

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO DEFINITIVO**

VAR0031 - SSE BIVIO CORVI

OC00 - Opere Civili

Fabbricati FA21 e FA22

Relazione Geotecnica

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI	
Consorzio Cociv Ing. F. Poma		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
A 3 0 1	0 X	D	C V	R B	O C 0 0 0 0	0 0 2	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	3BA s.r.l.	06/09/21	COCIV	07/09/21	P. Costa Medich 	08/09/21	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Paolo Costa Medich Ordine Ingegneri Prov. TO n° 10306 X

n. Elab.:	File: A301-0X-D-CV-RB-OC00-00-002-A00
-----------	---------------------------------------

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	A301-0X-D-CV-RB-OC00-00-002 Relazione Geotecnica
	Foglio 3 di 16

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	PARAMETRI GEOTECNICI UTILIZZATI	5
3.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
4.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	5
5.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	6
6.	PARAMETRI GEOTECNICI.....	8
7.	CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE	10
8.	GEOMETRIE E DIMENSIONI DELLE FONDAZIONI	11
9.	CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE	12

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-RB-OC00-00-002 Relazione Geotecnica	Foglio 4 di 16

1. PREMESSA

La presente relazione geotecnica è stata redatta ai sensi del DM 11-03-1988 e s.m.i. *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*.

Il sito in oggetto fa parte del Progetto Definitivo del piazzale tecnologico di Borzoli (sistema Alta Capacità Milano – Genova) da realizzarsi in corrispondenza della cava “Serra” (attualmente non più soggetta ad attività estrattiva).

L'opera di riferimento in questo caso e' un fabbricato (costituito da due fabbricati FA21-FA22), sito nel territorio comunale di Genova Sestri Ponente (GE). Tale fabbricato ha dimensioni totali di 24.21 x 19.86 m a quota +79.00 m e di 13.76 x 19.86 m a una quota di +75.00 m; ha altezza di 11.20 m totali, ed è caratterizzato da una struttura ad ossatura portante in cemento armato.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-RB-OC00-00-002 Relazione Geotecnica
	Foglio 5 di 16

2. PARAMETRI GEOTECNICI UTILIZZATI

La caratterizzazione geologica e geotecnica dell'area interessata dall'Interconnessione è stata definita facendo riferimento ai risultati dell'indagine storica e degli studi geognostici effettuati nella zona per la progettazione della piazzola a tre livelli (PIAZZOLA CORVI) riportate nell'elaborato A301-0X-R-CV-RO-IN-21-0-X-002-A00.

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La caratterizzazione dei terreni è stata definita attraverso l'analisi dei seguenti elaborati.

- Relazione geotecnica – Piazzola a tre livelli –PIAZZOLA CORVI (BORZOLI) (Doc A301-0X-R-CV-RO-IN-21-0-X-002-A00).geomorfologica ed idrologica (
- Relazione geologica, geomorfologica ed idrologica (cfr. elaborato IG51-04-E-CV-RO-IN21-00-001-B00).

4. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il progetto é redatto in conformità alle Normative seguenti:

- D.M. LL. PP. 11.03.1988: Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilita' dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Circolare Min. LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 - L. 02.02.1974, n. 64 - art. 1 D.M. 11.03.1988 - Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Legge 05.11.1971 n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio normale e precompresso e a struttura metallica";
- Circolare LL.PP. del 14.02.1974 n. 11951: Istruzioni relative alla legge 05.11.1971
- L. 02.02.1974, n. 64: Provvedimenti per costruzioni con particolari prescrizioni per zone sismiche.
- Circolare LL.PP. del 24.07.1988, n. 30483/STC.
- Legge 2 Febbraio 1974 n. 64, art. 1 - D.M. 11 Marzo 1988.
- Norma UNI-ENV 1992/1/1 Progettazione delle strutture di calcestruzzo.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-RB-OC00-00-002 Relazione Geotecnica
	Foglio 6 di 16

