



COMUNE DI FINALE LIGURE

(PROVINCIA DI SAVONA)

COMMITTENTE: SIG. ANDREA ROSSI

OGGETTO: AMPLIAMENTO MANUFATTI ADIBITI A BAR E CUCINA DELLE STABILIMENTO BALNEARE CON INSEGNA “BAGNI FINALPIA” IN VARIANTE AL VIGENTE PUC

RELAZIONE GEOLOGICA

(ai sensi del D.M. 17/01/18 e Circ. 21/01/19 n. 7 C.S.LL.PP.)

Finale Ligure, 03 giugno 2019

Dott. Geol.
Alessandro Chiarelli

INDICE

Premessa	pag. 2
Tipologia degli interventi (vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento).....	pag. 2
Vincolo per scopi idrogeologici.....	pag. 4
Verifica in ordine alle previsioni dei piani di bacino stralcio.....	pag. 4
Inquadramento generale della località	pag. 5
Stratigrafia e caratterizzazione geotecnica dei terreni	pag. 7
Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche.....	pag. 8
Modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base.....	pag. 9
Parametri dell'azione sismica.....	pag. 16
Fattibilità dell'intervento	pag. 17



PREMESSA

Ad espletamento dell'incarico ricevuto, il sottoscritto Dott. Geol. Alessandro Chiarelli, regolarmente iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Liguria con il n. 413/AP, ha condotto un'indagine di geologia a corredo del progetto di cui in epigrafe, in merito specificamente alle modificazioni dell'assetto del terreno conseguenti alla realizzazione dell'opera.

L'indagine è stata svolta ai sensi del D.M. 11/03/88 di applicazione della L. 64/74, per le autorizzazioni di cui all'art. 34 della L.R. 16/04/84 n. 22, nonché del D.M. 17/01/18 recante l'aggiornamento delle "Norme Tecniche per le costruzioni" e della relativa Circ. 21/01/19 n. 7 C.S.LL.PP., ed ha raggiunto un livello di approfondimento adeguato all'incidenza delle trasformazioni richieste.

Date le modeste problematiche geotecniche relative alle opere previste, lo studio è stato condotto principalmente mediante rilevamento geologico di superficie dell'area interessata, esteso ad un suo intorno significativo, utilizzo della bibliografia esistente sulla località e, in particolare, della documentazione tematica allegata al Piano di Bacino stralcio sul rischio idrogeologico del T. Sciusa, prodotto ai sensi dell'art.1, comma 1, del D.L. 180/98 e s.m.i. approvato con D.C.P. n. 47 del 25/11/2003 e s.m., esecuzione di alcune prove per la determinazione speditiva della resistenza al taglio delle coltri sciolte e comparazione con i risultati di precedenti indagini eseguite ad altro titolo in zona.

La presente relazione tecnica costituisce l'elaborato conclusivo e di commento di quanto svolto.

TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI

Dalla visione degli elaborati progettuali prodotti dall'Arch. Laura Conte, ai quali si rimanda per ogni ulteriore necessità di chiarimento in merito, si ricava che l'intervento consiste brevemente nell'ampliamento della superficie coperta dei manufatti adibiti a bar-cucina e relativa dispensa/deposito sottostanti la passeggiata di Finalpia, mediante la traslazione di 1,25 m della parete lato mare, che comunque rimarrà arretrata rispetto al profilo esterno della soletta a sbalzo della passeggiata.

Le nuove tamponature e tramezzature poggeranno direttamente sulla platea di cls esistente,



per cui non saranno richiesti movimenti di terra e l'impermeabilizzazione del suolo rimarrà sostanzialmente immutata.

Ai sensi del testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni (abbreviato con NTC-18) di cui al citato D.M. 17/01/18, le opere sono caratterizzate dai seguenti parametri:

Vita nominale (§ 2.4.1 NTC-18)

La vita nominale di un'opera strutturale V_N 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. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I delle NTC-18 e, nel caso in questione, equivale a 50 anni.

Tabella 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONE		Valori minimi di V_N (in anni)
<input type="radio"/> 1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
<input checked="" type="radio"/> 2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
<input type="radio"/> 3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Classe d'uso (§ 2.4.2 NTC-18)

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:

<input type="radio"/> Classe I:	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<input checked="" type="radio"/> 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.
<input type="radio"/> 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.
<input type="radio"/> 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.



Periodo di riferimento per l'azione sismica (§ 2.4.3 NTC-18)

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N C_U = 50 \quad (\text{NTC-18 Eq. 2.4.1})$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U impiegato nella precedente equazione è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella Tab. 2.4.II delle NTC-18.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente di uso C_U

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

VINCOLO PER SCOPI IDROGEOLOGICI

Come si rileva dalla carta di zonizzazione del Comune di Finale Ligure, redatta ai sensi dell'art.1 del R.D. 30/12/1923, n.3267 e dalla descrizione dei confini ad essa allegata, dette opere non ricadono in zona sottoposta a vincolo per scopi idrogeologici.

VERIFICA IN ORDINE ALLE PREVISIONI DEI PIANI STRALCIO DI BACINO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Nel rispetto delle normative di salvaguardia dal rischio idrogeologico, sono stati esaminati tutti gli elaborati costituenti i Piani di Bacino Stralcio dello SCIUSA – Cod. Bac. 494 (di cui si riportano in allegato solo quelli maggiormente significativi, tav. B/E), dalla cui analisi è stato possibile ricavare come il sito di stretto interesse non sia caratterizzato da fattori di rischio invalidanti le realizzazioni richieste.

Si riporta comunque nel seguito, per ciascun tematismo, quanto complessivamente emerso:

- **Suscettività al dissesto dei versanti:** le opere ricadono in area a suscettività molto bassa (Pg0);
- **Rischio geomorfologico:** area a rischio lieve o trascurabile (Rg0);
- **Fasce di inondabilità:** la zona interessata è ricompresa all'interno della fascia C (Tr = 500 anni);



- **Rischio idraulico:** area a rischio lieve o trascurabile (Ri0);
- **Interventi:** all'interno dell'area d'intervento non è previsto alcun intervento, nemmeno in termini di monitoraggi ed approfondimenti;
- **Reticolo idrografico:** le opere in progetto si pongono ad una distanza minima dal T. Sciusa, il più vicino corso d'acqua individuato sulla carta e/o iscritto nell'elenco delle Acque Pubbliche della Provincia di Savona, superiore a 50 ml, al di fuori cioè della relativa fascia di inedificabilità assoluta, ai sensi dell'art. 4 del R.R. n. 3/2011 recante “*Disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua*”, come modificato dal R.R. n. 1/2016. Essendo indagato, per il corrispondente tratto di asta fluviale non sono previste le fascia di rispetto di cui all'art. 8, comma 2 della Normativa di Piano.

In merito a quanto contenuto nel Piano degli Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico relativo al bacino in questione, si attesta altresì che la realizzazione delle opere connesse al progetto di cui in epigrafe non pregiudica né rende più onerosa la realizzabilità degli interventi previsti dal Piano stesso a contorno della zona di stretto interesse.

INQUADRAMENTO GENERALE DELLA LOCALITÀ

Ubicazione e contesto geomorfologico

L'area interessata dall'intervento si trova all'interno del tratto di arenile compreso tra il molo di Finalpia e il promontorio del Castelletto, a ridosso del muro di sostegno della S.S.1 Aurelia.

Dal punto di vista orografico ricade nella zona perimetrale dell'ampia piana deltizia del T. Sciusa, a breve distanza dai primi contrafforti del pendio che costituisce il fianco sud-occidentale, direttamente affacciato alla piana costiera, di Bric Briga (302,7 m), ad una quota compresa tra 3,40 e 3,50 m s.l.m.

In questa posizione si registra una morfologia tabulare, con pendenze stimabili nell'area in questione in circa 0-5%, leggermente digradante verso mare, cui fa riscontro a monte un settore ad acclività intermedia (~45%), di raccordo tra la fascia costiera e il versante retrostante, caratterizzato da depositi di spiaggia misti a coltre di pendio di spessore > 5-10 metri, riposanti sul tetto del substrato roccioso in posto generalmente piuttosto alterato e disarticolato.



Assetto litologico e strutturale

Facendo anche riferimento alla cartografia ufficiale esistente (Fig. 92-93 ALBENGA-SAVONA della C.G.I. al 1:100.00), le litologie costantemente presenti in posto sono costituite da dolomie più o meno calcaree di colore grigio, in grosse bancate, attribuibili alla formazione mesozoica delle “Dolomie di San Pietro dei Monti” (T³⁻²), strutturalmente connessa all’Unità di Monte Carmo.

In affioramento queste rocce presentano in generale buona tenacità e compattezza, nonostante il grado di fratturazione che localmente può diventare assai ingente, con “block-sizing” anche sub-decimetrico. Analogamente alle rocce quarzitiche, che di norma si accompagnano alle dolomie ed hanno quindi un’analogia distribuzione areale, anche quelle calcareo-dolomitiche appaiono alterabili per detritazione termoclastica con formazione alla base dei rilievi di accumuli detritici a spigoli vivi ed elevato angolo d’attrito (dt).

