

S.S. 87 "SANNITICA"
Lavori di ammodernamento e messa in sicurezza
nel tratto compreso tra il Km 215+300 e il 221+188

PROGETTO DEFINITIVO

IL PROGETTISTA Ing. Vincenzo LOMMA
IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
GRUPPO DI LAVORO Geom. Emanuele PRESTA Geom. Adriano DI SOMMA
IL GEOLOGO Dott.ssa Alessandra COLUCCI
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Sergio CICERO

ATTIVITA' DI SUPPORTO
CAPOGRUPPO MANDATARIA:



SETAC srl
Servizi & Engineering: Trasporti
Ambiente Costruzioni
del prof. ing. Pasquale COLONNA
Via Don Guanella 15/B - 70124 Bari
Tel: +39 080 5027679

MANDANTI:



Società Designata dal Consorzio UNING
Gestione Appalti Management s.r.l.
Società di Ingegneria
Via Amendola 172/C - 70126 BARI
P.IVA 05831640726



Ing. Giovanni LAMPARELLI

Ing. Michele NOTARISTEFANO

02 - STUDI E INDAGINI

Relazione sismica

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00_GEO0_GEO_RE03_A.pdf			
<input type="text"/>	<input type="text"/>	CODICE ELAB.	T00GEO0GEORE03	A	-
D					
C					
B					
A	EMISSIONE	Marzo 2024	SETAC S.r.l.		
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTORE STR. SUPPORTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA

2. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

2.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

2.2 Stati limite e relative probabilità di superamento

2.3 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

2.4 Valutazione della pericolosità sismica

2.5 Valutazione dell'azione sismica

3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

4. SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER IL SITO IN ESAME

5. PARAMETRI SISMICI

6. SISMICITA' STORICA

1. PREMESSA

La presente relazione illustra gli aspetti legati alla pericolosità sismica del sito ove è ubicata l'opera in oggetto. Lo studio è stato sviluppato in ottemperanza a quanto previsto dalle NTC.2018 (Decreto 17/01/2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni").

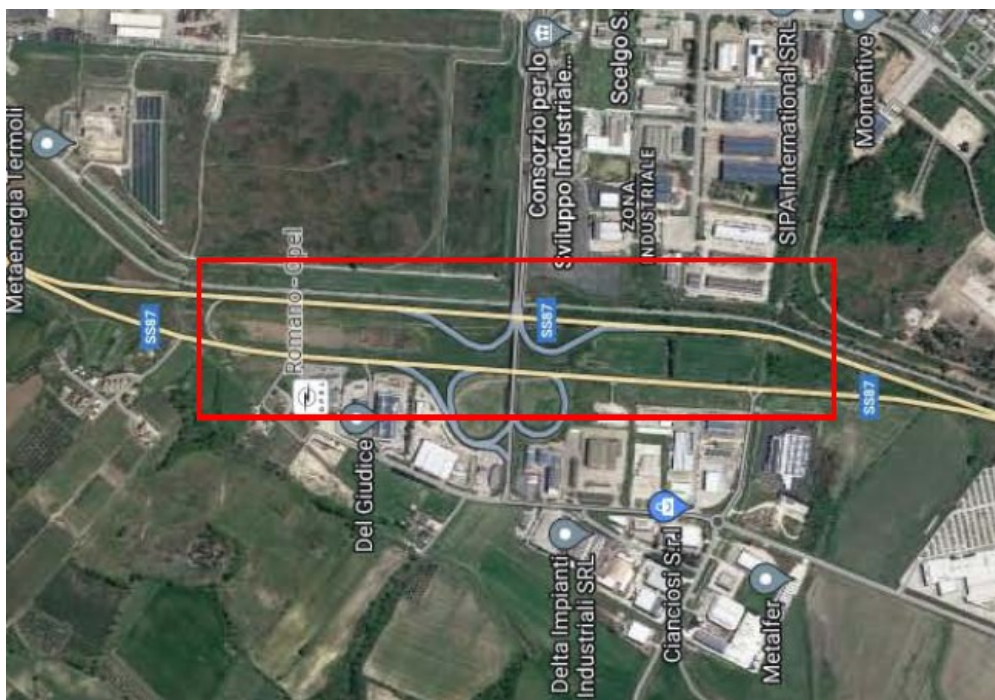


Fig.1 – Corografia generale con inquadramento della zona di intervento.

2. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base del sito oggetto del presente progetto, in base alla quale determinare le azioni sismiche di progetto, risulta definita dalle Norme Tecniche per le Costruzioni emanate mediante Decreto del Ministero delle Infrastrutture in data 17 gennaio 2018 (nel seguito denominate NTC). Essa viene espressa, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa a_g ;
 - ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$;
- in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché commisurati alla pericolosità sismica del sito.

2.1 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

Il periodo di riferimento per l'azione sismica V_R , si ricava secondo quanto disposto dalle NTC2018 con la seguente espressione:

$$V_R = V_N \cdot C_u$$

in cui

V_N : vita nominale della costruzione e C_u : coefficiente d'uso dell'opera.

V_N è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. C_u è determinato in funzione della classe d'uso, come da tabella 2 seguente.

Tabella 1 – Valori minimi della vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni
(da Tab. 2.4.I Norme Tecniche 2018)

Tipi di costruzione	Valori minimi di V_N (in anni)
1. Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2. Costruzioni con livelli di prestazioni ordinarie	50
3. Costruzioni con livelli di prestazioni elevate	100

Tabella 2 – Valori del coefficiente d'uso (da Tab. 2.4.II Norme Tecniche 2018)

Classe		C_u
I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.	0.7
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.	1.0
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.	1.5
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.	2.0

Coerentemente con quanto prescritto dalla Normativa, si prevede che l'opera in esame presenti livelli di prestazioni ordinari, assumendo una vita nominale $V_N = 50$ anni e classe d'uso IV, cui corrisponde un coefficiente d'uso C_u pari a 2.

Il periodo di riferimento per le azioni sismiche risulta quindi pari a $V_R = 100$ anni.

2.2 Stati limite e relative probabilità di superamento

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento individuato, P_{VR} , sono definite nei confronti di stati limite, sia di esercizio (SLE) che ultimi (SLU), individuati con riferimento alle prestazioni richieste alla costruzione nel suo complesso (elementi strutturali, elementi non strutturali, impianti). Gli Stati limite di esercizio (SLE) e quelli ultimi (SLU) comprendono:

Tabella 3 – Stati limiti (da Norme Tecniche 2018)

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi
Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature
Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali
Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali

Nella tabella seguente sono riportati i valori di P_{VR} corrispondenti agli stati limite di esercizio e agli stati limite ultimi.

Tabella 4 – Probabilità di superamento di PVR in funzione dello stato limite considerato
(da Tab. 3.2.I Norme Tecniche 2018)

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 %

2.3 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Per definire le azioni sismiche di progetto nel sito in esame, tenendo conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera, nonché delle condizioni topografiche, deve essere valutata la risposta sismica locale eseguendo specifiche indagini che permettano di calcolare le modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza rispetto al sito di riferimento rigido e con superficie topografica orizzontale. In assenza di tali analisi le NTC consentono di usare un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$, così definita:

$$V_{s,eq} = H / (\sum h_i / V_{s,i})$$

dove si è indicato con h_i lo spessore (in metri) dello strato i -esimo, con N il numero degli strati e con H la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella tabella seguente:

Tabella 5 – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato
(da Tab. 3.2.II - Norme Tecniche 2018)

Cat.	Categorie di sottosuolo
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>Depositati 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 e 360 m/s.
D	<i>Depositati 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 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.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale (RSL) per la definizione delle azioni sismiche.

Anche per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Tabella 6 – Categorie topografiche (da Tab. 3.2.III - Norme Tecniche 2018)

Categoria	Caratteristiche della superfici 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 suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

2.4 Valutazione della pericolosità sismica

Nelle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , in funzione di tre parametri riferiti ad un sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g : accelerazione orizzontale massima del sito;

F_o : 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.

La pericolosità sismica del territorio italiano è fornita su un reticolo di riferimento di dati pubblicati dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), come premesso nella "Relazione di inquadramento sismico" per il sito in esame. I valori di a_g , F_o , T_C^* sono riassunti in funzione del tempo di ritorno T_R nelle tabelle riportate nell'Allegato B delle NTC 2018.

