

Fiume Po

Classifica: LO-E-31

CUP: B68H22000760002

CIG: Z13389ED5B



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO



OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE DELL'ARGINE MAESTRO DEL FIUME PO (LOTTO 1) NEI COMUNI DI SOMAGLIA, GUARDAMIGLIO E SAN ROCCO AL PORTO (LO) - DGR 6273/2022

ELABORATO

RELAZIONE GENERALE

UBICAZIONE DELL'OPERA

Comune di Guardamiglio

DATA 08.03.2024 SCALA ---

AGG.TO

COMMITTENTE

Direzione Territoriale Idrografica Lombardia Occidentale
Ufficio Operativo di Milano

Palazzo Sistema Via Taramelli, 12 – 20124 Milano
Tel. 02/777141 - Fax. 02/77714222
protocollo@cert.agenziapo.it



Progettista:
Dott.Ing. Gian Pietro ARMANI

Via Manzoni,6
43014 Felegara di Medesano (PR)
E-mail : gianpietro.arnani@hotmail.com

Responsabile Unico del Procedimento:
Ing. Sabrina CANALI

Il Dirigente:
Dott.Ing. Marco LA VEGLIA

1

OGGETTO: RELAZIONE IDRAULICA : (LO-E-31) DGR 6273/2022 – Opere di impermeabilizzazione dell'argine maestro del f. Po (lotto 1) nei comuni di Somaglia, Guardamiglio, San Rocco al Porto. – progettazione e DL

CUP: B68H22000760002 CIG: Z13389ED5B

Il tratto di arginature maestre del Basso Lodigiano rientra nella rete delle opere di competenza dell'Agenzia Interregionale per il Po - Direzione Territoriale Idrografica Lombardia Occidentale - Ufficio Operativo di Milano con sede in Milano via Taramelli,12.



Figura 1 : ORTOFOTO GOOGLE MAPS localizzazione planimetrica del l'intervento

Indice generale

INTRODUZIONE.....	3
GENERALITA'	3
FINANZIAMENTO.....	5
VERIFICA DI STABILITA' DEL CORPO ARGINALE IN CONDIZIONI SISMICHE.....	6
REPORT DEI RISULTATI DI CALCOLO DELLA STABILITA' STRUTTURALE.....	9
-----	9
INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI CARATTERISTICI DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE.....	33
SOLUZIONE PROGETTUALE.....	34
DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	35
RILIEVO TOPOGRAFICO.....	35
NUOVE INDAGINI GEOGNOSTICHE – COEFFICIENTI DI FILTRAZIONE.....	35
VERIFICA AL SIFONAMENTO CON FORMULE CLASSICHE.....	36
CARATTERISTICHE IDRAULICHE DEL TRATTO FLUVIALE.....	40
URBANISTICA-PAESAGGIO.....	40
SICUREZZA DEL CANTIERE.....	40
TEMPI DI REALIZZAZIONE.....	40
OCCUPAZIONI TEMPORANEE.....	41
QUADRO TECNICO ECONOMICO.....	41
ELABORATI PROGETTUALI.....	43

INTRODUZIONE

L'Agenzia Interregionale per il Fiume Po (A.I.Po) è subentrata al Magistrato per il Po, già organo decentrato del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, in attuazione della Legge 59/97 e del successivo D.Lgs.112/98. Dal 01/01/2003 è organo strumentale alla gestione interregionale della difesa del territorio dalle alluvioni con riferimento alle quattro regioni, Piemonte, Lombardia, Emilia Romagna e Veneto, del bacino idrografico. La Regione Lombardia ha stabilito la sua partecipazione all'istituzione di A.I.Po con L.R. n. 5 del 2 Aprile 2002, la quale esercita le proprie funzioni nell'ambito della Direzione Territoriale Idrografica Lombardia con sede di riferimento regionale presso l'Ufficio Operativo di Milano. L'A.I.Po – Ufficio Operativo di Milano, svolge le funzioni di programmazione operativa, progettazione ed attuazione degli interventi finalizzati alla sicurezza idraulica del territorio regionale sulle arginature classificate "Opere idrauliche di seconda e terza categoria", ai sensi del Testo Unico n. 523/1904. I tratti di competenza sono delineati dalla deliberazione n. [REDACTED] del [REDACTED] ALLEGATO A - RETICOLO IDRICO DI COMPETENZA DELL'AGENZIA INTERREGIONALE DEL FIUME PO tra cui figura il tratto di fiume Po su cui viene progettato l'intervento

