzate al fine di permettere sia una corretta ed attendibile interpretazione dell'assetto stratigrafico locale (palesato conseguentemente nelle sezioni geologiche delle Tavv. 2 dello Studio).

Ai fini di un "ampliamento areale" delle informazioni derivanti dai puntuali carotaggi si sono utilizzate quindi anche tecniche di indagine indiretta di natura geofisica che hanno permesso di ricostruire un coerente quadro dello sviluppo areale-verticale dei riporti artificiali sul sottostante bedrock sedimentario (è stata individuata una potenza massima di oltre 16.00 m di riporti in S5 ed una minima di circa 2.0m in S1bis con valori medi e frequnti nell'intervallo 4 – 8 m).

La ubicazione complessiva delle indagini è esplicitata nella Tavola allegata al presente testo.

Per la caratterizzazione geotecnica preliminare dei riporti artificiali , dei livelli del bedrock alterato sono state altresì inserite, e conseguentemente operate in campo, prove tipo SPT (Standard Penetration Test), prove di permeabilità Lefranc in configurazione a carico costante ovvero a portata costante e alcune (3) prove pressiometriche Menard (secondo la norma NF P – 94 -110).

Un test sismico in foro in configurazione DH (down – hole), con misura sia delle velocità delle onde di compressione che di quelle di taglio, della profondità di 30 m (con la determinazione conseguente del richiesto parametro Vs30) è stato operato nel sondaggio denominato S5 in corrispondenza della porzione areale di maggiore sviluppo delle coperture artificiali (sino a circa 17 m di potenza) e, quindi, nelle condizioni più cautelative.

Per la finalizzazione delle investigazioni nella loro globalità si sono inoltre operati riconoscimenti granulometrici completi di aerometrie con i conseguenti Limiti di Atterberg (per la definizione di LL e di Ip) (dove il passante al setaccio n.200 era > 20

Essenzialmente, come facilmente evincibile dalle sezioni geologiche interpretative allegate allo Studio del 2009 , sono stati individuati due orizzonti geologici di riferimento principale :

- Un livello di copertura di forte variabilità granulometrica costituito da riporti artificiali sciolti più o meno grossolani e di potenza variabile da un minimo di circa 3.0 – 4.0 m (S2) sino ad oltre 15.0 – 16.0 m (S5)

- Un sottostante orizzonte litoide sedimentario marnoso

Con riferimento alla copertura detritica superficiale di origine artificiale di seguito si espone la tabella delle risultanze granulometriche ottenute in laboratorio :

Valorizzazioni granulometriche in laboratorio geotecnico

Campioni	Prof. m	Ip	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Limo + argilla
S1 CR1	2.00 – 2.5	18.16	34.23	12.06	44.53	9.18	
S2 CR1	1.50 - 2.00	13.11	51.40	6.28	32.84	9.4	

S3 CR1	3.50 – 4.00	8.33	8.24	2.94	69.77	19.04	
S4 CR1	5.00 – 5.50		62.18	25.09			12.79
S5 CR1	4.00 – 4.50		28.16	64.67			7.17
S6 CR1	4.50 – 5.00	12.55	8.56	1.73	62.11	27.61	
S7 CR1	3.50 – 4.00	10.42	21.50	11.37	57.02	10.11	
S8 CR1	2.00 – 2.50	6.77	8.41	2.21	75.84	13.55	
S9 CR1	1.00 – 1.50		49.15	33.98			16.88
S10 CR1	7.00 – 7.50	15.44	13.81	18.81	57.26	10.12	
S11 CR1	7.00 – 7.50		48.31	45.66			6.03

Emerge, dalla sintesi della tabella medesima, la presenza di 4 campioni fortemente granulari-grossolani (in S4,S5, S9 e S11) con percentuali complessive di ghiaia e sabbia > 80 % ; a tali campioni può essere inoltre aggiunto il campione di S2 che trova una sommatoria di ghiaia più sabbia > 57% .

I rimanenti campioni trovano invece (ad eccezione di S1) percentualizzazioni di passante al setaccio n.200 dell'ordine del 70 – 90 %.