Nel complesso l’ammasso roccioso possiede caratteristiche mediamente riconducibili alle classi II e III del sistema di Classificazione RMR (*Bieniawski, 1973*), in funzione delle condizioni strutturali di principali giunti di discontinuità (stratificazione e fratturazione) nonché di possibili infiltrazioni ipogee che ne peggiorano i parametri di resistenza.

Nel sito in esame e per vasti tratti il substrato lapideo risulta sovrastato da discreti depositi di spiaggia con laminazione orizzontale, prevalentemente sabbiosi e siltosi, con livelletti o cordoni di ciottoli, sovrapposti a materiali misti di origine continentale/alluvionale.

Dall’interpolazione tra i diversi affioramenti rocciosi presenti in zona e sulla base dei dati derivanti da precedenti terebrazioni eseguite nella località si presume che lo spessore complessivo di tali depositi sciolti in corrispondenza dell’area d’intervento sia compreso tra 10 e 15 m.

Idrologia ed idrogeologia

Idrograficamente, il sito è ubicato nel settore distale della piana deltizia del T. Sciusa, ad una distanza di circa 300 ml dalla foce e a poche decine di metri dalla linea di battigia.

Per quanto concerne le condizioni di permeabilità, si rileva la presenza di una successione costituita da un potente strato di sedimenti sciolti permeabili per porosità, a grado molto alto, seguito da un substrato roccioso altrettanto permeabile per fratturazione e carsismo, che favorisce



l'infiltrazione diretta nel sottosuolo piuttosto che lo scorrimento superficiale, come peraltro testimoniato dalla scarsa densità di drenaggio.

Tenuto conto delle descritte condizioni orografiche, l'acquifero rappresentato dai depositi di transizione è certamente sede di una falda freatica con superficie piezometrica mediamente coincidente con il livello del mare, ossia con una soggiacenza rispetto al piano campagna intorno ai -3,0/-3,5 m in corrispondenza dell'area intervento.

Durante l'esame di superficie sia nel sito di interesse che nel suo immediato contorno non sono state osservate zone di impregnazione e/o ristagno di acque.

STRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Nella ricostruzione dell'andamento stratigrafico dei luoghi si è fatto principalmente riferimento a quanto emerso dal rilievo di superficie, da una serie di prove di tipo speditivo effettuate con penetrometro tascabile da campo, opportunamente correlate con le risultanze di precedenti campagne geognostiche eseguite in zona.

Sulla base di tali informazioni ed acquisizioni è stato quindi possibile complessivamente ricostruire l'assetto dei terreni più prossimi alla superficie topografica secondo uno schema costituito da un unico livello, più o meno rimaneggiato, di sabbia e silt in percentuali variabili con ciottoli sparsi, direttamente riposante sul tetto del substrato roccioso in posto. Lo spessore complessivo di questo orizzonte è di difficile valutazione puntuale; in linea generale il rilevamento di superficie e le prove eseguite permettono di considerarlo nel valore medio di 10-15 m.

Di seguito si propongono ad uso del tecnico progettista i principali dati geotecnici medi individuati, per ogni dimensionamento si renderà necessario:

– **depositi di spiaggia** (da 0,0 a 10,0-15,0 m dal p.c.):

$D_r = 50-60\%$; $\phi = 27^\circ$; $c_u = 0,0 \text{ kg/cm}^2$; $E'_{25} = 230 \text{ kg/cm}^2$; $\gamma_{\text{sat}} = 2,0 \text{ t/m}^3$; $\gamma_d = 1,6 \text{ t/m}^3$

In considerazione del fatto che gli stati limite da analizzare (fondazioni) coinvolgono un elevato volume di terreno, con buona compensazione delle eterogeneità, e che la struttura a contatto del terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a



quelle più resistenti, appare lecito, secondo le Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP), assimilare i valori caratteristici dei principali parametri di resistenza al taglio ai valori medi riportati sopra ($V_m \approx V_k$).

Si fornisce inoltre una formulazione proposta da Bowles (1991), ritenuta molto attendibile per il calcolo del modulo di Winkler (verticale):

$$K_w = E / B \cdot (1 - \nu^2)$$

dove B = larghezza della fondazione

ν = rapporto di Poisson (mediamente pari a 0,25 nelle rocce e 0,35 nei terreni sciolti)

mentre per il modulo orizzontale vale la relazione: $K_{wh} = 2 \cdot K_w$

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Categorie di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC-18)

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3 delle NTC-18. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II delle NTC-18).

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.



Nella fattispecie la determinazione della categoria “E” di sottosuolo è stata eseguita sulla base dell’analisi morfologica dell’area e del valore della velocità V_s di propagazione delle onde di taglio ottenuto in occasione di precedenti indagini compiute su terreni equivalenti, in condizioni analoghe.

Condizioni topografiche (§ 3.2.2 NTC-18)

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare, come nel caso specifico, la seguente classificazione (Tab. 3.2.III delle NTC-18):

Tabella 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le su esposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e sono state considerate nella definizione dell’azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Sismicità storica

La sismicità storica del Comune di Finale Ligure è stata desunta dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15. Il database è stato realizzato nell’ambito delle attività del TTC (Tema Trasversale Coordinato) “Banche dati e metodi macrosismici” dell’INGV, con il contributo parziale del Dipartimento della Protezione Civile.

Nella successiva tabella sono elencate le osservazioni aventi la maggiore intensità al sito (Int.) disponibili per il territorio comunale. Sono inoltre indicati l’anno, mese (Me), giorno (Gi), ora (Ho), minuto (Mi) e secondo (Se) in cui si è verificato il terremoto, il numero di osservazioni macrosismiche (NMDP), l’intensità massima in scala MCS (Io) e la magnitudo momento (Mw).



Storia sismica di Finale Ligure [44.169, 8.345]

Numero di eventi riportati: 17

Effetti	In occasione del terremoto del:									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1704	05	13	12	15		Riviera Ligure	4	5	4,16
F	1828	10	09	02	20		Oltrepò Pavese	110	8	5,72
8	1887	02	23	05	21	50.00	Liguria occidentale	1511	9	6,27
4	1896	10	16				Liguria occidentale	55	6	4,91
3	1901	05	25	03	59	20.00	Piemonte centro-meridionale	35	5	4,5
3	1917	01	07	03	39		Savonese	32	5	4,35
5	1968	04	18	19	38	15.00	Liguria occidentale	51	7-8	4,93
5	1968	09	07	16	49	57.00	Savonese	12	5	4,39
5-6	1970	12	31	22	04	46.00	Liguria occidentale	79	6	4,62
4-5	1971	09	25	10	34	02.40	Mar Ligure	31	5-6	4,33
3	1972	10	25	21	56	11.31	Appennino settentrionale	198	5	4,87
NF	1984	04	29	05	02	59.00	Umbria settentrionale	709	7	5,62
3	1989	12	26	19	59	58.42	Mar Ligure	290		4,46
5-6	1993	07	17	10	34	59.70	Liguria occidentale	336	5	4,34
4	1996	11	25	19	47	22.75	Liguria occidentale	18		4,01
3	2000	08	21	17	14		Monferrato	595	6	4,94
4	2001	02	06	22	28	44.36	Mar Ligure	47	4-5	4,17

Tabella 1 – Eventi sismici di maggiore intensità verificatisi nel Comune di Finale Ligure

La sismicità del territorio comunale è riassunta graficamente nel diagramma di fig. 1.

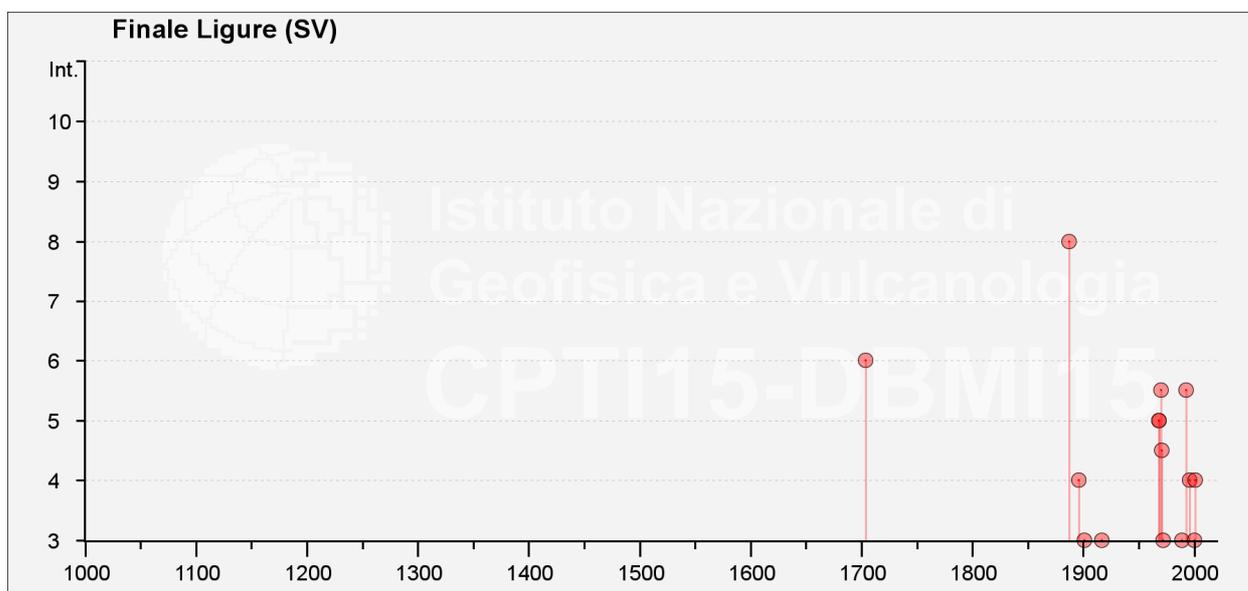


Figura 1 – Diagramma rappresentante la storia sismica di Finale Ligure

Zonizzazione sismica nazionale e regionale

Negli ultimi anni il punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica è stato rap-



presentato dalla zonazione sismogenetica ZS.9 (Scandone et al. 1996 - 2000) che rappresenta la traduzione operativa del modello sismotettonico riassunto in Meletti et al. (2000). In seguito all'emanazione dell'O.P.C.M. 20.3.2003, n. 3274 è stato redatto a cura di un gruppo di lavoro dell'INGV un documento denominato "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall' O.P.C.M. 20-3-2003, n. 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici".