Nel caso in esame, considerando un periodo di riferimento V_R di 100 anni, i tempi di ritorno T_R da considerare per i quattro differenti stati limite sono:

Tabella 7 - Tempi di ritorno al variare dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{VR}	T_R
<i>SLO</i>	81%	60
<i>SLD</i>	63%	100
<i>SLV</i>	10%	950
<i>SLC</i>	5%	1950

Qualora la pericolosità sismica su reticolo di riferimento non contempli uno o più periodi di ritorno T_R individuati in fase di progetto, il valore del generico parametro p (a_g , F_o , T_C^*) ad esso corrispondente viene ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno riportati nell'Allegato B delle NTC. A tale scopo può essere utilizzata la seguente espressione:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log(p_2/p_1) \cdot (\log(T_R/T_{R1}) / \log(T_{R2}/T_{R1}))$$

dove p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato e T_{R1} e T_{R2} sono i periodi di ritorno più prossimi a T_R per i quali si dispone dei valori p_1 e p_2 del generico parametro p .

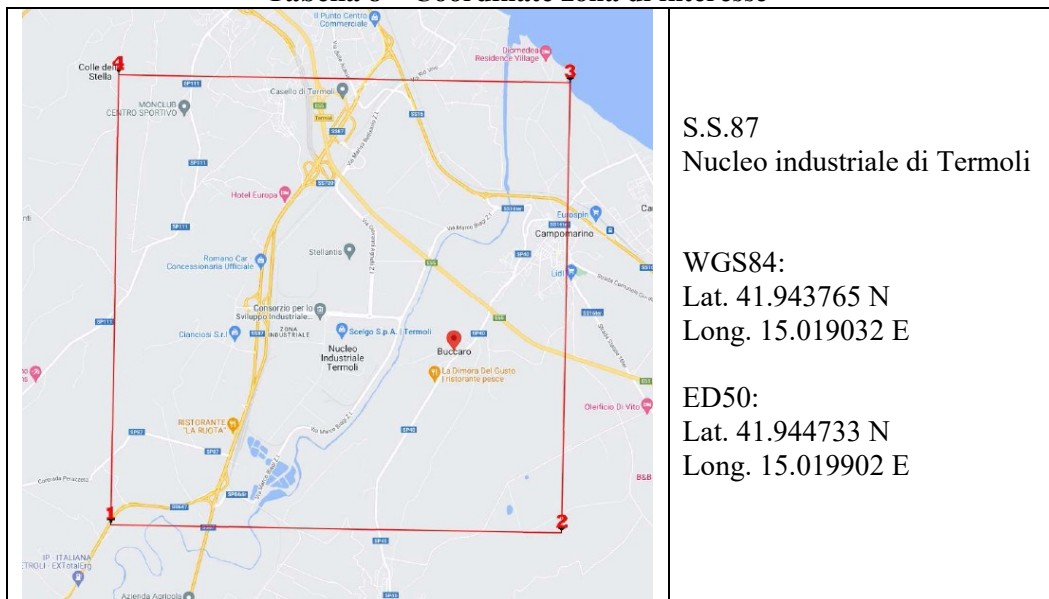
Le coordinate geografiche dell'area oggetto dell'intervento sono riportate nella tabella 8 seguente.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando con pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione e i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \sum(p_i/d_i) / \sum(1/d_i) \quad (\text{con } i=1 \div 4)$$

dove p_i indica il valore del parametro di interesse nell' i -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame e con d_i si indica la distanza del punto in esame dall' i -esimo punto della maglia elementare.

Tabella 8 – Coordinate zona di interesse



I valori dei tre parametri p determinati per il sito oggetto del presente progetto sono riassunti nella tabella seguente:

Tabella 9 – Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i vari stati limite

	Tr (anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)
SLO	60	0.060	2.483	0.328
SLD	101	0.075	2.530	0.334
SLV	949	0.174	2.565	0.386
SLC	1950	0.224	2.535	0.399

2.5 Valutazione dell'azione sismica

Nelle NTC l'azione sismica è caratterizzata da tre componenti traslazionali, due orizzontali (X e Y) ed una verticale (Z). Tali componenti, da considerare come indipendenti, possono essere espresse, in funzione del tipo di analisi, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogrammi.

