

COMUNE DI FANO

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA PER IL PIANO
ATTUATIVO DEL COMPARTO ST5_P54 "COMPARTO DI
TRASFORMAZIONE EX CAPANNONI AMAF" SITO IN FANO
LOC. FORCOLO

COMMITTENTE:

EDILART S.r.l.
B.L.C. di Baldelli Luca & C. s.n.c.

Dott. Geol. COSTANZI CRISTIAN
Via Einaudi, 68 – Fano (PU)

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via Il Strada, 6/A – Fano (PU)

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2.	GEOLOGIA – GEOMORFOLOGIA – GEOIDROLOGIA	4
3.	STRATIGRAFIA	5
4.	CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE	6
5.	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	8
6.	RISULTATI DELL'INDAGINE ESEGUITA	10
7.	COEFFICIENTE DI REAZIONE DI SOTTOFONDO KS	16
8.	CONCLUSIONI	17
	ALLEGATI	18

1. INTRODUZIONE

La presente relazione geologico tecnica è stata realizzata su incarico della ditta EDILART S.r.l. e B.L.C. s.n.c. con lo scopo di verificare la situazione litologico-stratigrafica e di individuare le caratteristiche geomeccaniche dei terreni presenti nel comparto ST5_P54 in cui si dovranno realizzare tre fabbricati di civile abitazione composti da due e tre piani fuori terra più un piano interrato.

La relazione è stata redatta sulla base di dati bibliografici e di una campagna di prove geognostiche e di prove in sito.

Verranno di seguito riportate le caratteristiche geomeccaniche del terreno di fondazione ricostruite in base ai risultati della campagna geognostica eseguita.

Date le dimensioni e le caratteristiche delle strutture in progetto, le caratteristiche dell'area in esame, e considerati gli ingombri dei fabbricati esistenti, è stato possibile eseguire due prove geognostiche realizzate tramite carotiere continuo del tipo "Trivelsonda".

Durante i sondaggi non è stato raggiunto il livello statico della falda freatica, le profondità raggiunte sono le seguenti:

S1: 8 m.

S2: 8 m.

L'ubicazione delle indagini e l'indicazione della sezione geologica sono riportate nell'allegata planimetria in scala 1:500.

Durante i sondaggi non è stato raggiunto il livello statico della falda freatica.

Per la definizione della categoria di sottosuolo il giorno 25/11/2009 è stata eseguita una prova sismica per rilevare i valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità.

Verranno di seguito riportate le caratteristiche geomeccaniche del terreno di fondazione ricostruite in base ai risultati della campagna geognostica eseguita.

La presente relazione è redatta in conformità alla vigente normativa tecnica costituita dalla L. 02/02/1974 n° 64, dal D.M. LL. PP. 11/03/1988, dalla Circ. LL.PP.

Dott. Geol. COSTANZI CRISTIAN
Via Einaudi, 68 – Fano (PU)

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via II Strada, 6/A – Fano (PU)

del 24/09/1988 n. 30483, dal D.M. 16/01/1996 e dalle NTC 2008 “Norme tecniche per le Costruzioni” D.M. 14/01/2008

2. GEOLOGIA – GEOMORFOLOGIA – GEOIDROLOGIA

L'area in oggetto è ubicata nel comune di FANO in Via Forcolo ed è ad un quota di circa 24 metri sul livello del mare (vedi Corografia in scala 1:25.000 e aerofotogrammetria scala 1:2.000).

La zona di studio è semi pianeggiante con quote massime dell'ordine dei 25 m. s.l.m. ed è compresa nella tavoletta IGM F° 110 III N.O. della Carta d'Italia (S. Costanzo).

Geologicamente l'area si trova sulle alluvioni terrazzate del F. Metauro, più precisamente si trova all'interno del III° ordine delle alluvioni composte prevalentemente da depositi ghiaiosi, talora parzialmente sabbiosi con intercalazioni argilloso-limose (vedi Carta Geologica allegata a scala 1:25.000).