Tale modello riprende sostanzialmente il retroterra informativo della precedente zonazione, recependo i più recenti avanzamenti delle conoscenze sulla tettonica attiva della penisola anche considerando le indicazioni derivanti da episodi sismici più recenti (es. Bormio 2000, Monferrato 2001, ecc.).

La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismogenetiche (fig. 2).

Per il reperimento dei dati relativi alla sismicità osservata è stato considerato il catalogo storico contenente 2.488 eventi degli ultimi 1.000 anni con intensità epicentrali maggiore o uguale al V – VI grado MCS la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4.

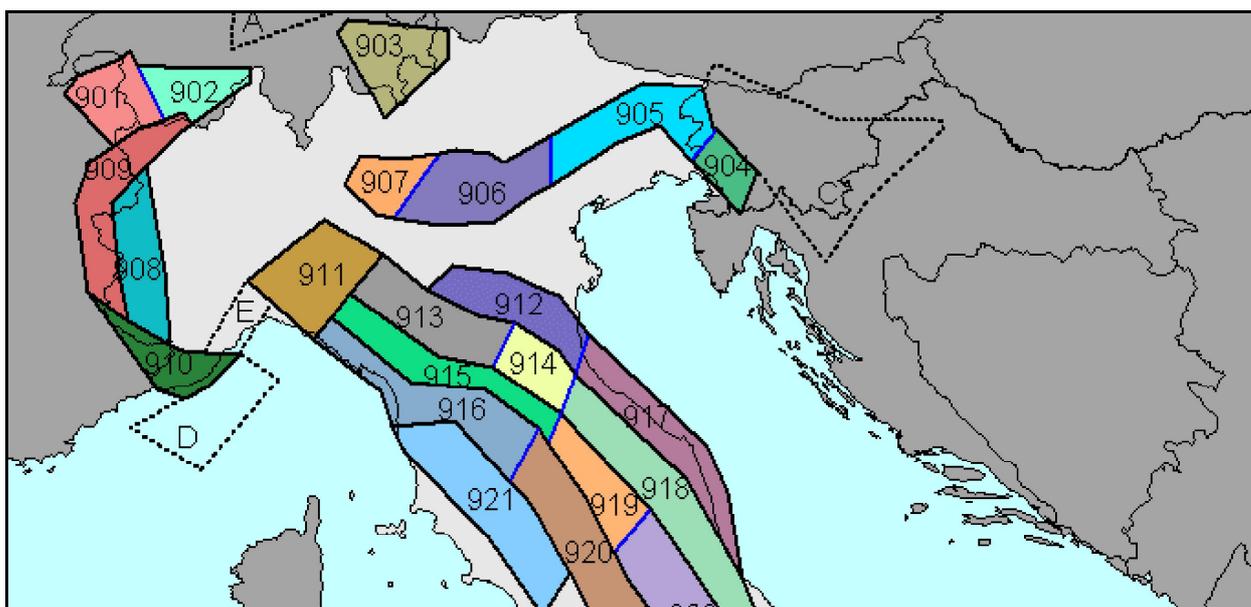


Figura 2 – Zonizzazione sismogenetica ZS.9



La zona che interessa l'area in esame è al confine tra la ZS 910, che fa parte del complesso "Arco Alpino" (zone che vanno dalla 901 alla 910), e la E, non utilizzata in quanto il numero di eventi che ricadono al suo interno è molto basso, corrispondente alla zona 25 (zona di svincolo - transfer, legata al margine interno della piastra padano-adriatico-ionica in subduzione sotto la catena appenninica) della precedente zonazione sismogenetica ZS.4 (aprile 1996).

Ogni zona sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo. Nella ZS 910 sono previsti, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a $M_{wmax} = 6,37^1$.

Sulla base di tali zone, per tutto il territorio italiano, sono state sviluppate le carte della pericolosità sismica. La pericolosità sismica di riferimento ipotizza un substrato omogeneo in roccia ed è espressa in PGA (Peak Ground Acceleration) con associato un periodo di ritorno di 475 anni, valore convenzionale in quanto rappresenta l'accelerazione associata alla probabilità del 90 % di non superamento considerando un periodo di ritorno di 50 anni (vedi oltre).

Il territorio italiano è stato quindi suddiviso in quattro zone (o categorie) contraddistinte da differenti valori di PGA (tab. 2).

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	>0.25
2	0.15-0.25
3	0.05-0.15
4	<0.05

Tabella 2 – Valori di PGA per le varie zone

Come si può dedurre dalla carta di macrozonazione sismica della Regione Liguria (cfr. fig. 3), il Comune di Finale Ligure ricade nella Zona 3, definita come zona a sismicità medio-bassa.

¹ Non ricadendo il territorio comunale in alcuna zona sismogenetica, sono state determinate le minime distanze del sito (R_i) dalle zone circostanti (i) e si è verificato per ciascuna di esse se la magnitudo della zona sismogenetica considerata $M_w(i)$ è superiore o inferiore al valore fornito dalla relazione $M_s(i) = 1+3\log(R_i)$.

Nel caso in cui almeno una $M_s(i)$, calcolata per le zone sismogenetiche circostanti, sia < alla $M_w(i)$ della zona per la quale è stata calcolata, si assume per M_w il valore di magnitudo più alto tra le magnitudo delle zone sismogenetiche circostanti ($M_w = M_{wmax}(i)$):

$$M_w(910) = 6,37 \quad R_{910} = 6,8 \text{ km} \quad M_s(910) = 1+3\log R_{910} = 3,50 < M_w(910)$$

$$M_w(911) = 5,68 \quad R_{911} = 59,2 \text{ km} \quad M_s(911) = 1+3\log R_{911} = 6,32 > M_w(911)$$



L'accelerazione massima di riferimento, per il sito oggetto di studio, raggiunge valori massimi di PGA pari a 0,150g.

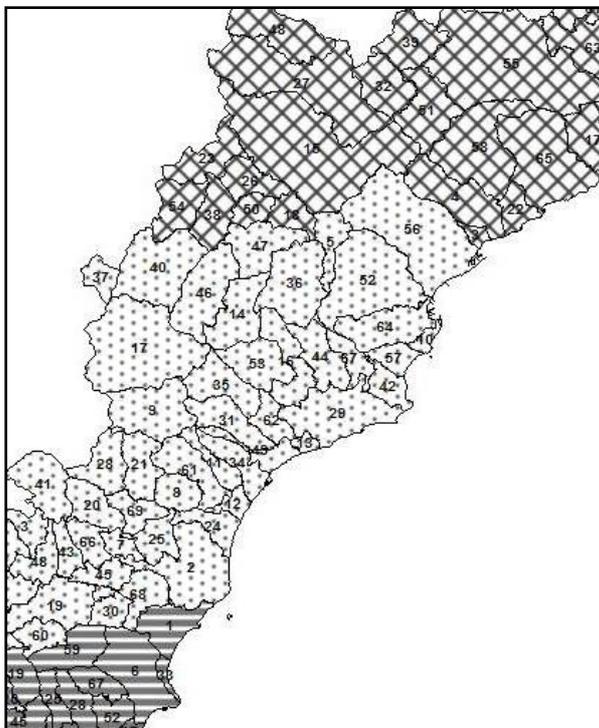


Figura 3 – Classificazione sismica vigente dei Comuni della Regione Liguria (D.G.R. n. 216/2017)

Classe Sismica	
	Classe 2
	Classe 3
	Classe 4

Le Norme Tecniche per le costruzioni del D.M. 14-01-2008 hanno modificato le modalità di valutazione delle azioni di progetto. In particolare, nel documento sulla pericolosità sismica (Allegato A), l'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Valutazione delle azioni di progetto

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 (di categoria A quale definita al § 3.2.2 delle NTC-18), 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} , come definite nel § 3.2.1 delle NTC-18, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4 delle NTC-18.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali cui fare riferimento per determinare la pericolosità sismica sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , come definite nel § 3.2.1 delle NTC-18, 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.

Questi tre parametri sono stati determinati in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento, i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni). Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://essel.mi.ingv.it/> (cfr. fig. 4).

