

STUDIO GEOLOGICO

Dott. Geol. DANIELE CALVI

Indagini geognostiche geofisiche e geotecniche - Studi geologici territoriali

VIA ANTONIO GRAMSCI, 22 - 27049 STRADELLA (PV) _ tel.338-70.73.831 fax 0385-83.02.67
geocalvi@gmail.com

COMUNE DI MORIMONDO

CITTA' METROPOLITANA DI MILANO

CREAZIONE DI PISTA CICLOPEDONALE

PERCORSO DEI MONACI

RELAZIONE GEOTECNICA
R2

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - Decreto 17 gennaio 2018

"Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»"

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"»

di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 (GU Serie Generale n.35 del 11-02-2019 - Suppl. Ordinario n. 5)

Consulenza a cura di:

Studio geologico Dott. Geol. Daniele Calvi
Via Antonio Gramsci, 22 - 27049 Stradella (PV)
tel: ++39-338-70.73.831
fax: ++39-0385-83.02.67
mail: geocalvi@gmail.com
PEC: danielcalvi@epap.sicurezzapostale.it

Il Professionista incaricato
Dott. Geol. DANIELE CALVI

Committente:

Comune di Morimondo (MI)
Piazza Municipio, 1
20081 - Morimondo (MI)
Cod. fisc. servizio di F.E.:82003090154
PEC: comune.morimondo@pec.regione.lombardia.it

COMUNE DI MORIMONDO (MI)
CREAZIONE DI PISTA CICLOPEDONALE - PERCORSO DEI MONACI
RELAZIONE GEOLOGICA

1. PREMESSE

La presente RELAZIONE GEOTECNICA R2 (punto 6.2.2 D.M. 17/01/18), commissionata dal Comune di Morimondo (MI), con Sede Legale in Piazza Municipio, 1 - 20081 - Morimondo (MI) - Cod. fisc. servizio di F.E.:82003090154 PEC: comune.morimondo@pec.regione.lombardia.it, nella persona del Responsabile Area Tecnica Arch. SARA MAGNANI - PEC: ufficiotecnico@comune.morimondo.mi.it (riferimento Determina dirigenziale n°223/2019 di data 24/12/2019 - Codice CIG Z532B5DD62), viene redatta a supporto della progettazione di un ponticello di attraversamento del corso d'acqua "Cavo Perteghè", da realizzarsi nell'ambito della creazione di una nuova pista ciclopedonale denominata "Percorso dei Monaci".

L'intervento è da realizzarsi in Comune di Morimondo (MI), in corrispondenza di alcuni terreni identificati catastalmente al Foglio 11 - Particelle 5-6-7-11-12-25-131-133-247 - Comune censuario di Morimondo.

Il progettista incaricato dell'intervento è la stessa arch. SARA MAGNANI.

Per la determinazione del MODELLO GEOTECNICO dell'area d'indagine si è proceduto all'esecuzione di specifiche indagini di campagna, consistite in n°1 prova penetrometrica statica *Cone Penetration Test* (CPT-01) condotta a rifiuto strumentale coincidente con il disancoraggio del penetrometro, ed approfondita alla quota di -7,20 metri dall'attuale piano campagna. La prova è stata realizzata in data 15 gennaio 2020 (rifer. RELAZIONE GEOLOGICA R1 - R3 - All.2 e 3).

Attraverso questa indagine viene considerato un volume significativo di terreno compatibile con le caratteristiche dell'intervento e la natura e caratteristiche del sottosuolo. Nello specifico, l'indagine ha permesso di valutare in particolare il grado di *addensamento* per i livelli incoerenti individuati (sabbie, prevalentemente commiste a ghiaia o ghiaietto e addensate in profondità) e di *consistenza e grado di consolidamento* per i livelli coesivi (limi sabbiosi) per quanto questi ultimi del tutto subordinati rispetto ai terreni incoerenti.

I rilievi eseguiti e le risultanze delle indagini geotecniche effettuate sono da ritenersi sufficienti a definire il modello geotecnico delle stesse aree d'indagine.