- D.M. 09.01.1996: " Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 16.01.1996: " Norme tecniche relative ai <<criteri generali per la verifiche di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>"
- D.M. 16.01.1996: "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Circolare 04/07/1996 n.156/AA.GG./STC. "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifiche di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.
- Circolare 15.10.1996 n.252/AA.GG./S.T.C. "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996
- Circolare 10.04.1997 n.65/AA.GG."Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996
- Norma C.N.R. UNI 10024/86 "Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo".
- Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- D.M. LL. PP. 14 settembre 2005 Norme tecniche per la costruzioni in zona sismica.Norme tecniche per la costruzioni in zona sismica.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Rimandando alla "Relazione Geologica, geomorfologica ed idrogeologica" (cfr. elaborato IG51-04-E-CV-RO-IN21-00-001-B00) per i dettagli circa l'assetto geologico e geomorfologico dell'area di intervento, ai fini della presente si evidenzia quanto segue (cfr. figura n.2.1).

- L'area della piazzola tecnologica Borzoli è rappresentata da una cava abbandonata, ubicata nella stretta valle del Torrente Chiaravagna con orientamento medio N-S e caratterizzata da versanti acclivi;
- L'elemento geomorfologico principale è costituito dal fronte di cava, esteso per circa 350 m di larghezza ed alto circa 100 m. Tutto il fronte è caratterizzato dalla presenza di affioramenti rocciosi fratturati e da depositi detritici di spessore variabile, legati in parte all'attività estrattiva e in parte a locali distacchi di materiale dagli affioramenti;


GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-RB-OC00-00-002 Relazione Geotecnica	Foglio 7 di 16

- Nell'area indagata è presente un reticolo idrografico a prevalente direzione est-ovest, costituito da corsi d'acqua incisi nel versante; in particolare durante il rilevamento effettuato nel maggio del 2019 è stata riscontrata sul versante anche la presenza di una sorgente perenne che porta a non escludere la riattivazione di sorgenti stagionali all'interno del versante stesso;
- Le caratteristiche granulometriche del materiale detritico sono estremamente eterogenee, passando da blocchi di pezzatura plurimetrica alle frazioni più fini;
- Nella parte alta del versante sono osservabili alcune nicchie di distacco legate a crolli di detrito: tali fenomeni di crollo possono localmente incanalarsi, come testimoniato dai numerosi canali di versante con direzione est-ovest rispetto all'opera in progetto, dando luogo a processi tipo "debris flow";
- Queste incisioni vallive ripide sul versante, di profondità da 1m a 2-3m, sono di tipo evolutivo regressivo. L'evoluzione dei versanti è dipendente dai fenomeni di dilavamento causati dagli eventi pluviometrici più o meno intensi, la progressiva esposizione degli affioramenti rocciosi interessati da discontinuità disposte a franapoggio;
- La litologia degli ammassi è di tipo serpentinitico e cambia a valle vecchio impianto di frantumazione in metabasalti. Il contatto è di tipo tettonico è segnalato dalla presenza di una faglia che ha originato fasce milonitiche lungo gli affioramenti di versante;
- Alla base dei canali di versante, sono presenti degli apparati conoidali di potenza da metrica a plurimetrica, costituiti da materiali di origine mista e eterometrici; spesso è stata rilevata la presenza di blocchi plurimetrici trasportati sino ai piedi del versante;
- Tutti i settori sono stati interessati dal distacco di blocchi di dimensione plurimetrica, riposizionatosi sul versante e a valle del versante stesso, ostruendo in parte i canali di scolo ai piedi del versante.
- Attualmente nell'area d'indagine c'è una piazzola costituita prevalentemente da materiale detritico di riporto di potenza compresa tra i 4m e 5m di spessore.