Le componenti X, Y e Z su piani di riferimento diversi possono essere calcolate mediante l'analisi di RSL o, in assenza di queste, prendendo gli stessi valori attesi in superficie.

Le componenti X e Y sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico. La componente Z è caratterizzata dal suo spettro di risposta o dalla componente accelerometrica verticale o, in mancanza di questi dati, sulla base delle componenti orizzontali in via semplificata (come proposto dalle NTC).

Per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4s e in presenza di sottosuoli ricadenti nelle categorie di sottosuolo precedentemente espresse, lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale S_e è definito dalle espressioni di seguito riportate, in cui:

T è il periodo proprio di vibrazione;

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente: $S = S_s \cdot S_T$;

h è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali x diversi dal 5%, mediante la relazione: $h = \sqrt{[10/(5+x)]} \geq 0,55$;

F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato dalla relazione: $T_C = C_C \cdot T_C^*$, dove C_C è il coefficiente funzione della categoria di sottosuolo definito nella tabella sottostante;

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante, dato dalla relazione: $T_B = T_C/3$;

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione: $T_D = 4 \cdot (a_g/g) + 1,6$.

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \quad [2.5.1] \\
 T_D \leq T & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_S e C_C assumono valore unitario. Per le altre categorie di sottosuolo la Normativa fornisce le espressioni per il calcolo dei coefficienti:

Tabella 10 – Espressioni di S_S e C_C (NTC,2018)

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

Per tenere conto delle condizioni topografiche in assenza di analisi di RSL si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T . 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.

Tabella 11 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

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

Lo spettro di risposta elastica in accelerazione della componente verticale S_{ve} è definito dalle seguenti espressioni:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}
 \tag{2.5.2}$$

in cui F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, calcolato mediante la relazione:

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot (a_g/g)^{0,5}.$$

I parametri e i punti dello spettro di risposta elastica orizzontale e verticale sono riportati al capitolo 4.

Per le verifiche agli SLU, secondo le NTC, si può tener conto in maniera semplificata della capacità dissipative di una struttura attraverso una riduzione delle ordinate degli spettri di risposta elastica (orizzontale e verticale) di un fattore di struttura q (nelle equazioni degli spettri di risposta si assume $h=1/q$).

Le NTC permettono di verificare gli stati limite anche mediante l'impiego di accelerogrammi. Gli accelerogrammi artificiali devono avere uno spettro di risposta elastico coerente con lo spettro di risposta adottato nella progettazione. La coerenza con lo spettro di risposta elastico è da verificare in base alla media delle ordinate spettrali ottenute con i diversi accelerogrammi, per un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente α del 5%. L'ordinata spettrale media non deve presentare uno scarto in difetto superiore al 10%, rispetto alla corrispondente componente dello spettro elastico, in alcun punto del maggiore tra gli intervalli $(0,15 \text{ s} \div 2,0 \text{ s})$ e $(0,15 \text{ s} \div 2T)$, in cui T è il periodo proprio di vibrazione della struttura in campo elastico, per le verifiche agli stati limite ultimi, e $0,15 \text{ s} \div 1,5 T$, per le verifiche agli stati limite di esercizio. Nel caso di costruzioni con isolamento sismico, il limite superiore dell'intervallo di coerenza è assunto pari a $1,2 T_{is}$, essendo T_{is} il periodo equivalente della struttura isolata, valutato per gli spostamenti del sistema d'isolamento prodotti dallo stato limite in esame.

L'uso di storie temporali del moto del terreno artificiali non è ammesso nelle analisi dinamiche di opere e sistemi geotecnici. Ai sensi delle NTC, gli accelerogrammi registrati devono essere rappresentativi della sismicità del sito, delle condizioni del sito di registrazione, della magnitudo, della distanza dalla sorgente e della massima accelerazione orizzontale attesa al sito. Essi devono essere selezionati e scalati in modo da approssimare gli spettri di risposta nel campo di periodi di interesse per il problema in esame.