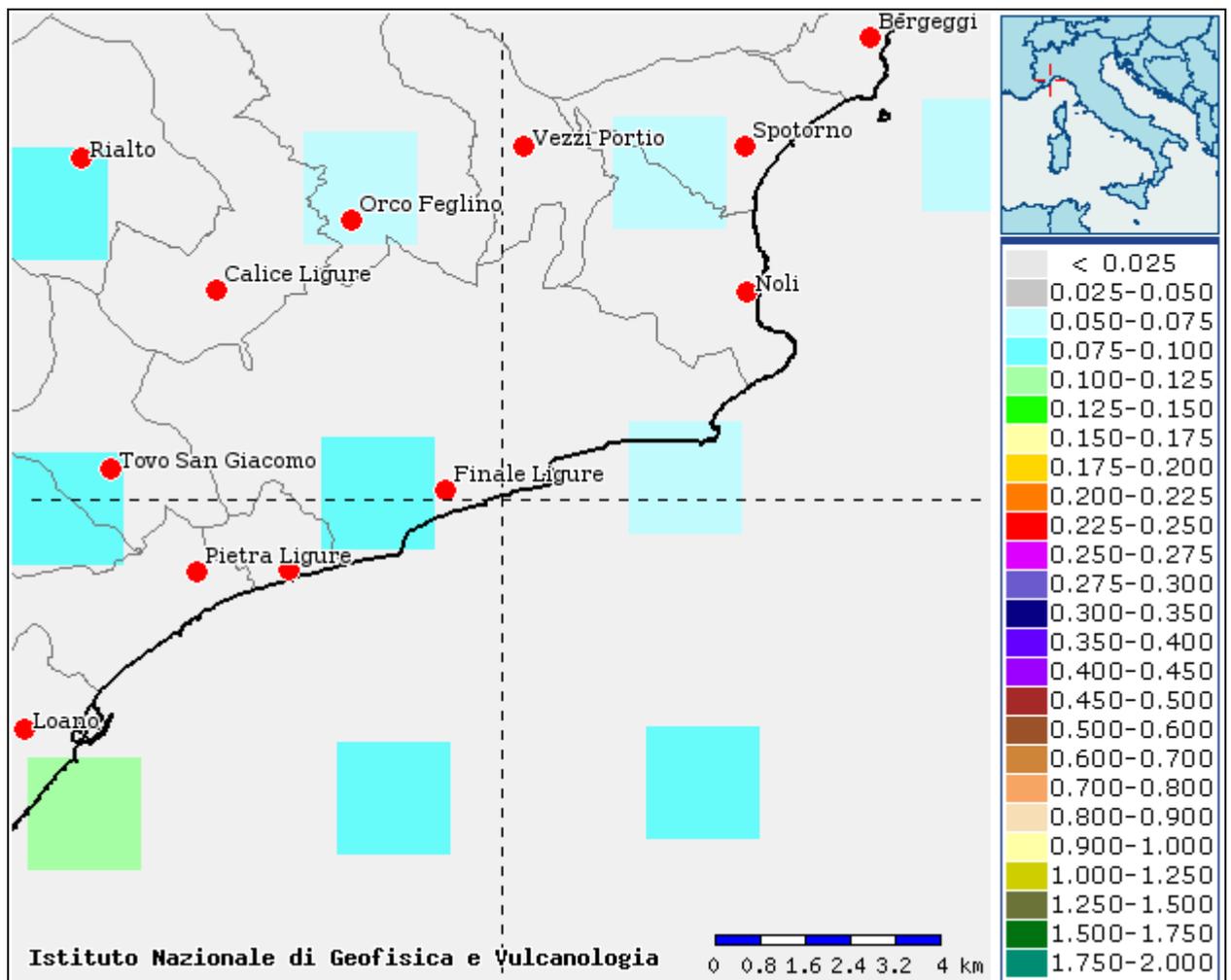


Figura 4 – Mappatura della pericolosità sismica espressa in accelerazione orizzontale di picco PGA con periodo di ritorno di 475 anni (pari alla probabilità di non eccedenza del 90% in 50 anni) riferita a suoli rigidi.

Coordinate WGS84 del sito: Lat. 44,172106 - Long. 8,359261



Per categorie speciali di sottosuolo, per determinati sistemi geotecnici o se si intenda aumentare il grado di accuratezza nella previsione dei fenomeni di amplificazione, le azioni sismiche da considerare nella progettazione possono essere determinate mediante più rigorose analisi di risposta sismica locale.

Queste analisi presuppongono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni e, in particolare, delle relazioni sforzi-deformazioni in campo ciclico, da determinare mediante specifiche indagini e prove. In mancanza di tali determinazioni, per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di fondazione definite nel § 3.2.2 delle NTC-18, la forma spettrale su sottosuolo di categoria A è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico S_S , il coefficiente topografico S_T e il coefficiente C_C che modifica il valore del periodo T_C .

Amplificazione stratigrafica (§ 3.2.3.2.1 NTC-18)

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_S e C_C valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_S e C_C possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_C relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.IV delle NTC-18, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 3.2.IV – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
○ A	1,00	1,00
○ B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{gg}}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
○ C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{gg}}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
○ D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{gg}}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
● E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{gg}}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Amplificazione topografica (§ 3.2.3.2.1 NTC-18)

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.V delle NTC-18, in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.



Tabella 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
<input checked="" type="radio"/> T1	-	1,0
<input type="radio"/> T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
<input type="radio"/> T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
<input type="radio"/> T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove S_T assume valore unitario.

Stabilità nei confronti della liquefazione (§ 7.11.3.4 NTC-18)

Il terreno indagato non risulta suscettibile di liquefazione essendo costituito da miscele di materiali estremamente eterogenei, con una distribuzione granulometrica per una parte rilevante (> 25%) esterna ai fusi riportati in fig. 7.11.1 delle NTC-18.

Per tale motivo è stata omessa la relativa verifica, ai sensi del punto 4, § 7.11.3.4.2 delle NTC-18.

PARAMETRI DELL'AZIONE SISMICA

Nella seguente tabella e nelle elaborazioni grafiche allegate (tav. F) si riportano i valori dei principali parametri dell'azione sismica e gli spettri di risposta (elastici e di progetto elastico per lo SLD, inelastico per lo SLV) da impiegare nelle verifiche agli stati limite che dovessero essere richieste.

Vita utile e classe di uso (§ 2.4 NTC-18)

Vita Nominale	<input type="text" value="50"/>	(anni)
Classe di uso	<input type="text" value="Classe II"/>	
C_U	<input type="text" value="1.0"/>	coefficiente d'uso
V_R	<input type="text" value="50"/>	(anni) periodo di riferimento

Categorie del sottosuolo e topografica (§ 3.2.2 NTC-18)

Sottosuolo	<input type="text" value="Cat. E"/>	Categoria del sottosuolo
Topografia	<input type="text" value="T1"/>	Categoria topografica



h/H

0.000

 rapporto quota sito/altezza rilievo topografico

Probabilità di superamento (§ 3.2.1 NTC-18)

	SLO	SLD	SLV	SLC	
P_{VR}	81	63	10	5	(%) Probabilità di superamento
T_R	30	50	475	975	(anni) periodo di ritorno

Parametri dell'azione sismica (§ 3.2 NTC-18)

a_g	0.019	0.027	0.078	0.106	(g) accelerazione
F_o	2.613	2.535	2.536	2.536	fattore di amplificazione
T_{C^*}	0.156	0.198	0.292	0.308	(s) periodo

Coefficienti sismici (§ 7.11 NTC-18)

C_C	2.416	2.199	1.881	1.843	coefficiente del periodo
S_S	1.600	1.600	1.600	1.600	coefficiente stratigrafico
S_T	1.000	1.000	1.000	1.000	coefficiente topografico
S	1.600	1.600	1.600	1.600	coefficiente di amplificazione
a_{max}	0.030	0.043	0.125	0.170	(g) a massima attesa al sito

FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO

A giudizio dello scrivente l'indagine eseguita nell'area d'intervento, anche alla luce delle risultanze di precedenti studi condotti in zona, ha consentito di ricostruire un soddisfacente quadro conoscitivo delle caratteristiche geologiche dei luoghi, della distribuzione stratigrafica dei differenti orizzonti di terreno e delle loro proprietà meccaniche ed idrauliche medie.

Sulla base di tali conoscenze è possibile quindi affermare che i terreni in questione non sono caratterizzati da condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche invalidanti le opere in progetto, così come descritte nella relazione tecnica e negli elaborati progettuali a firma dell'Arch. Conte.

In particolare, è stato accertato come, allo stato attuale, il sito non sia interessato da problematiche di stabilità in atto o quiescenti e che gli interventi proposti non andranno a modificare negativamente l'assetto geologico ed idrogeologico esistente nella zona indagata e nelle aree al suo contorno.