**METABASITI DEL MONTE PISOGNA (Giurassico sup.7)**

 Metabasiti di massiccio a schisto, talora con texture a pillow, e intrusione generalizzata laterale. Localmente sono presenti nuclei di fessure (incroce, di effioranti)

SERPENTINI/SERPENTINOSISTI (SERPENTINI DEL BRIC DEI COIVI) (Giurassico medio?-Giurassico sup.7)

 Serpentini, talora massiccio, fortemente fratturato, passanti a serpentini scistose, localmente con flori basalti preservati, a effioranti

 SF11 Sondaggio geognostico campagna d'indagine 2004

 S3 Sondaggio ambientale campagna d'indagine 2018

 Giacitura
300

 RS1 Giacitura campagna di rilevamento 2016

 L1 Stendimento MASW campagna d'indagine 2019

 Faglia

6. PARAMETRI GEOTECNICI

Con riferimento alla già richiamata figura n.2.1, l'area di intervento è stata oggetto di successive campagne di indagine geognostiche eseguite tra il 2004 ed il 2018, e consistite nell'esecuzione di:

- N.1 sondaggio geotecnico a carotaggio a continuo di profondità L=36,7m;
- N.4 sondaggi ambientali a carotaggio continuo di profondità L=10m
- N.2 prove di permeabilità del tipo Lugeon, in foro di sondaggio
- N.2 prove dilatometriche in foro di sondaggio
- N.2 indagini sismiche MASW

Per i dettagli circa le prove effettuate ed i risultati ottenuti si rimanda all'elaborato IG51-04-E-CV-RO-IN21-00-001-B00 – “Relazione Geologica, geomorfologica ed idrogeologica”.

A titolo di esempio si riporta nella seguente figura il log stratigrafico del sondaggio ambientale S2 eseguito nel giugno 2018.

INJECTOSOND ITALIA s.r.l. - Piazza C. Golgi 25/c, 16011 ARENZANO (GE) - Tel: +390109131047 - Fax: +390109110650																		
Committente: COCIV Sondaggio: S2 Data inizio: 20/06/2018																		
Cantiere: GN 22 - Chiaravagna (GE) Quota caposaldo: p.c. Data termine: 20/06/2018																		
Quote		Risultato dei sondaggi					Idrogeologia		Geotecnica			Strumentazione			Perforazione		Annotazioni	
Quota superiore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Complessi	Percentuale di	Acidi Quality	Descrizione dei litotipi	Lavoro di falda	Prove di permeabilità	Standard Penetration Test	Inclinometro	Tubo in PVC	Piezometro	Assesimetro	Estensimetro	Elevazione	Molecola di acqua	Umidità	Compendio metrico
				Designation	LUCCON													
0.00	4.00					Strato argilloso decomposto ed alterato, con fango chiaro.												
4.00	8.00					Materiale di riporto costituito da ghiaia eterometrica, con clasti laterizi, ciottoli perghiosi, presenza di lacerti fino a 0.30m di profondità, colore grigio.												
8.00	12.00					Strato costituito da serpentinoscisti completamente alterati ed destrutturati, lapidei tra 4.70-5.30m e tra 7.00-7.30m di profondità, colore grigio.												
12.00	16.00																	

Con riferimento ai sondaggi ambientali eseguiti nel giugno 2018 (cfr. figura n.3.1) è possibile definire la seguente stratigrafia di riferimento (con “z” si indica la profondità dal p.c. locale):

Settore Nord e centrale del piazzale (sondaggi S1 – S2)

- z = 0.0÷4.0m: Riporto (ghiaia eterometrica sabbioso-limosa con clasti e laterizi)
- z > 4.0m: Substrato roccioso - Eluvio (serpentinoscisti completamente alterati e destrutturati)

Settore Sud del piazzale (sondaggi S3 – S4)

- Z= 0.0÷4.0m: Riporto (ghiaia eterometrica sabbioso-limosa con clasti e laterizi)
- z > 4.0m: Substrato roccioso (serpentinoscisti sani poco fratturati)

Durante l'esecuzione dei sondaggi non è stata rilevata la presenza di acqua di falda.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-RB-OC00-00-002 Relazione Geotecnica		Foglio 10 di 16

Con riferimento a quanto riportato al precedentemente, ai fini dell'analisi e della verifica delle opere di fondazione in progetto, si fa riferimento al set di parametri geotecnici "caratteristici" riportato nella tabella di cui al seguito.