Tali depositi poggiano su un substrato di età pliocenica composto da argille marnose azzurre, siltoso-sabbiose.

Dal punto di vista strutturale i dati bibliografici disponibili (F. 110 della Carta Geologica d'Italia) ipotizzano la presenza di una faglia con andamento SW – NE sepolta al di sotto delle alluvioni del F. Metauro; non si ritiene che tale faglia possa avere degli effetti particolarmente rilevanti sulla stabilità della zona vista l'assenza di episodi importanti nella storia sismica dell'area.

In fase di campagna geognostica non è stato intercettato il livello statico della falda, in base ad informazioni bibliografiche si può ipotizzare che lo stesso sia posto ad una quota di circa 10-12 mt. di profondità.

Date le caratteristiche dell'area, piana alluvionale di notevole estensione, caratterizzata dalla presenza di terreni incoerenti e con pendenze molto ridotte, si escludono problemi legati alla stabilità dei terreni di fondazione.

Dott. Geol. COSTANZI CRISTIAN
Via Einaudi, 68 – Fano (PU)

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via II Strada, 6/A – Fano (PU)

Tale conclusione scaturisce anche dall'osservazione dei manufatti esistenti nel comparto in esame e da quelli presenti sui lotti limitrofi, in nessun caso, infatti, si sono osservate lesioni imputabili ad un cedimento dei terreni di fondazione.

Il comparto si trova in sponda sinistra del F. Metauro ad una distanza dal letto di circa 3.800 m. ed in sponda sinistra del F.sso degli Uscenti ad una distanza dal letto di circa 1.500 m.

Considerate le notevoli distanze di tali corsi d'acqua e le profondità dei letti rispetto all'area in oggetto, si ritengono poco elevati i rischi di esondazione.

RISCHIO IDROGEOLOGICO

Dai rilievi effettuati in loco, confermati anche dalla consultazione dell'aerofotogrammetria, risulta evidente che la distanza ed il dislivello tra i letti del F. Metauro e del F.sso degli Uscenti e l'area di interesse è tale da escludere eventuali problemi dovuti ad un'esondazione del corso d'acqua.

A conferma vedi stralcio del P.A.I. che si allega alla presente.

3. STRATIGRAFIA

Il posizionamento delle indagini, come indicato nella planimetria allegata, è stato effettuato in modo tale da ottenere il maggior numero d'informazione possibile sulla disposizione e variazione delle litologie presenti considerando anche la distribuzione degli edifici da realizzare.

La regolare realizzazione dei sondaggi, fino alle profondità prefissate, ha consentito di individuare con buona precisione la situazione dei terreni sottostanti il nuovo fabbricato da costruire.

Le perforazioni sono state eseguite a rotazione per mezzo di trivella meccanica tipo Trivelsonda utilizzando il carotiere di mm 220 di diametro interno, ed eseguendo la perforazione a secco con carotaggio continuo ed estrazione ogni 70 cm.

La realizzazione dei sondaggi sopra descritti hanno permesso la individuazione delle seguenti situazioni stratigrafiche:

SONDAGGIO n. S1

Da 0,0 a 1,0 mt. Riporto antropico.

Da 1,0 a 3,2 mt. Limi argilloso-sabbiosi, di color nocciola; la frazione limosa aumenta lievemente con la profondità. Valori rilevati con pocket penetrometer compresi tra 1,0 e 1,4 Kg/cm^q

Da 3,2 a 8,0 mt. Ghiaie in matrice limoso-sabbiosa.

SONDAGGIO n. S2

Da 0,0 a 0,7 mt. Terreno vegetale.

Da 0,7 a 3,4 mt. Limi argilloso-sabbiosi, di color nocciola; la frazione limosa aumenta lievemente con la profondità. Valori rilevati con pocket penetrometer compresi tra 1,0 e 1,5 Kg/cm^q

Da 3,4 a 8,0 mt. Ghiaie in matrice limoso-sabbiosa.