Emerge inoltre molto chiaramente la caratteristica significativa presenza della frazione limosa (con valori massimi di oltre il 60 – 70 %). Evidentemente ciò ad ulteriore riprova della locale provenienza dei riporti artificiali (derivanti dalla attività di demolizione/sbancamento/detrazione artificiale del substrato marnoso che, in termini granulometrici, è riferibili a processi diagenetici coinvolgenti sedimenti siltosi). Nel complesso le percentuali di argilla sono da considerarsi basse trovando valori massimi dell'ordine del 13 – 16 %. Identicamente anche i valori dell'Indice di Plasticità Ip sono mediamente bassi (minimo 6.77 e massimo 18.16). **Ai fini della caratterizzazione in prospettiva sismica può essere di particolare interesse la tabella riportante i valori Nspt ottenuti dalle prove tipo Standard Penetration Test effettuate in avanzamento (ricordando che la distribuzione areale nellla Carta allegata al presente testo è stata però basata sia sulle evidenze litostratigrafiche in termini di spessore delle coperture sciolte sia sulla base del test DH eseguito). Risulta evidente peraltro come (in zone con sottosuolo di categoria prevalentemente B) i valori penetrometrici standard siano comunque sovente intorno al valore 50 o la penetrazione sia pervenuta al rifiuto strumentale.**

Westgeo D.Minuto & Associati
Vado Ligure (SV)
Via Verdi 6
westgeominuto@ katamail.com

Prove SPT con relative valorizzazioni Nspt

Prova SPT	Prof. m	Nspt
S1 SPT1	3.00 – 3.45	20
S1 SPT2	4.50 – 4.95	48
S2 SPT1	3.00 – 3.45	R
S3 SPT1	3.00 – 3.45	51
S3 SPT2	6.00 – 6.45	45
S4 SPT1	1.50 – 1.95	15
S4 SPT2	3.00 – 3.45	33
S4 SPT3	4.50 – 4.95	R
S5 SPT1	3.00 – 3.45	28
S5 SPT2	4.50 – 4.95	38
S5 SPT3	6.00 – 6.45	52
S5 SPT4	7.50 – 7.95	R
S6 SPT1	1.50 – 1.95	R
S6 SPT2	3.00 – 3.45	R
S6 SPT3	4.50 – 4.95	R
S7 SPT1	1.50 – 1.95	17
S7 SPT2	3.00 – 3.45	38
S7 SPT3	4.50 – 4.95	45
S8 SPT1	1.50 – 1.95	6
S8 SPT2	3.00 – 3.45	7
S8 SPT3	4.50 – 4.95	R
S9 SPT1	1.50 – 1.95	R
S9 SPT2	3.00 – 3.45	22
S9 SPT3	4.50 – 4.95	42
S9 SPT4	6.00 – 6.45	50
S10 SPT1	3.00 – 3.45	31
S10 SPT2	4.50 – 4.95	31
S10 SPT3	6.00 – 6.45	43
S11 SPT1	1.50 – 1.95	28
S11 SPT2	3.00 – 3.45	22
S11 SPT3	4.50 – 4.95	11
S11 SPT4	7.50 – 7.95	R

Di seguito è inoltre presentato un quadro sinottico di alcuni parametri geotecnici e fisico –meccanici di riferimento :

Westgeo D.Minuto & Associati
Vado Ligure (SV)
Via Verdi 6
westgeominuto@ katamail.com

Valorizzazioni di alcuni parametri geotecnici e fisico - meccanici

Orizzonti geotecnici	N_{SPT} (n°) Intervallo	ϕ' ° Da SPT Intervallo	D_r % max	RQD % intervallo	UCS Unconfined Compression Strenght MPa (da letteratura) intervallo	K m/s intervallo	Vp Intervallo m/s	Vs Intervallo m/s
Riporti	6 - 52	28° - 40°	30 - 60			10^{-4} -10^{-7}	400 - 800	220 - 370
Sound bedrock				40 - 100	10 – 30 MPa	10^{-7} 10^{-9}	2000 - 3300	600 - 1000

In relazione ai valori misurati di Vs segnaliamo come il substrato argilloso fortemente sovraconsolidato presenti valori di velocità compresi tra 600 e 1000 m/s e che, ragionevolmente, tali valori tendano ad aumentare con l'incremento della profondità. In tal senso l'incidenza dei bassi valori relativi alle coperture detritiche (220 – 370 m/s) appare ovviamente maggiore nelle aree dotate di maggiori potenze superficiali riconducibili a tali coperture.

La prova DH (Down – Hole) realizzata all'uopo nel sondaggio S5 sino a 30 m da p.c., oltre a permettere di registrare valori di velocità relativi alle onde di compressione e alle onde di taglio ,con il relativo profilo continuo sino alla massima profondità , ha portato alla determinazione del parametro Vs30 (con valore puntuale ma attendibilmente indicativo).