COMUNE DI MORIMONDO (MI)
CREAZIONE DI PISTA CICLOPEDONALE - PERCORSO DEI MONACI
 RELAZIONE GEOLOGICA

2. MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Dai dati strumentali relativi all'esecuzione di una prova penetrometrica statica (CPT-01), sottoposti a successiva rielaborazione, è stato possibile ricavare i parametri geotecnici esposti nella Tabella 1 e definire il MODELLO GEOTECNICO dello stesso areale d'indagine. Procedendo dalla superficie in profondità si possono schematicamente individuare i seguenti livelli di terreno, a caratteristiche litologiche omogenee:

- (R)** Materiale di riporto (tout-venant compattato costituito da sabbia limosa).
 Spessore 0,60 metri circa dal p.c. attuale.
- (Ao)** Livello di terreno superficiale costituito da limi più o meno sabbiosi. Livello presente da -0,60 metri a -1,20 metri circa dal p.c.
- (SG)** Terreni sabbiosi e ghiaiosi molto addensati.
 Livello presente da -1,20 metri circa dal p.c. a fine prova.

Il quadro riassuntivo dei parametri geotecnici attribuiti ai terreni superficiali, desunti sulla scorta delle indagini svolte, è il seguente (valori minimi riferiti ai singoli strati):

CPT1							
			CONDIZIONI NON DRENANTI A BREVE TERMINE		CONDIZIONI DRENANTI A LUNGO TERMINE		
STRATO	SPESSORE INVESTIGATO (m)	γ'	C_{UK}	ϕ_K	C'_K	ϕ_K	M_0
		kN/m ³	kPa / kN/m ²	°	kPa / kN/m ²	°	kPa / kN/m ²
R	0,60	17,65	----	----	----	17	----
Ao	0,60	20,59	56,88	0	9,81	22	7568,78
SG	6,00	21,57	----	----	----	32	5349,53

Tabella 1 - Parametri nominali

γ'	PESO DELL'UNITÀ DI VOLUME (EFFICACE) DEL TERRENO SATURO
C_{UK}	COESIONE NON DRENATA CARATTERISTICA
C'_K	COESIONE EFFICACE CARATTERISTICA
ϕ_K	ANGOLO DI ATTRITO INTERNO CARATTERISTICO (TERRENI GRANULARI)
M_0	MODULO DI DEFORMAZIONE EDOMETRICO (TERRENI COESIVI E GRANULARI)

Per quanto riguarda le opere di fondazione di progetto, data la tipologia dei terreni sub-superficiali presenti al di sotto del piano di imposta delle fondazioni (prevalentemente incoerenti), nella verifica di sicurezza agli stati limite ultimi in condizioni statiche di cui al successivo capitolo 3, il carico limite ultimo a favore di sicurezza è stato calcolato a lungo termine e condizioni drenate.

3. VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) IN CONDIZIONI STATICHE

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stati limite ultimi (SLU), sia a breve sia a lungo termine. Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Con riferimento alla normativa vigente - Decreto 17 gennaio 2018 “*Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»*” -, per ogni stato limite ultimo per le opere e i sistemi geotecnici deve essere rispettata la condizione:

$$E_{inst,d} \leq E_{inst,d}$$

dove ($E_{inst,d}$) è il valore di progetto dell'azione instabilizzante e dove ($E_{inst,d}$) è il valore di progetto dell'azione stabilizzante (R_d , resistenza del sistema geotecnico).

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi. Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto. Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti.

Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa
- stabilità globale

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1. Le rimanenti verifiche devono essere effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2.

Con riferimento a quanto indicato nella RELAZIONE GEOLOGICA R1 R3 (cap.5), per quanto riguarda la tipologia fondazionale, fermo restando le opportune verifiche da condursi in sede di progettazione definitiva / esecutiva da parte dell'ingegnere strutturista, in relazione alle caratteristiche del terreno per la struttura di progetto si potrà optare per delle fondazioni del tipo “a plinto”, come ipotizzato dalla progettazione.

COMUNE DI MORIMONDO (MI)
CREAZIONE DI PISTA CICLOPEDONALE - PERCORSO DEI MONACI
 RELAZIONE GEOLOGICA

Le verifiche eseguite nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) utilizzano la nota relazione generale proposta da BRINCH HANSEN (1970), valida per fondazioni orizzontali, soggette a carico centrato (assenza di momenti angolari) ed in presenza di terreni coesivi e/o granulari. Per lo sviluppo dei successivi calcoli di portanza del terreno si considera il piano di imposta delle stesse sottostrutture ad una profondità (D) pari a -1,00 metri rispetto al piano campagna attuale ed una larghezza (B) pari a 1,00 x 1,70 metri, nell'ipotesi considerata (refer. indicazioni progettuali).