*Dott. Geol. COSTANZI CRISTIAN
Via Einaudi, 68 – Fano (PU)*

*Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via II Strada, 6/A – Fano (PU)*

Le indagini eseguite hanno permesso quindi di mettere alla luce una situazione stratigrafica abbastanza uniforme all'interno del comparto

4. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE MEDIE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Dal confronto con i dati bibliografici di prove geomeccaniche di laboratorio eseguite su terreni prelevati in aree limitrofe e presentanti la stessa successione stratigrafica, è stato possibile ricostruire le grandezze geomeccaniche dei litotipi incontrati.

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI LIMI ARGILLOSO-SABBIOSI

γ	(peso di volume)	1.9 t/m ³
Cu	(coesione non drenata)	4,0 t/m ²
C'	(coesione intercetta)	1,5 t/m ²
φ	(angolo d'attrito)	22°
Ed	(modulo edometrico)	450 t/m ²

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DELLE GHIAIE

γ	(peso di volume)	1.83 t/m ³
C'	(coesione intercetta)	0.0 t/m ²
φ	(angolo d'attrito)	28°
Ed	(modulo edometrico)	2000 t/m ²

5. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento di seguito indicate.

Categoria	Descrizione
A	<i>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.</i>
B	<i>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 $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositati 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 $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositati 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 $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>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).</i>

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie **S1** ed **S2** di seguito indicate, è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo

Condizioni topografiche

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

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 sopra esposte 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

6. RISULTATI DELL'INDAGINE ESEGUITA

In base alle risultanze della prova sismica eseguita, che si riportano in allegato, e delle condizioni topografiche dell'area, il sottosuolo può essere attribuito alla categoria "B" e la superficie topografica alla categoria "T1".

Utilizzando il foglio di lavoro distribuito dal "Consiglio superiore dei Lavori Pubblici" è possibile ricavare alcune informazioni aggiuntive a partire dalla vita nominale della costruzione V_n (in anni), dal coefficiente d'uso della costruzione C_u determinato in base alla classe d'uso, dal periodo di riferimento della costruzione V_r (in anni) e dai periodi di ritorno per la determinazione dell'azione sismica T_r (in anni) che sono così definiti:

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale l'opera, 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. 2.4.1 delle NTC-08 e deve essere precisata nei documenti di progetto.

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

Classi d'uso (§ 2.4.2 NTC-08)

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:

<i>Classe I:</i>	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<i>Classe II:</i>	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 <i>Classe d'uso III</i> o in <i>Classe d'uso IV</i> , reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<i>Classe III:</i>	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in <i>Classe d'uso IV</i> . Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<i>Classe IV:</i>	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.

Vita di riferimento (§ 2.4.3 NTC-08)

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

$$V_r = V_n C_u \quad (\text{NTC-08 Eq. 2.4.1})$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella **Tab. 2.4.II** delle NTC-08.

Tabella 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

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

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

Si definisce, infine, il periodo di ritorno per la determinazione dell'azione sismica T_r come segue:

Stati limite e relative probabilità di superamento (§ 3.2.1 NTC-08)

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti 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, 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 rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

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 rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza 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.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella **Tab. 3.2.I delle NTC-08**.