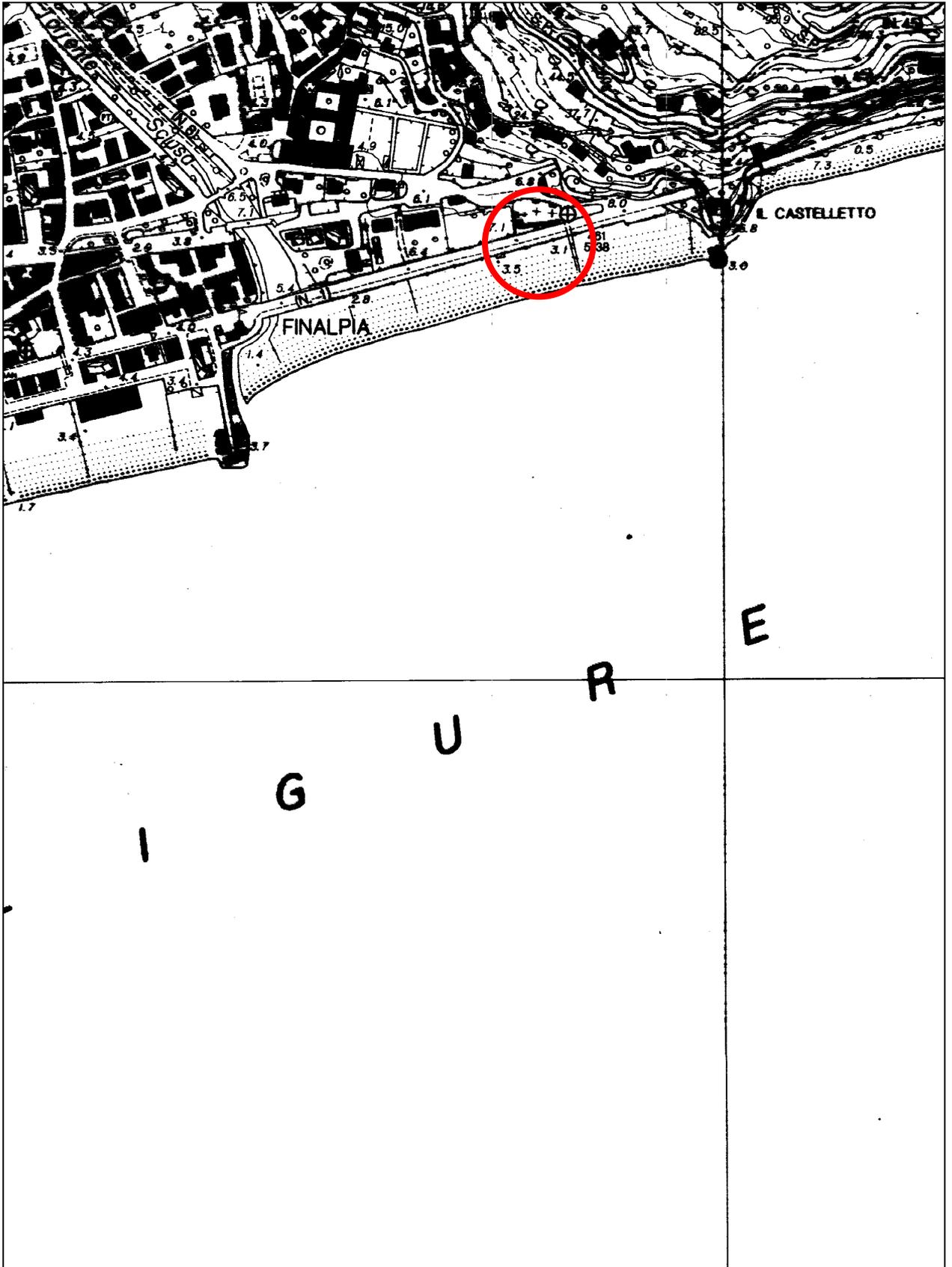
Lo scrivente rimane a disposizione della Committenza per qualsiasi ulteriore chiarimento e/o approfondimento che si rendesse necessario in merito a quanto espresso nella presente relazione.

Finale Ligure, 03 giugno 2019

Dott. Geol.
Alessandro Chiarelli

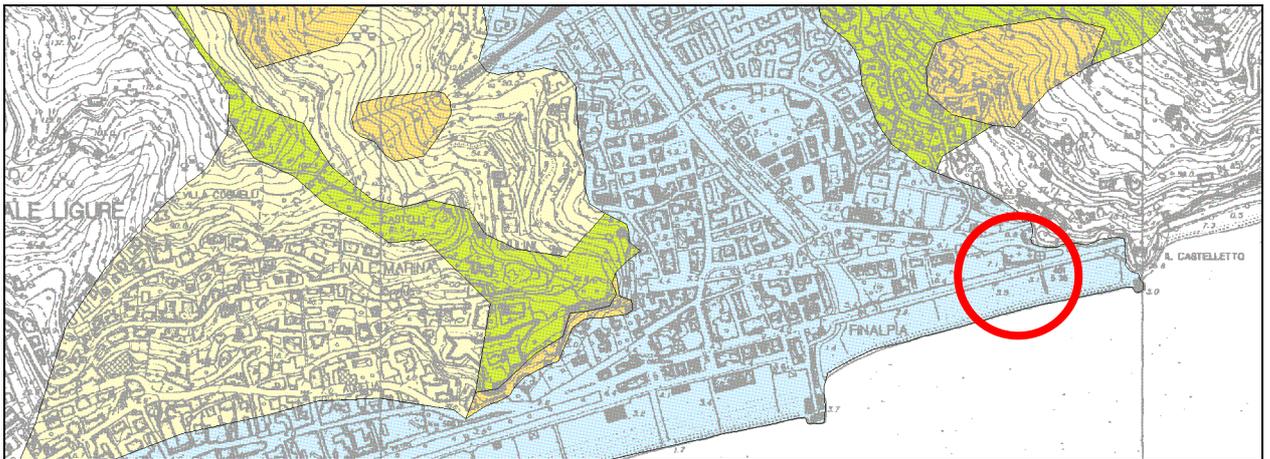
STRALCI ED ELABORATI GRAFICI

Corografia	tav. A
Carta della suscettività al dissesto dei versanti	tav. B
Carta delle fasce di inondabilità.....	tav. C
Carta degli interventi	tav. D
Carta del reticolo idrografico principale.....	tav. E
Elaborazioni dei parametri sismici (fattore di comportamento q allo SLV = 1,5: analisi lineare per struttura mista a comportamento non dissipativo - Tab. 7.3.I NTC-18, <u>ipotesi da verificare in sede di progettazione strutturale</u>).....	tav. F



COROGRAFIA

Stralcio dalla C.T.R. in scala 1:5.000 – Foglio 246013 FINALE LIGURE

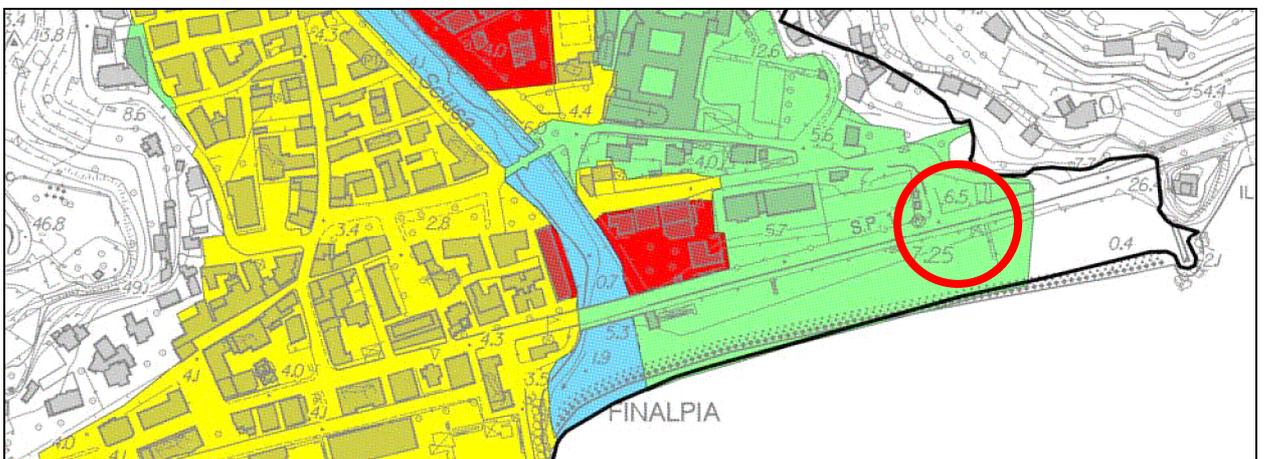


CARTA DELLA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI

Stralcio dalla Tav.8 - Cod. Bac. 494 (SCIUSA) in scala 1:10.000

LEGENDA:

	Pg 4 - (Aree a suscettività MOLTO ALTA - aree in frana attiva)		Pg0 - (Aree a suscettività MOLTO BASSA)
	Pg3a - (Aree a suscettività ALTA - frane quiescenti)		A - (Aree speciali di tipo A - Cave attive, Miniere attive)
	Pg3b - (Aree a suscettività ALTA - aree non di frana quiescente)		A - (Aree speciali di tipo A - Discariche in esercizio)
	Pg2 - (Aree a suscettività MEDIA)		B1 - (Aree speciali di tipo B1 - Cave inattive, Miniere abbandonate)
	Pg1 - (Aree a suscettività BASSA)		B2 - (Aree speciali di tipo B2 - Discariche dismesse e Riporti antropici)