La valorizzazione ottenuta di tale parametro è stata di 500 m/s inserendo il profilo specifico del terreno presso S5 nella categoria B secondo la tabella seguente :

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* 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	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* 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	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* 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	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* 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	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Nella tabella sono indicate (con le frecce) le due categorie di sottosuolo presenti ragionevolmente nell'area. La distribuzione delle "microaree" specifiche è evidenziata nella tavola allegata ; tale distribuzione si basa – ovviamente – anche su considerazioni di carattere geologico – geomorfologico locale oltre che sulle citate evidenze derivanti dalle indagini eseguite.

4) Commento alla "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica"

La carta in argomento vede la presenza di 3 (tre) classi di riferimento :

A) "Aree stabili caratterizzate da sottosuolo tipo A"
(con Vs30 > 800 m/s o con coperture detritiche < 3.0 m di potenza)

Trattasi essenzialmente di una porzione posta sulla sponda destra della vallecola delle Pertite e coinvolgente anche un "dosso" marnoso sepolto in direzione dell'asse della vallecola medesima nonché alcune piccole aree residuali al contorno (la determinazione della potenza limitata delle coperture nella zona assiale e centrale è chiaramente evincibile dalle prospezioni simiche a rifrazione PS1 e PS2bis)

AI) "Aree caratterizzate da sottosuolo tipo A potenzialmente suscettibili di instabilità dei versanti"

Consistono essenzialmente nelle zone di versante più o meno acclivi – ove non sono infrequenti segnali di instabilità geomorfologica come risulta dalle Tavv. 1 dello Studio del 2009 – caratterizzate da substrato conglomeratico/marnoso affiorante o subaffiorante o con copertura < 3.0 m, ragionevolmente riferibili a valori di Vs30 > 800 m/s

B) "Aree caratterizzate da sottosuolo tipo B sucettibili di amplificazioni locali"
(determinate da sviluppi significativi delle coltri di copertura)

Comprendono la gran parte della porzione sub-pianeggiante e di quella "gradonata" della zona allo studio : l'affidamento alla classe B di sottosuolo in propspettiva sismica deriva sia dalla evidente valorizzazione ottenuta nel test DH (sondaggio S5) per il parametro Vs30 (500 m/s) sia dal medio sviluppo delle coperture detritiche determinato mediante le indagini eseguite (si vedano in proposito le Sezioni Geologiche nelle Tavv.2 dello Studio del 2009)

geofisici in situ (ulteriori tests tipo DH ovvero stendimenti tipo MASW – Multichannel Analysis Segnaliamo, da ultimo, come sia da ritenere necessario procedere, nei futuri e diversi *steps* progettuali pervenire ad una più estesa caratterizzazione dell'area in prospettiva sismica (con riferimento all'ampiezza areale ragguardevole del sito) mediante ulteriori approfondimenti of Surface Waves).

Westgeo D.Minuto & Associati
Vado Ligure (SV)
Via Verdi 6
westgeominuto@ katamail.com

4) Determinazione dell'azione sismica in sito (preliminare)

Il presente paragrafo viene presentato a supporto preliminare per le future progettazioni in relazione a quanto recentemente introdotto dalle NTC 2008 in tema di verifica dell'azione sismica.
Il quadro sismotettonico locale ai sensi della D.G.R. 1362 /2010 è definito come caratterizzante, per territori comunali di MIllesimo e Cengio , un basso grado di rischio sismico (Classe 4)
Nelle determinazioni delle spettro di risposta elastico l'Eurocodice 8 e la recente normativa nazionale citata prevedono la valutazione dell'effetto di sito, attraverso l'adozione di un coefficiente S, detto stratigrafia del suolo di fondazione, attraverso il quale stimare gli effetti di amplificazione del sisma.
Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di intervento Quest'ultima viene definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa $\mathbf{a_g}$ in condizioni di campo libero;
- ordinate dello spettro di risposta;

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento, a partire dai valori dei seguenti parametri sismici:

- $\mathbf{a_g}$ accelerazione orizzontale massima al sito;
- $\mathbf{F_0}$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $\mathbf{T_r}$ periodo di ritorno del sisma;
- **T*C** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Utilizzando il programma GEOSTRU PS (www.geostru.com), utilizzabile gratuitamente, vengono inseriti i seguenti dati:

- coordinate geografiche del sito in esame;
- classe d'uso dell'opera in progetto;
- categoria di sottosuolo;
- categoria topografica.