3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di depositi argilloso-marnosi alternati a livelli sabbioso-arenacei con spessori superiori a trenta metri.

Sulla base delle indagini sismiche eseguite, essendo $V_{s,eq} = V_{s,30} = 339 \text{ m/s}$, la categoria di sottosuolo è la C.

4. SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER IL SITO IN ESAME

Nel presente paragrafo si riportano gli spettri di risposta elastici in direzione orizzontale e verticale per tutti e quattro gli stati limite definiti al Capitolo 2 della presente relazione.

Nell'applicare le relazioni riportate al paragrafo 2.5 si deve tener conto degli effetti di sito legati sia alla categoria di sottosuolo, che alla categoria topografica, tuttavia il sito in esame è caratterizzato da una superficie pianeggiante, pertanto appartiene alla categoria topografica T₁, a cui corrisponde il coefficiente topografico S_T pari a 1,0.

Gli spettri di risposta relativi allo stato limite preso in esame possono essere ricavati dalle formule 2.5.1 e 2.5.2 sostituendo i valori sopra indicati. Nelle tabelle seguenti sono riportati i parametri ed i punti degli spettri di risposta (ottenuti con il programma Spettri-NTC del Consiglio Superiore dei LL.PP.), per categoria di sottosuolo C e categoria topografica T₁, relativi alle fondazioni ed ai rilevati:

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale

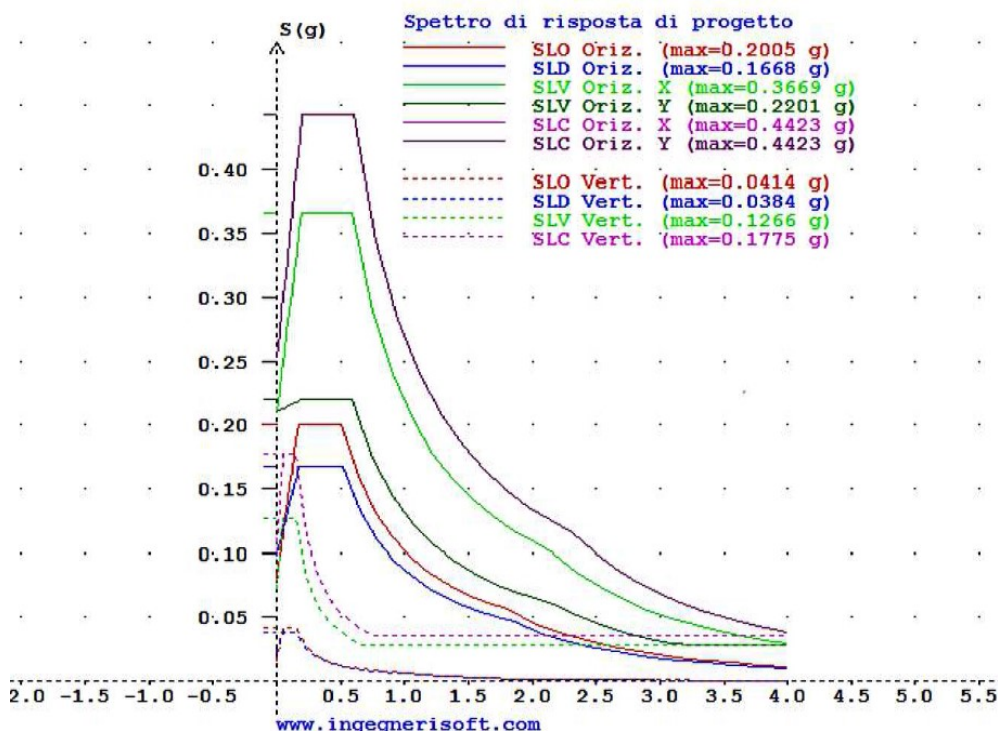
	S	TB	TC	TD	Fv	Cc	Ss
SLO	1.500	0.169	0.508	1.811	0.785	1.502	1.500
SLD	1.500	0.173	0.520	1.862	0.880	1.484	1.500
SLV	1.476	0.197	0.592	2.170	1.333	1.393	1.476
SLC	1.420	0.202	0.605	2.312	1.495	1.378	1.420

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale

	S	TB	TC	TD
SLO/SLD/SLV/SLC	1,000	0,050	0,150	1,000

Gli spettri di risposta relativi allo stato limite ultimo preso in esame possono essere ricavati dalle formule 2.8 e 2.9 sostituendo i valori su indicati.