ALLEGATO A: Fiume Po: Dal ponte della frazione Calcinera Inferiore in comune di Paesana CN fino allo sbocco nel mare adriatico – Tratto LO 001

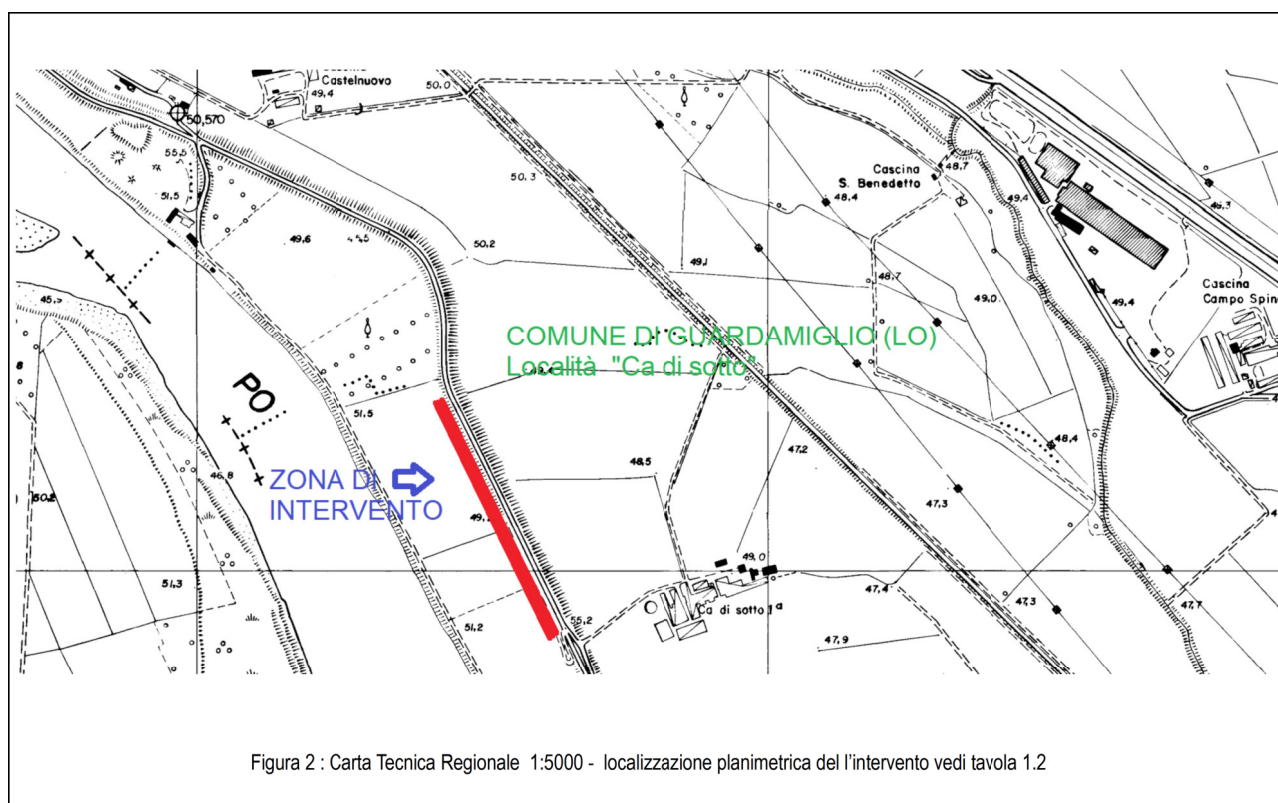
GENERALITA'