Si ottengono quindi i coefficienti sismici relativi alle tipologie di opere in progetto per i diversi stati limite (SLO (operatività); SLD (danno); SLV (vita); SLC (collasso)):
Ss (amplificazione stratigrafica); St (amplificazione stratigrafica); Cc (categoria di sottosuolo); Kh e Kv (orizzontali e verticali).

Westgeo D.Minuto & Associati
Vado Ligure (SV)
Via Verdi 6
westgeominuto@ katamail.com

A seguire vengono forniti i parametri ed i coefficienti sismici propri dell'area allo studio (definibili per interventi di classe 2)

Per le aree A e AI (cfr. tavola in allegato)

Sito in esame.

latitudine:	44,000981
longitudine:	8,001059
Classe:	2
Vita nominale:	50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 18458	Lat: 44,0070Lon: 7,9968	Distanza: 752,496
Sito 2	ID: 18459	Lat: 44,0102Lon: 8,0662	Distanza: 5307,100
Sito 3	ID: 18681	Lat: 43,9603Lon: 8,0706	Distanza: 7167,905
Sito 4	ID: 18680	Lat: 43,9571Lon: 8,0013	Distanza: 4876,034

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	A	
Categoria topografica:	T1	
Periodo di riferimento:	50anni	
Coefficiente cu:	1	
Operatività (SLO):		
Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,029 g	
Fo:	2,554	
Tc*:	0,186	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63	%	
Tr:	50	[anni]
ag:	0,041 g	
Fo:	2,641	
Tc*:	0,210	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10	%	
Tr:	475	[anni]
ag:	0,156 g	
Fo:	2,429	
Tc*:	0,290	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5	%	
Tr:	975	[anni]
ag:	0,209 g	
Fo:	2,469	
Tc*:	0,305	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,000
Cc:	1,000
St:	1,000
Kh:	0,006
Kv:	0,003

Amax: 0,283

Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,000

Cc: 1,000

St: 1,000

Kh: 0,008

Kv: 0,004

Amax: 0,399

Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,000

Cc: 1,000

St: 1,000

Kh: 0,045

Kv: 0,023

Amax: 1,526

Beta: 0,290

SLC:

Ss: 1,000

Cc: 1,000

St: 1,000

Kh: 0,065

Kv: 0,032

Amax: 2,053

Beta: 0,310

Per le aree B (cfr. tavola in allegato)

Sito in esame.

latitudine:	44,000981
longitudine:	8,001059
Classe:	2
Vita nominale:	50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 18458	Lat: 44,0070Lon: 7,9968	Distanza: 752,496
Sito 2	ID: 18459	Lat: 44,0102Lon: 8,0662	Distanza: 5307,100
Sito 3	ID: 18681	Lat: 43,9603Lon: 8,0706	Distanza: 7167,905
Sito 4	ID: 18680	Lat: 43,9571Lon: 8,0013	Distanza: 4876,034

Parametri sismici :

Categoria sottosuolo:	B	
Categoria topografica:	T1	
Periodo di riferimento:	50anni	
Coefficiente cu:	1	
Operatività (SLO):		
Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,029 g	
Fo:	2,554	
Tc*:	0,186	[s]
Danno (SLD):		
Probabilità di superamento:	63	%

Tr:	50	[anni]
ag:	0,041 g	
Fo:	2,641	
Tc*:	0,210	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10	%	
Tr:	475	[anni]
ag:	0,156 g	
Fo:	2,429	
Tc*:	0,290	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5	%	
Tr:	975	[anni]
ag:	0,209 g	
Fo:	2,469	
Tc*:	0,305	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,200
Cc:	1,540
St:	1,000
Kh:	0,007
Kv:	0,003
Amax:	0,340
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,200
Cc:	1,500
St:	1,000
Kh:	0,010
Kv:	0,005
Amax:	0,479
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,200
Cc:	1,410
St:	1,000
Kh:	0,045
Kv:	0,022
Amax:	1,832
Beta:	0,240

SLC:

Ss:	1,190
Cc:	1,390
St:	1,000
Kh:	0,070
Kv:	0,035
Amax:	2,443
Beta:	0,280

Diego Minuto – Geologo

Aprile 2011