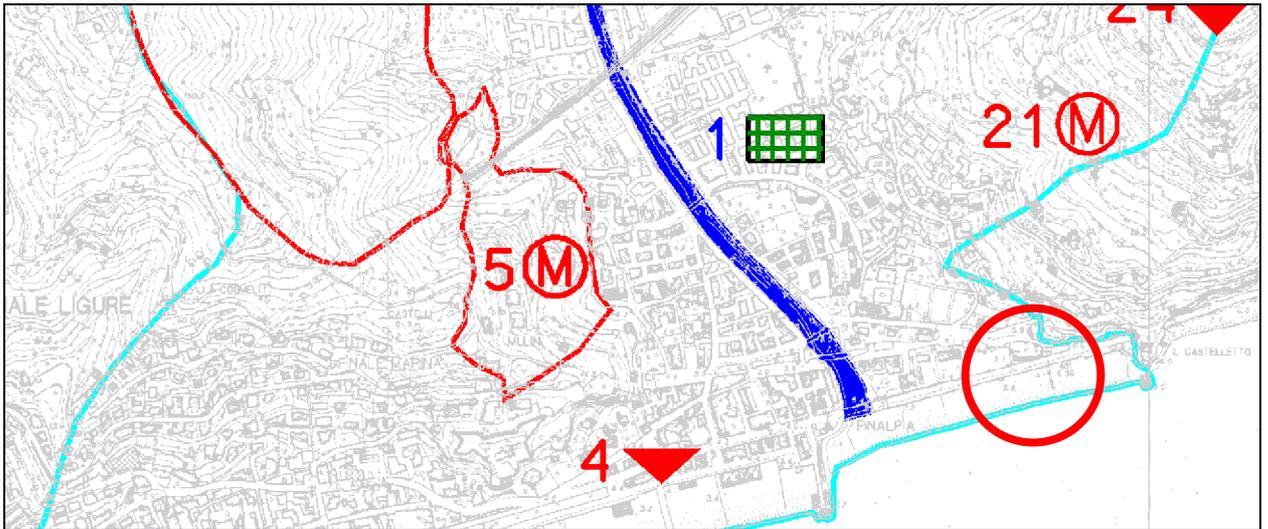


CARTA DELLE FASCE DI INONDABILITÀ

Stralcio dalla Tav.9 - Cod. Bac. 494 (SCIUSA) in scala 1:5.000

LEGENDA:

	Fascia A		Fascia di riassetto fluviale
	Fascia A*		Alveo a cielo aperto
	Fascia B		Aree normate anche da altro piano di bacino. Vale la norma più restrittiva
	Fascia C		Limite di bacino

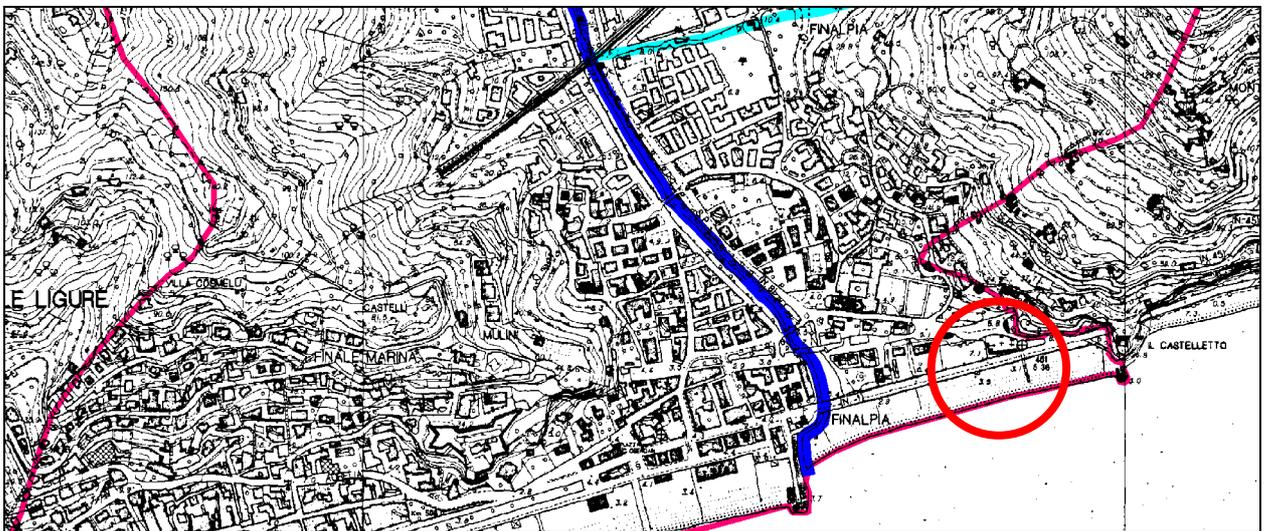


CARTA DEGLI INTERVENTI

Stralcio dalla Tav.12 - Cod. Bac. 494 (SCIUSA) in scala 1:10.000

LEGENDA:

- | | | | |
|------------------------|---|------------------|--|
| INTERVENTI STRUTTURALI | | ALTRE SIMBOLOGIE | |
| —1 | numerazione e ubicazione interventi | (M) | monitoraggi ed approfondimenti |
| ◆ | opere di regimazione delle acque superficiali | ■ | aree interessate da progetti in itinere od in esecuzione |
| ▼ | disgaggi, reti armate paramassi | — | limite di bacino |
| — | nuove opere idrauliche | | |



CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE

Stralcio dalla Tav.13 - Cod. Bac. 494 (SCIUSA) in scala 1:10.000

LEGENDA:

- | | | | |
|-----|--|---|---------------------|
| — | corso d'acqua iscritto nell'elenco delle acque pubbliche della Provincia di Savona | — | perimetro dei laghi |
| 122 | numerazione e denominazione corso d'acqua come da elenco del D.R. 11/07/1941 e del D.P.R. 30/06/1954 | — | limite di bacino |
| — | corsi d'acqua demaniali | | |

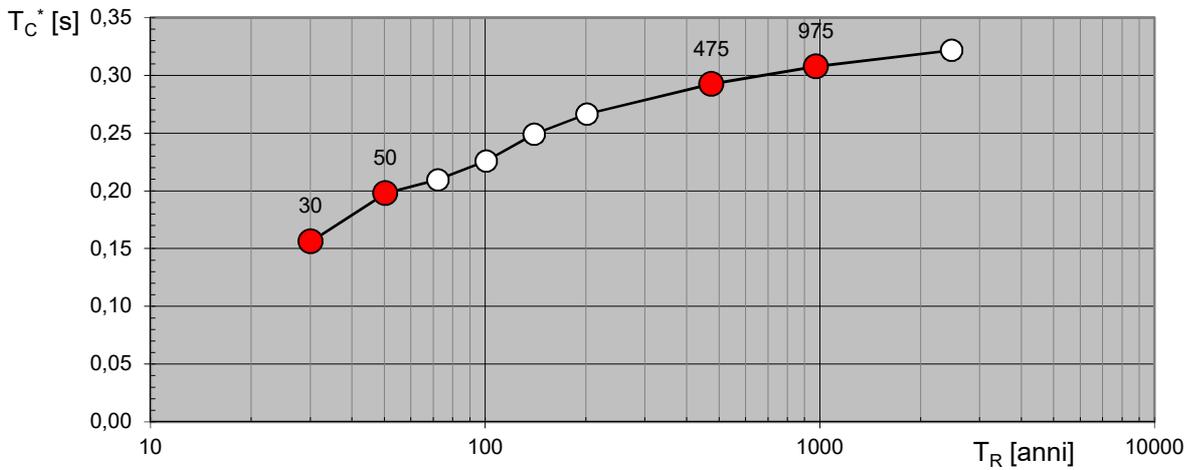
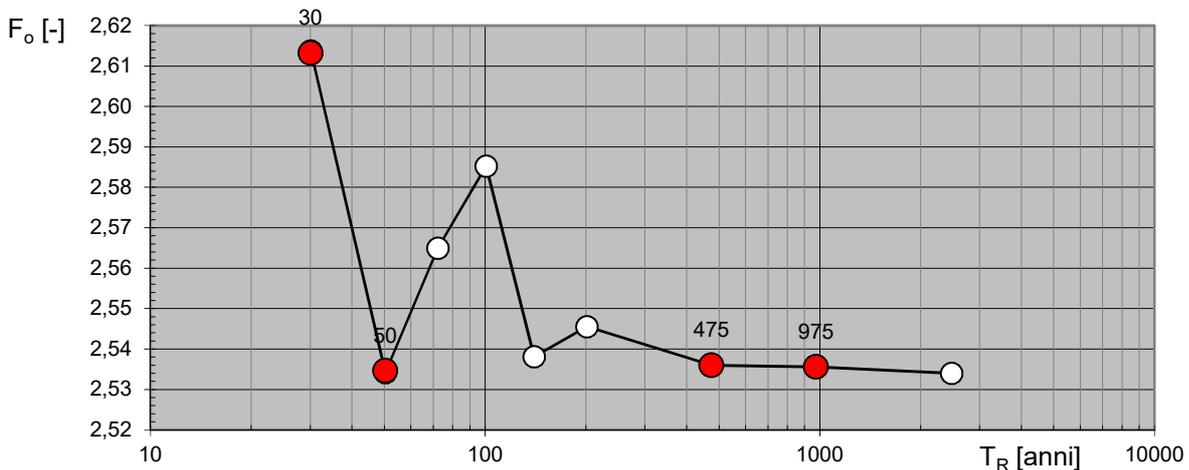
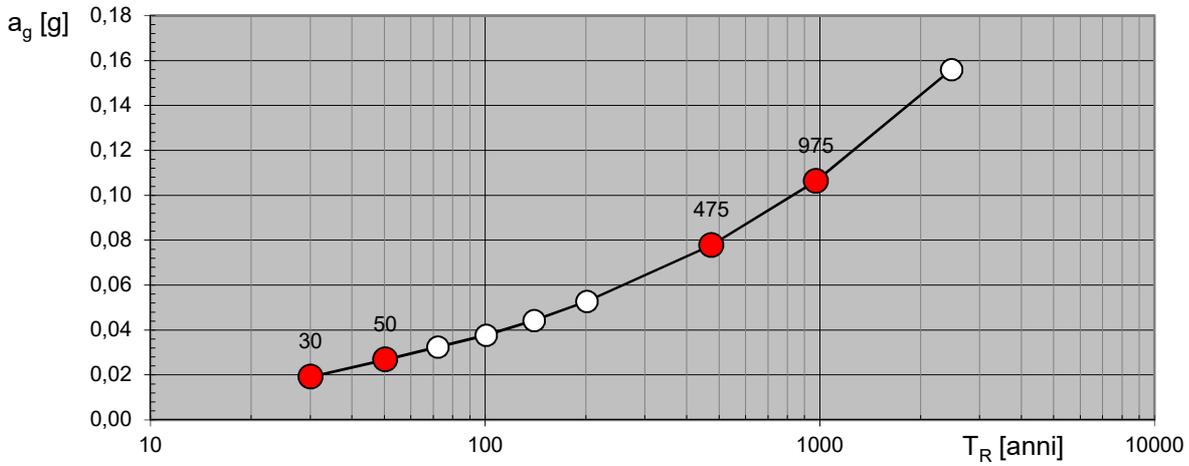