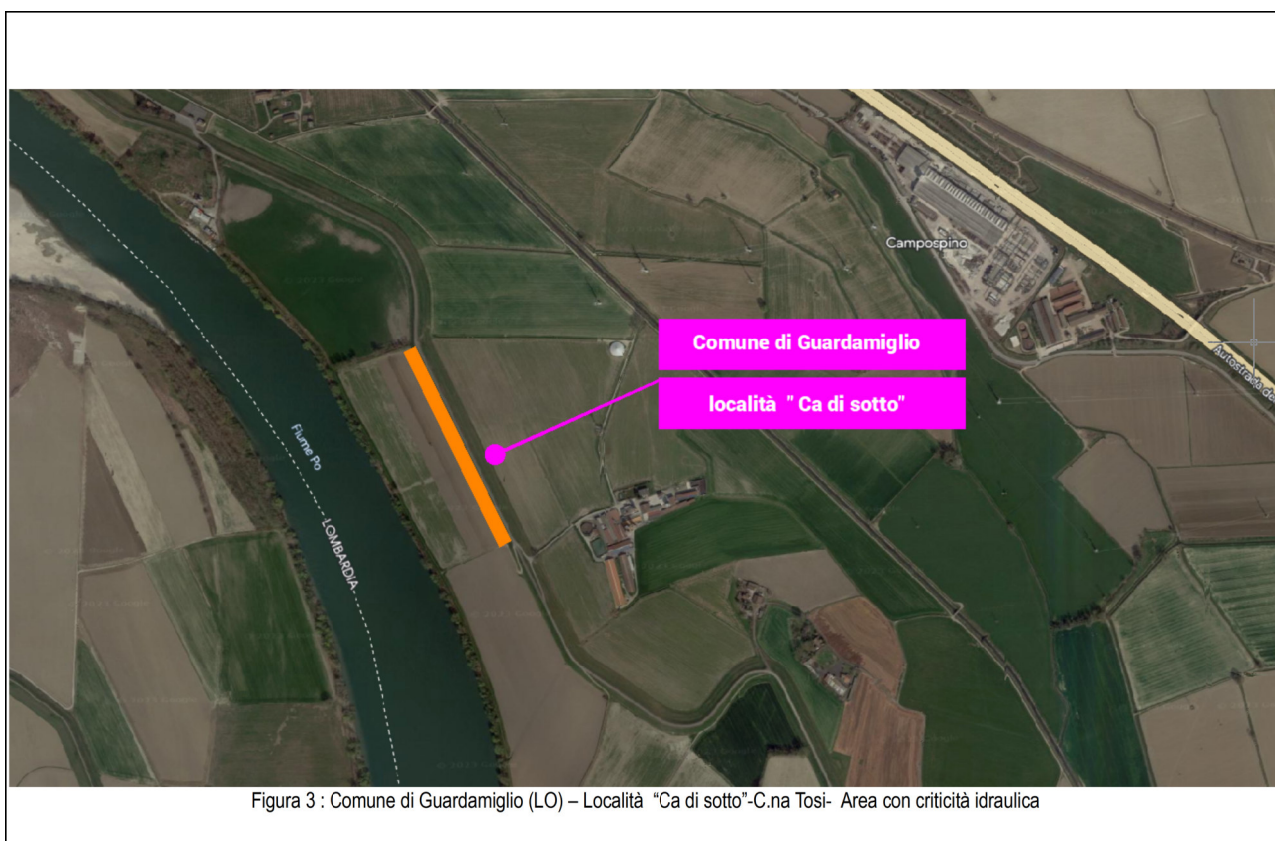
Il massimo fiume italiano si sviluppa per una lunghezza di circa 650 km dal Monviso al mare. Per i primi 250 km scorre in un alveo pressoché naturale con tratti arginati in maniera non continua e nei successivi 400 km si sviluppa entro un imponente complesso arginale. Il suo corso è stato molto variabile nel tempo, avendo vagato anche di parecchi chilometri nella direzione Nord-Sud nei limiti della pianura padana. Ciò ha indotto le popolazioni locali ad erigere arginature inizialmente modeste e prive di continuità che, con l'andare del tempo, sono arrivate a saldarsi fra loro, aumentando via via di dimensione trasversale sino a raggiungere l'attuale configurazione. Il comprensorio idraulico Lombardo, di rilevante estensione territoriale e con profonda eterogeneità delle caratteristiche morfologiche, insiste e costeggia ambiti ampiamente urbanizzati e produttivi, con la presenza di aree ad elevata valenza naturalistica. Il tratto oggi presenta un sistema di difesa di 2^a categoria idraulica dagli eventi di piena la cui gestione richiede una sistematica azione di manutenzione. A titolo puramente indicativo si può precisare che gli argini maestri (tutti di seconda categoria) limitano l'alveo di massima piena, o letto maggiore del fiume, e possono contenere portate dell'ordine di 14.000 mc/sec nel tratto mediano. Ciò nonostante ancora oggi non sono risolti i problemi di messa in sicurezza dei territori confinanti nei confronti degli eventi di piena del Po. In particolare il tratto di F.Po ove si situa l'intervento è attualmente protetto da una imponente arginatura con altezze fino ad oltre 6,50-6,70-6,90 mt. sul piano campagna, larghezze di sezione che in taluni punti superano i 45 m di ingombro, i livelli idrometrici ancorché in condizioni ordinarie risultano superiori alla giacitura dei centri abitati limitrofi.