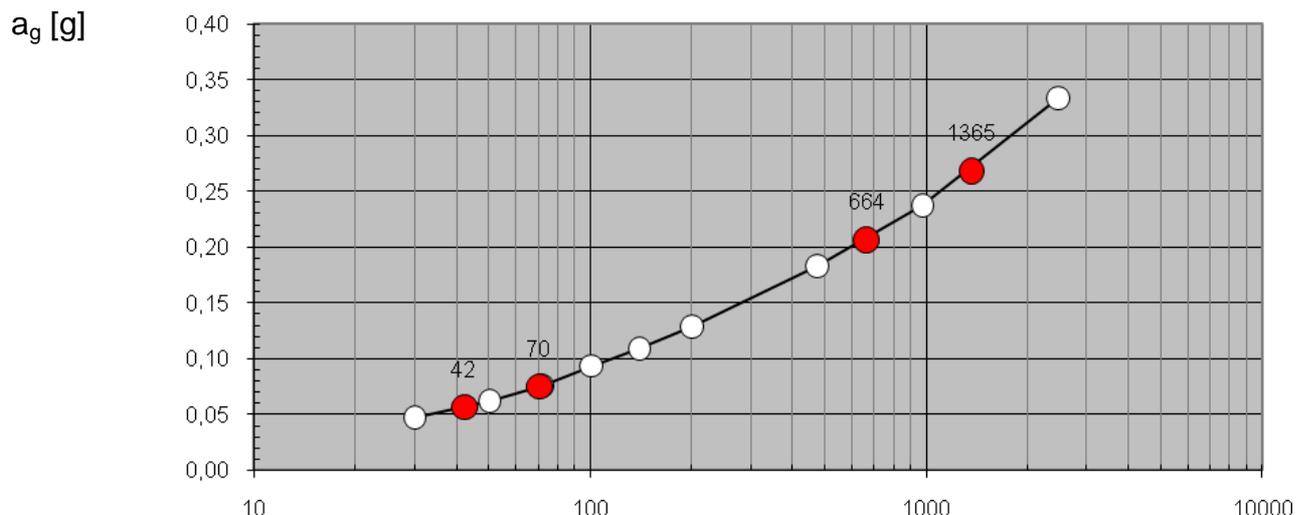
Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

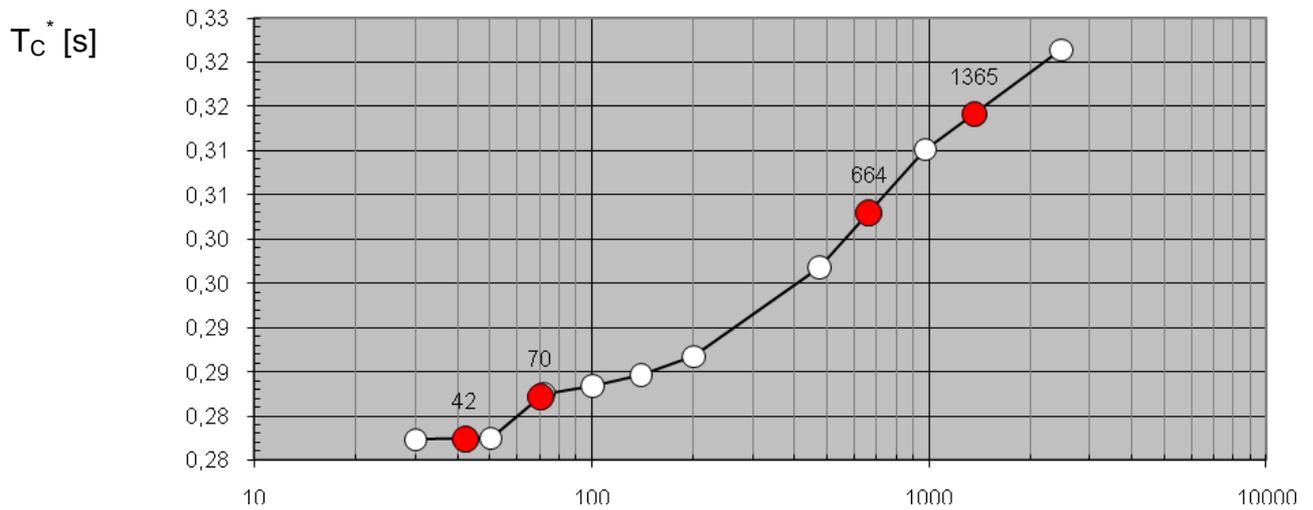
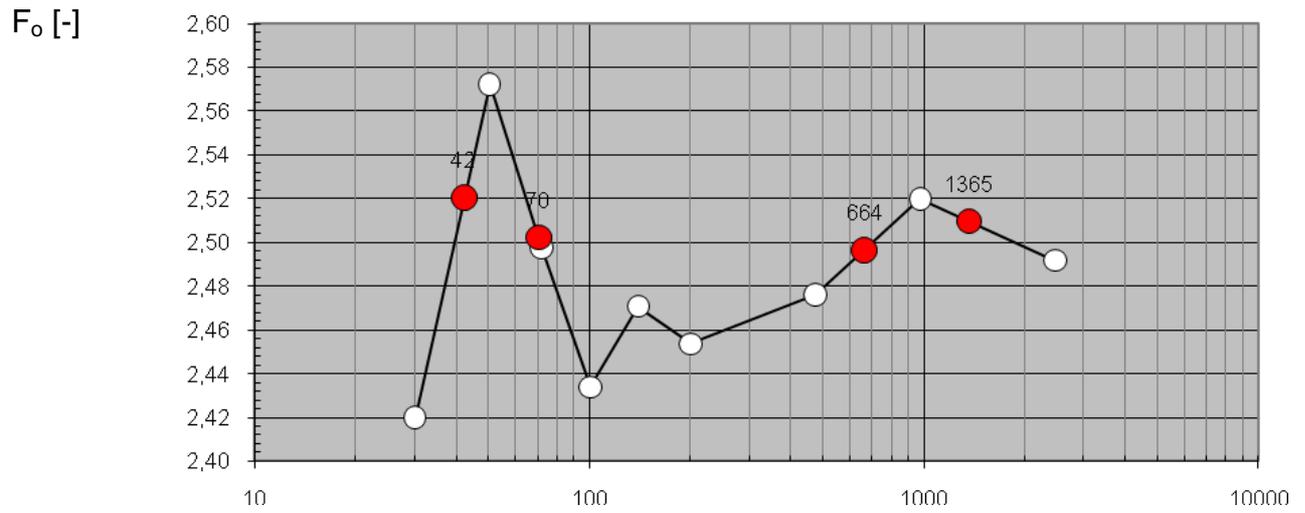
Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Qualora la protezione nei confronti degli stati limite di esercizio sia di prioritaria importanza, i valori di P_{VR} forniti in tabella devono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere.