Nella figura seguente sono riportati gli spettri di risposta determinati con il programma spettri.win.



5. PARAMETRI SISMICI

Per muri di sostegno e per problemi di stabilità di pendii, con categoria di sottosuolo C e categoria topografica T1, si ricavano i seguenti valori dei coefficienti sismici (ottenuti mediante il programma GEOSTRU PS):

Stabilità pendii e fondazioni

coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
Kh	0.018	0.023	0.060	0.085
Kv	0.009	0.011	0.030	0.043
Amax (m/s ²)	0.877	1.110	2.443	2.990
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1.50	1.50	1.43	1.36
Cc	1.52	1.51	1.44	1.42
St	1.00	1.00	1.00	1.00

Fronti di scavo e rilevati, Muri di sostegno

coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
Kh	0.000	0.053	0.095	0.000
Kv	---	0.027	0.047	---
Amax (m/s ²)	0.877	1.110	2.443	2.990
Beta	---	0.470	0.380	---

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1.50	1.50	1.43	1.36
Cc	1.52	1.51	1.44	1.42
St	1.00	1.00	1.00	1.00

Paratie NTC 2018

coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
Kh	0.047	0.059	0.130	0.159
Kv	--	--	--	--
Amax (m/s ²)	0.877	1.110	2.443	2.990
Beta	0.520	0.520	0.520	0.520

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1.50	1.50	1.43	1.36
Cc	1.52	1.51	1.44	1.42
St	1.00	1.00	1.00	1.00

6. SISMICITA' STORICA

In tabella 12 e in figura 10 è riportata la storia sismica della zona in esame. Si è fatto riferimento all'abitato di Termoli.

Essa è tratta dal Database Macrosismico Italiano 2016 - INGV-DBMI 15 rilasciata a luglio 2017. Tale data base fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2014. Per ogni evento è riportato il valore dell'intensità sismica risentita localmente (I_s - Intensity) in scala MCS, la data e l'ora, il sito epicentrale con la relativa intensità sismica (I_o , in scala MCS) e la corrispondente magnitudo (M_w). L'elencazione procede temporalmente a partire dal passato verso il presente. Una rappresentazione grafica dei principali eventi di tabella (quelli che superano la soglia del danno) è riportata in Fig.10 (dove l'intensità "Int" sull'asse delle ordinate equivale ad Intensity di Tabella 12).

**TAB.12 - Storia sismica di Rocchetta Sant'Antonio
DBMI 15 (INGV – Database Macrosismico Italiano 2017)**

LEGENDA:

Is (Intensity) intensità sismica risentita localmente, in scala MCS

NMDP numero di macroseismic data Point;

Io intensità sismica epicentrale, in scala MCS

Mw magnitudo

F avvertito (**felt**); in genere si esclude che vi siano danni ($I < 6$)

NF non avvertito (**not felt**); in caso di esplicita segnalazione in tal senso è equiparabile a $I = 1$

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v4.0

Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

Seismic history of	Termoli
PlaceID	IT_58849
	42.000,
Coordinates (lat, lon)	14.993
Municipality (ISTAT 2015)	Termoli
Province	Campobasso
Region	Molise
No. of reported earthquakes	45