PARAMETRI SISMICI e SPETTRI DI RISPOSTA

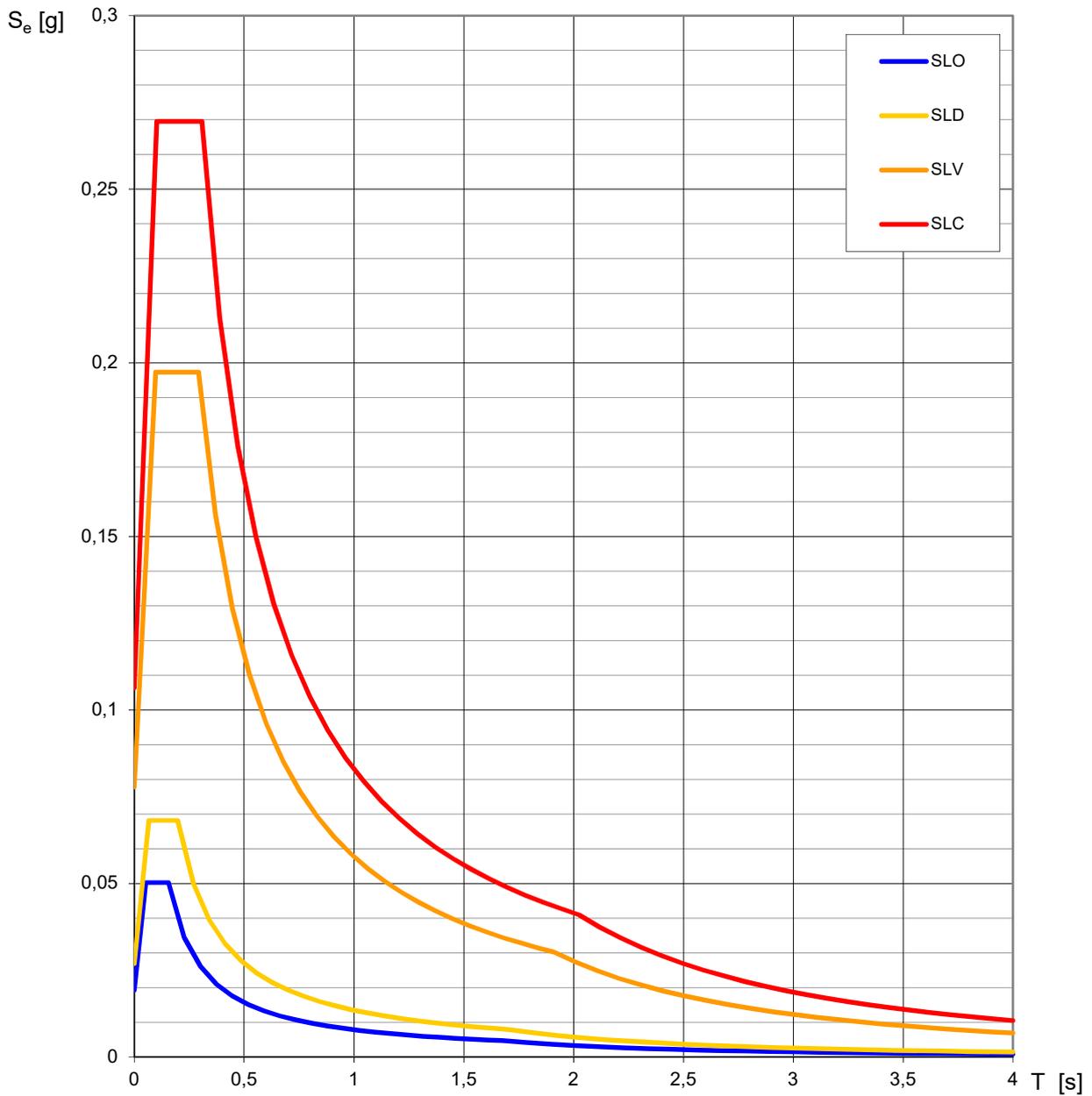
fattore di comportamento (SLV):

- nelle direzioni orizzontali $q_x = q_y = 1,5$
- nella direzione verticale $q_z = 1,5$

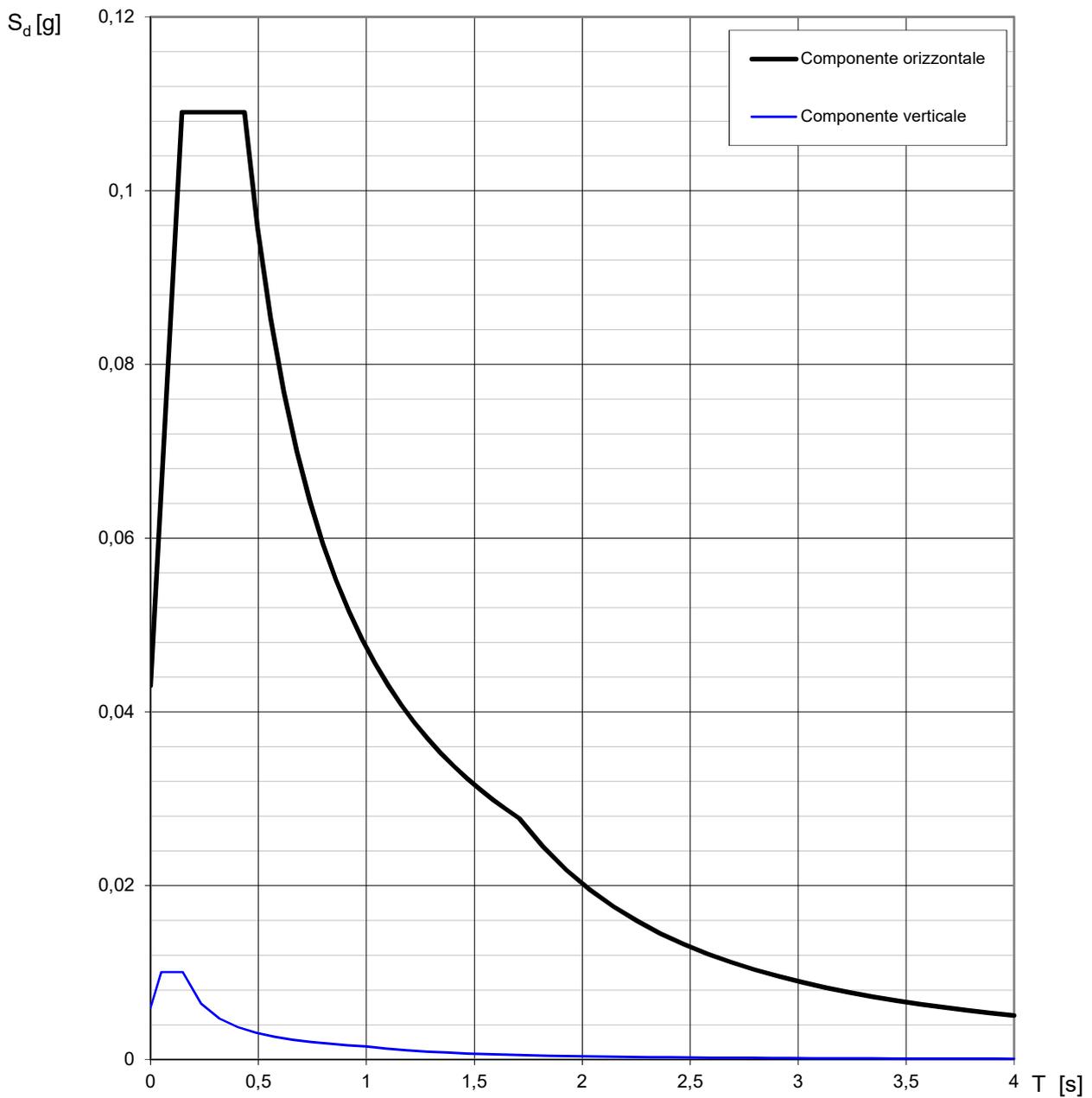
Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,027 g
F_o	2,535
T_C^*	0,198 s
S_S	1,600
C_C	2,199
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,600
η	1,000
T_B	0,145 s
T_C	0,435 s
T_D	1,708 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,043
T_B ←	0,145	0,109
T_C ←	0,435	0,109
	0,496	0,096
	0,556	0,085
	0,617	0,077
	0,677	0,070
	0,738	0,064
	0,799	0,059
	0,859	0,055
	0,920	0,052
	0,980	0,048
	1,041	0,046
	1,102	0,043
	1,162	0,041
	1,223	0,039
	1,283	0,037
	1,344	0,035
	1,405	0,034
	1,465	0,032
	1,526	0,031
	1,586	0,030
	1,647	0,029
T_D ←	1,708	0,028
	1,817	0,025
	1,926	0,022
	2,035	0,020
	2,144	0,018
	2,253	0,016
	2,363	0,015
	2,472	0,013
	2,581	0,012
	2,690	0,011
	2,799	0,010
	2,908	0,010
	3,018	0,009
	3,127	0,008
	3,236	0,008
	3,345	0,007
	3,454	0,007
	3,563	0,006
	3,673	0,006
	3,782	0,006
	3,891	0,005
	4,000	0,005