A partire da un valore $V_n = 70$ (si ricorda che V_n deve essere ≥ 50) ed una classe d'uso I è possibile ricavare i seguenti dati:

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



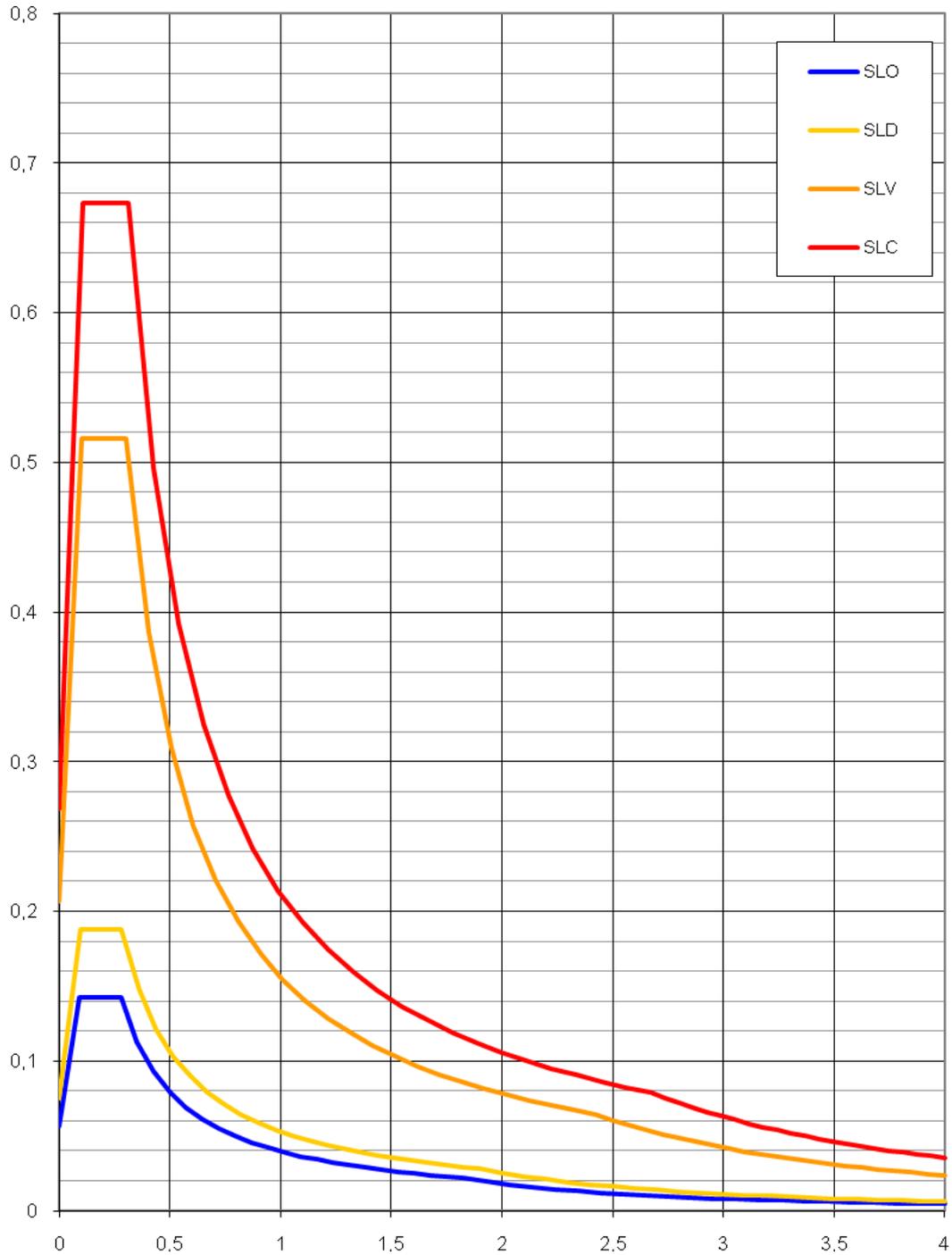


Dott. Geol. COSTANZI CRISTIAN
Via Einaudi, 68 – Fano (PU)

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via II Strada, 6/A – Fano (PU)

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

S_e [g]



Dott. Geol. COSTANZI CRISTIAN
Via Einaudi, 68 – Fano (PU)

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via II Strada, 6/A – Fano (PU)

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	42	0,057	2,520	0,277
SLD	70	0,075	2,502	0,282
SLV	664	0,207	2,497	0,303
SLC	1365	0,268	2,510	0,314

7. COEFFICIENTE DI REAZIONE DI SOTTOFONDO K_s

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Senza correzione geometrica

=====

k 2,28 Kg/cmc

=====

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE TERZAGHI

Corretto con geometria e profondità

=====

k 7,41 Kg/cmc

=====

8. CONCLUSIONI

Vista la morfologia del luogo, sulla base delle indagini eseguite e sui parametri geotecnici desunti, l'area si può considerare idonea alla realizzazione dell'opera.

Al fine di migliorare e di preservare nel tempo la stabilità della struttura, si consiglia di realizzare un'adeguata regimazione delle acque meteoriche per evitare pericolosi ristagni e/o infiltrazioni che potrebbero far scendere anche permanentemente le caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione.

FANO, Lì 17/12/2009

Dott. Geol. COSTANZI CRISTIAN
Via Einaudi, 68 – Fano (PU)

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via II Strada, 6/A – Fano (PU)

ALLEGATI

- 1. COROGRAFIA SCALA 1:25.000**
- 2. CARTA GEOLOGICA SCALA 1:25.000**
- 3. RELAZIONE DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA**
- 4. PLANIMETRIA DEL COMPARTO CON UBICAZIONE DEI SONDAGGI**
- 5. COLONNE STRATIGRAFICHE**
- 6. STRALCIO P.A.I.**