Is	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	LatDef	LonDef	DepDef	IoDef	MwDef
6	169	1456	12	5				Appennino centro-meridionale	41,302	14,711		11	7,19
8-9	437	1627	7	30	10	50		Capitanata	41,737	15,342		10	6,66
NC	611	1706	11	3	13			Maiella	42,076	14,08		10-11	6,84
7-8	1055	1821	11	22	1	15		Costa molisana	41,975	15,214		7-8	5,59
5-6	1153	1838	3	5				Costa molisana	42,058	14,851		4-5	3,93
5	1268	1857	12	16	21	15		Basilicata	40,352	15,842		11	7,12
5	1558	1889	12	8				Gargano	41,83	15,688		7	5,47
3-4	1591	1892	6	6				Isole Tremiti	42,12	15,503		6	4,88
3	1620	1894	3	25				Gargano	41,866	15,323		6-7	4,9
5	1663	1895	8	9	17	38	20	Adriatico centrale	42,54	15,015		6	5,11
NF	1703	1897	5	28	22	40	2	Ionio	36,991	18,487		6	5,46
NF	1852	1904	4	8	8	22		Gargano	41,706	15,728		6	4,75
4	1881	1905	8	18	4	7		Tavoliere delle Puglie	41,649	15,379		5	4,61
NF	1885	1905	11	26				Irpinia	41,134	15,028		7-8	5,18
NF	1919	1907	1	23	0	25		Adriatico centrale	43,048	14,097		5	4,75
2	1972	1908	12	28	4	20	27	Stretto di Messina	38,146	15,687		11	7,1
NF	2062	1912	7	2	7	34		Tavoliere delle Puglie	41,476	15,88		5	4,55
4-5	2087	1913	10	4	18	26		Molise	41,513	14,716		7-8	5,35
3	2110	1915	1	13	6	52	43	Marsica	42,014	13,53		11	7,08
5	2422	1930	7	23	0	8		Irpinia	41,068	15,318		10	6,67
NF	2432	1930	10	30	7	13		Senigallia	43,689	13,385		8	5,83
4	2478	1933	9	26	3	33	29	Maiella	42,079	14,093		9	5,9
3	2530	1937	7	17	17	11		Tavoliere delle Puglie	41,785	15,298		6	4,96

Is	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	LatDef	LonDef	DepDef	IoDef	MwDef
NC	2534	1937	12	15	21	25		Tavoliere delle Puglie	41,704	15,296		4-5	4,58
4	2680	1951	1	16	1	11		Gargano	41,808	15,9		7	5,22
5	2848	1962	8	21	18	19		Irpinia	41,23	14,953		9	6,15
5	3256	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	40,842	15,283		10	6,81
4-5	3395	1984	5	7	17	50		Monti della Meta	41,667	14,057		8	5,86
4-5	3401	1984	5	11	10	41	49,27	Monti della Meta	41,651	13,843	10	7	5,47
NF	3613	1990	2	1	6	24	14,15	Isole Tremiti	42,14	15,649	0,1		4,43
3	3625	1990	5	5	7	21	29,61	Potentino	40,738	15,741	10		5,77
4	3823	1996	11	10	23	23	10,77	Tavoliere delle Puglie	41,675	15,198	7,7	5-6	4,35
NF	4074	2001	7	2	10	4	43,18	Tavoliere delle Puglie	41,783	15,372	22,8	5	4,26
5	4165	2002	10	31	10	32	59,05	Molise	41,716	14,893	25,1	7-8	5,74
5	4185	2002	11	12	9	27	48,57	Molise	41,689	14,786	28,9	5-6	4,57
NF	4200	2003	1	27	4	3	46,57	Molise	41,71	14,766	5	5	3,84
NF	4205	2003	3	29	17	42	13,74	Adriatico centrale	43,135	15,339	7,9		5,43
3-4	4218	2003	6	1	15	45	18,04	Molise	41,661	14,821	11,8	5	4,44
3-4	4229	2003	12	30	5	31	38,26	Molise	41,64	14,849	5	4-5	4,53
3	4262	2005	3	1	5	41	37,38	Molise	41,666	14,867	9,9	4	3,68
4	4296	2006	5	29	2	20	6,26	Gargano	41,801	15,903	31,2		4,64
NF	4301	2006	10	4	17	34	20,5	Adriatico centrale	42,074	15,746	36,8	4-5	4,3
3	4308	2006	12	10	11	3	41,57	Adriatico centrale	42,008	16,281	33,2		4,48
4	4663	2016	10	26	19	18	7,42	Valnerina	42,904	13,09	9,6		6,07
4-5	4673	2016	10	30	6	40	17,32	Valnerina	42,83	13,109	10		6,61