Il valore dell'angolo di attrito interno caratteristico (ϕ_k) del terreno, da adottare nella formula di BRINCH HANSEN viene assunto - a favore di sicurezza -, pari al valore riferito allo strato di terreno di imposta delle sottostrutture di progetto (livello geotecnico A₀), pari a 22°, mentre per quanto riguarda il peso di volume umido del terreno sopra il piano di posa della fondazione (γ^1) e il peso di volume umido del terreno sotto il piano di posa della fondazione (γ^2) i valori da adottare risultano rispettivamente pari a 20,59 kN/m³ e 21,57 kN/m³.

Dall'elaborazione otteniamo i valori di portanza del terreno di fondazione riassunti nella seguente tabella, calcolati sia alle tensioni ammissibili TA (con FS = 3: calcolo con D.M. 11/03/1988 "vecchia" normativa geotecnica) che agli stati limite ultimi (SLU).

CALCOLO DELLA RESISTENZA DEL SISTEMA GEOTECNICO (Rd) CON D.M. 17 GENNAIO 2018									
D	1,00	m	caratteristiche della fondazione Parametri geotecnici del terreno						
B	1,00	m							
Φ	22,00	°							
γ_1	20,59	kN/mc							
γ_2	21,57	kN/mc							
Approccio 1 Combinazione 1 (STR)			Approccio 1 Combinazione 2 (GEO)			Approccio 2			
R	186,68	kN/ml	R	120,17	kN/ml	R	186,68	kN/ml	
R	18,67	t/ml	R	12,02	t/ml	R	18,67	t/ml	
$\gamma R = 1,0$			$\gamma R = 1,8$			$\gamma R = 2,3$			
R/ γR (Rd)	18,67	t/ml	R/ γR (Rd)	6,68	t/ml	R/ γR (Rd)	8,12	t/ml	
	18,67	t/m ²		6,68	t/m ²		8,12	t/m ²	
	183,07	KN/ml		65,47	KN/ml		79,59	KN/ml	
	183,07	KN/m ²		65,47	KN/m ²		79,59	KN/m ²	
. = q lim D.M. 11/03/1988			18,67	t/ml	CALCOLO CON D.M. 11/03/1988 "VECCHIA" NORMATIVA GEOTECNICA				
. = q amm D.M. 11/03/1988			6,22	t/ml					
. = q amm D.M. 11/03/1988			6,22	t/mq					

Tabella 2

Calcolo della resistenza del sistema geotecnico (Rd) con D.M. 17 gennaio 2018

Le fondazioni di progetto risultano perciò verificate rispetto all'applicazione di un valore della resistenza (Rd) non superiore a 8,12 t/m² = 0,812 Kg/cm²

COMUNE DI MORIMONDO (MI)
CREAZIONE DI PISTA CICLOPEDONALE - PERCORSO DEI MONACI
RELAZIONE GEOLOGICA

3.1 CEDIMENTI

In relazione alle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati e al loro grado di compattazione, i cedimenti assoluti sia a breve che a lungo termine - conseguenziali all'applicazione dei carichi indotti sul terreno dalla nuova struttura di progetto -, potranno essere limitati entro valori accettabili.

3.2 COEFFICIENTE DI WINKLER

Il calcolo del coefficiente di sottofondo o di Winkler (K_w) ha considerato il parametro densità relativa DR (%) relativamente agli strati a diretto contatto con le fondazioni di progetto. I risultati indicano un valore di K_w pari a $1,27 \text{ kg/cm}^3$ (condizione di terreno saturo), in funzione della dimensione di fondazione considerata (fondazione "a plinto" di larghezza (B) pari a 1,00 metri, nell'ipotesi considerata) e dello stato di compattazione del terreno di appoggio (*stato di addensamento: medio*).

3.3 CONCLUSIONI

Stante le premesse, gli interventi di progetto risultano compatibili con la situazione geotecnica dei luoghi, fermo restando quanto specificato al Cap.5 della RELAZIONE GEOLOGICA R1 - R3.

I riscontri ottenuti in fase investigativa confermano la fattibilità geotecnica dell'intervento.

Stradella, gennaio 2020

Il Professionista Incaricato
Dott. Geol. Daniele Calvi