Parametro		Materiale di riporto	Substrato roccioso alterato	Materiale di riempimento
Peso naturale di volume sat.	γ_{sat} (kN/m ³)	20	28	19
Angolo di attrito	φ' (°)	34	28-30	36
Coesione efficace	c' (kPa)	0	300	0
Angolo di attrito terra/muro	δ (°)	0.67 φ	0.67 φ	--

7. CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Sulla base delle considerazioni sulla stratigrafia e sulle caratteristiche geotecniche dei terreni è possibile scegliere quali parametri geotecnici utilizzare per il calcolo delle fondazioni.

In particolare saranno adottati parametri riferiti ad un graticcio di travi a T rovescia.

GRATICCIO DI TRAVI

Per tale tipologia di fondazione si potranno adottare i parametri del terreno in posto.

Si eseguirà quindi la verifica al carico di capacità portante utilizzando dei parametri geotecnici del terreno relativo ad un substrato roccioso alterato.

Nel seguito si riconferma per la fondazione il modello litotecnico riferimento:

Parametro		Materiale di riporto	Substrato roccioso alterato	Materiale di riempimento
Peso naturale di volume sat.	γ_{sat} (kN/m ³)	20	28	19
Angolo di attrito	φ' (°)	34	28-30	36
Coesione efficace	c' (kPa)	0	300	0
Angolo di attrito terra/muro	δ (°)	0.67 φ	0.67 φ	--

8. GEOMETRIE E DIMENSIONI DELLE FONDAZIONI

Sulla base del progetto del fabbricato in esame risulta che le sue fondazioni saranno di tipo a graticcio di travi. Nel seguito si allega uno stralcio planimetrico del progetto.