La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dell' ...

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0,006 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,561
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

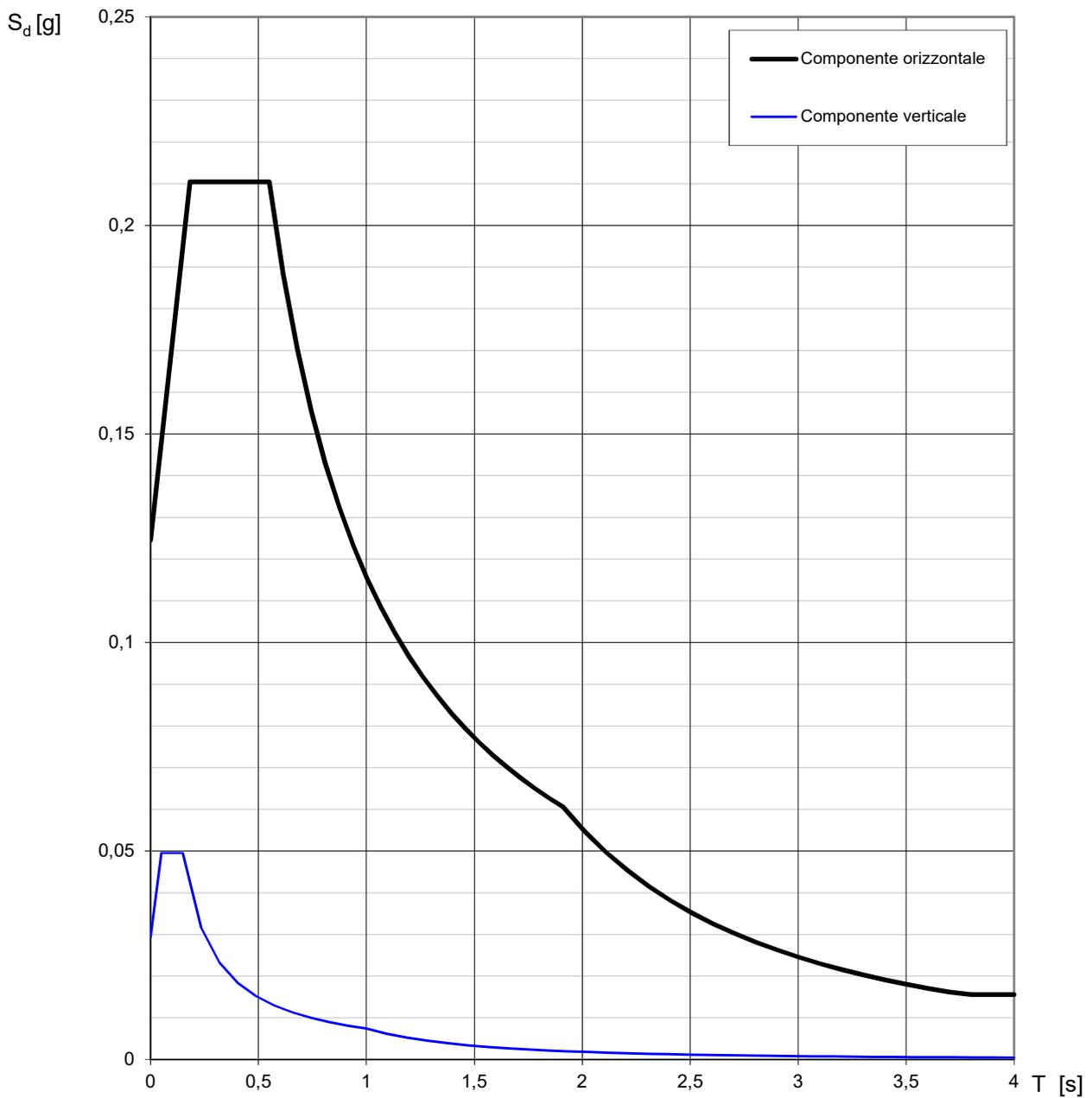
$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,006
$T_B \leftarrow$	0,050	0,010
$T_C \leftarrow$	0,150	0,010
	0,235	0,006
	0,320	0,005
	0,405	0,004
	0,490	0,003
	0,575	0,003
	0,660	0,002
	0,745	0,002
	0,830	0,002
	0,915	0,002
$T_D \leftarrow$	1,000	0,002
	1,094	0,001
	1,188	0,001
	1,281	0,001
	1,375	0,001
	1,469	0,001
	1,563	0,001
	1,656	0,001
	1,750	0,000
	1,844	0,000
	1,938	0,000
	2,031	0,000
	2,125	0,000
	2,219	0,000
	2,313	0,000
	2,406	0,000
	2,500	0,000
	2,594	0,000
	2,688	0,000
	2,781	0,000
	2,875	0,000
	2,969	0,000
	3,063	0,000
	3,156	0,000
	3,250	0,000
	3,344	0,000
	3,438	0,000
	3,531	0,000
	3,625	0,000
	3,719	0,000
	3,813	0,000
	3,906	0,000
	4,000	0,000

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,078 g
F_o	2,536
T_C^*	0,292 s
S_S	1,600
C_C	1,881
S_T	1,000
q	1,500

Parametri dipendenti

S	1,600
η	0,667
T_B	0,183 s
T_C	0,550 s
T_D	1,911 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,124
$T_B \leftarrow$	0,183	0,210
$T_C \leftarrow$	0,550	0,210
	0,615	0,188
	0,680	0,170
	0,744	0,155
	0,809	0,143
	0,874	0,132
	0,939	0,123
	1,004	0,115
	1,069	0,108
	1,133	0,102
	1,198	0,097
	1,263	0,092
	1,328	0,087
	1,393	0,083
	1,457	0,079
	1,522	0,076
	1,587	0,073
	1,652	0,070
	1,717	0,067
	1,782	0,065
	1,846	0,063
$T_D \leftarrow$	1,911	0,061
	2,011	0,055
	2,110	0,050
	2,210	0,045
	2,309	0,041
	2,409	0,038
	2,508	0,035
	2,607	0,033
	2,707	0,030
	2,806	0,028
	2,906	0,026
	3,005	0,024
	3,105	0,023
	3,204	0,022
	3,304	0,020
	3,403	0,019
	3,503	0,018
	3,602	0,017
	3,702	0,016
	3,801	0,016
	3,901	0,016
	4,000	0,016

La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dell' ...

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,029 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,955
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,029
$T_B \leftarrow$	0,050	0,050
$T_C \leftarrow$	0,150	0,050
	0,235	0,032
	0,320	0,023
	0,405	0,018
	0,490	0,015
	0,575	0,013
	0,660	0,011
	0,745	0,010
	0,830	0,009
	0,915	0,008
$T_D \leftarrow$	1,000	0,007
	1,094	0,006
	1,188	0,005
	1,281	0,005
	1,375	0,004
	1,469	0,003
	1,563	0,003
	1,656	0,003
	1,750	0,002
	1,844	0,002
	1,938	0,002
	2,031	0,002
	2,125	0,002
	2,219	0,002
	2,313	0,001
	2,406	0,001
	2,500	0,001
	2,594	0,001
	2,688	0,001
	2,781	0,001
	2,875	0,001
	2,969	0,001
	3,063	0,001
	3,156	0,001
	3,250	0,001
	3,344	0,001
	3,438	0,001
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,000
	4,000	0,000

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.