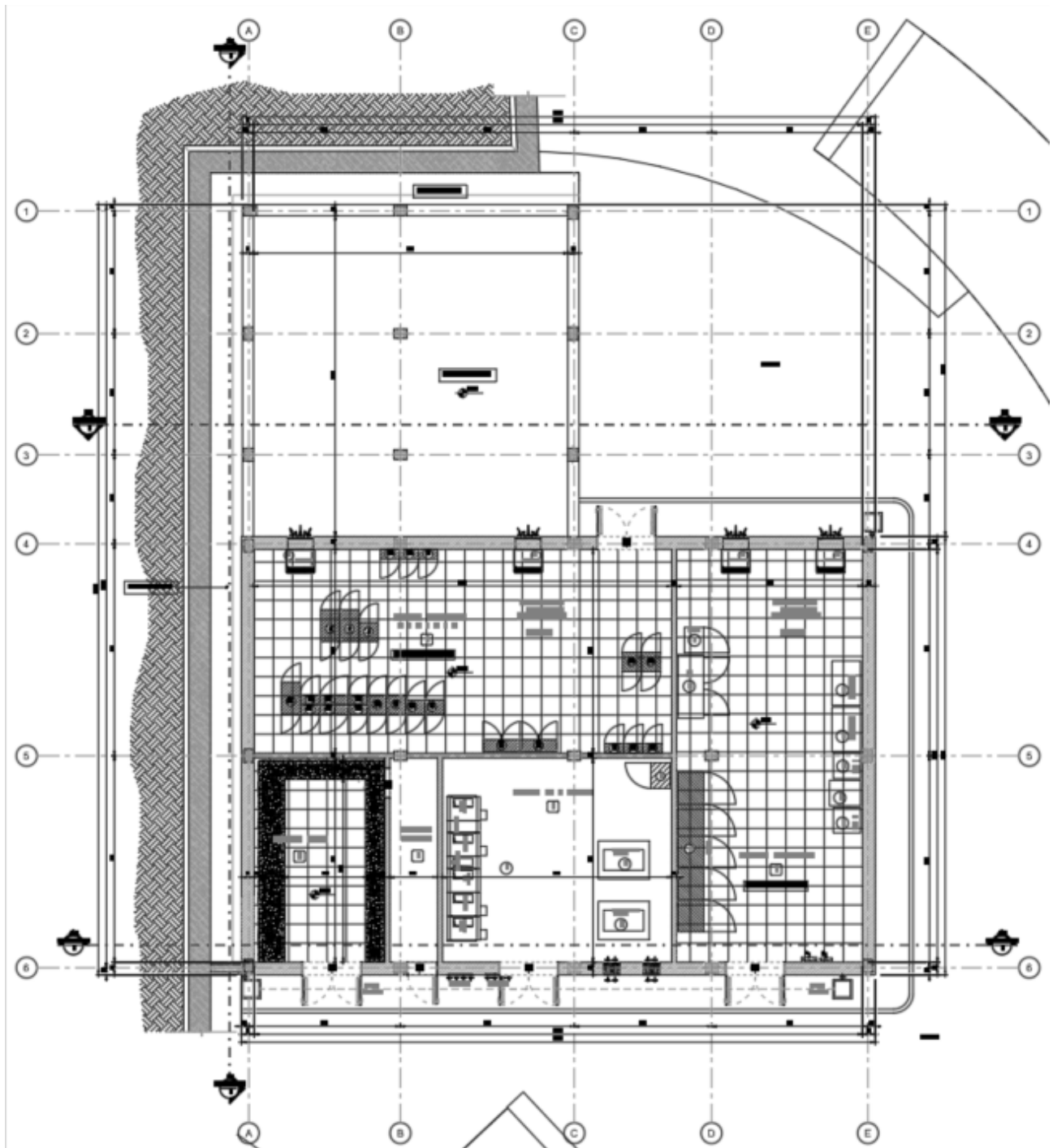
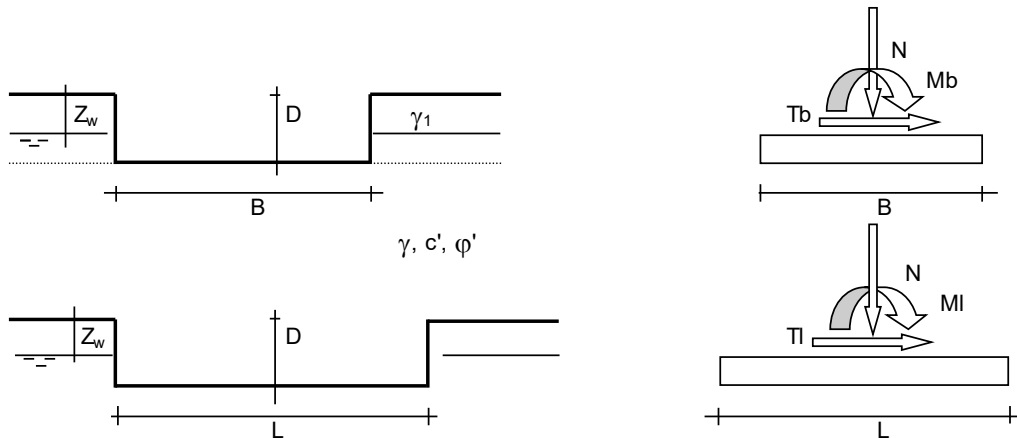


Figura 1 – Pianta PT

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-RB-OC00-00-002 Relazione Geotecnica	Foglio 12 di 16

DIMENSIONI PLATEA

- Profondità piano di posa: (D) 1,10 [m]
- Eccentricità dei carichi: (e) 0,0 [m]
- Inclinazione piano di posa: 0 [°]



9. CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE

Per determinare la capacità portante saranno utilizzate le formule di Brinch-Hansen

Formula di Brinch-Hansen (1970)

La formula di Brinch-Hansen è una estensione della formula di Meyerhof; le estensioni consistono nell'introduzione di un fattore "b" che tiene conto della eventuale inclinazione sull'orizzontale del piano di posa e un fattore "g" per terreno in pendenza. Il modello di calcolo adottato prevede la rottura del terreno di fondazione con la creazione di una superficie di scivolamento estesa.

Assumendo il piano di fondazione orizzontale, con carichi applicati ortogonalmente, ed essendo nullo il contributo della resistenza per coesione, la formula di Brinch-Hansen si riduce a:

$$Q_{lim} = 1/2\gamma BN_{\gamma}S_{\gamma} + q'N_qS_q + c' N_cS_c$$

La formula di Hansen vale per qualsiasi rapporto D/B, sia per fondazioni superficiali sia profonde, ma lo stesso autore introdusse dei coefficienti per meglio interpretare il comportamento reale della fondazione, senza di essi, infatti, si avrebbe un aumento troppo forte del carico limite con la profondità.

- Per valori di $D/B < 1$

$$d_c = 1 + 0.4 \frac{D}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \frac{D}{B}$$

- Per valori $D/B > 1$:

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

Nel caso in cui $\varphi = 0$

D/B	0	1	1.1	2	5	10	20	100
d' _c	0	0.40	0.33	0.44	0.55	0.59	0.61	0.62

Nei fattori seguenti le espressioni con apici (') valgono quando $\varphi = 0$.

- Fattori di forma:

$$s'_c = 0.2 \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 \quad \text{per fondazioni nastroformi}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

- Fattori di profondità:

$$d'_c = 0.4k$$

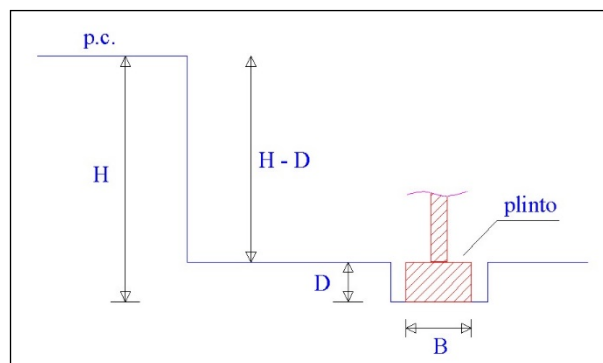
$$d_c = 1 + 0.4k$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)k$$

$$d_\gamma = 1 \text{ per qualsiasi } \varphi$$

$$k = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \tan^{-1} \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} > 1$$



- Fattori di inclinazione del carico

$$i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

$$i_c = i_q \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$i_q = \left(1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5 \quad (\eta = 0)$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta/450)H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5 \quad (\eta > 0)$$

- Fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio):

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-RB-OC00-00-002 Relazione Geotecnica	Foglio 15 di 16

$$g'_c = \frac{\beta}{147}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{147}$$

$$g_q = g_\gamma = (10.5 \tan \beta)^5$$

- Fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata):

$$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_q = \exp(-2\eta \tan \varphi)$$

$$b_q = \exp(-2.7\eta \tan \varphi)$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-RB-OC00-00-002 Relazione Geotecnica		Foglio 16 di 16

TABULATO DI CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

GEOMETRIA FONDAZIONE				FONDAZIONE RIDOTTA			
B	=	95	cm	lato fondazione	eb=	0.00 m	---> B'= 0.95 m
L	=	2375	cm	lunghezza fondazione	el=	0.00 m	---> L'= 23.75 m
D	=	110	cm	profondità di posa			

COEFFICIENTI FORMULA BRINCH-HANSEN				
q	=	30.80	kN/mq	sovraccarico alla profondità D
Nq	=	8.70		coefficienti di capacità portante
Nc	=	18.10		
Ng	=	8.25		
sc	=	1.02		fattori di forma
sq	=	1.02		
sg	=	0.98		coefficienti per calcolare mi
rb	=	1.96		
rl	=	1.04		rad
teta	=	1.57		
mi	=	2.00		coefficienti di capacità portante
iq	=	1.00		
ic	=	1.00		
ig	=	1.00		fattori inclinazione carico
dq	=	1.27		
dc	=	1.31		fattori profondità piano d'appoggio
dg	=	1.00		
bq	=	1		fattori inclinazione base della fondazione
bc	=	1		
bg	=	1		fattori inclinazione piano di campagna
gq	=	1		
gc	=	1		
gg	=	1		

parametro	M2
tanφ	1.25
c'	1.25
cu	1.40
γ	1.00

Verifica	R2
cap. portante	1.8

Azione	A2
permanente	1.0
variabile	1.3

CARICO LIMITE		PRESSIONE AGENTE		qult/q	OK verificato	
q _{lim}	=	6235.28	kN/mq	q=		170.00 kN/mq
q _{ult}	=	3464.04	kN/mq			