Ciò nonostante ancora oggi non sono risolti i problemi di messa in sicurezza di tale territorio nei confronti degli eventi di piena del Po.

Uno degli aspetti più critici per la garanzia delle condizioni di sicurezza del territorio è il contrasto ai fenomeni di filtrazione e sortuomosità in quanto, nell'area Lombarda così come in altre aree del bacino, la durata degli eventi di

piena del F.Po, con battenti idraulici di 5-6 m sopra il circostante piano campagna ha durate del tutto ragguardevoli e degne di attenzione anche in relazione al cumularsi dei contributi volumetrici delle importanti immissioni dei tributari laterali (Ticino, Adda e Lambro). Il permanere a lungo di livelli idrometrici elevati, in presenza di terreni alluvionali con elevata frazione limo-sabbiosa e limo argillosa, scarsamente addensati, ove sono stati constatati diffusi fenomeni di sortuomosità, intensifica e favorisce lo sviluppo di moti di filtrazione attraverso le litologie più permeabili portando alla comparsa a campagna dei noti "fontanazzi" i quali costituiscono pericolosi punti di innesco di fenomeni di sifonamento, che possono produrre cedimenti progressivi ed indebolimenti con rotte fino al crollo dell'arginatura, se non opportunamente contrastati. Il subdolo problema dei fontanazzi, allo stato attuale, assume rilevanza prioritaria nella messa in atto di interventi. Il controllo ed il monitoraggio dei fontanazzi mediante la realizzazione di opportuni interventi di perimetrazione con coronella di sacchi, durante l'evento di piena, è da ritenersi soltanto come un intervento di emergenza e non come la soluzione al problema. L'estrema eterogeneità delle condizioni del sottosuolo, variabile da sezione a sezione e la possibilità che si inneschino nuovi fontanazzi in aree dove non si riesce ad accedere con tempestività, oltre alla vastità dell'eterogeneo sistema arginale, espongono il territorio ad un rischio elevato per cui l'unica strategia di intervento è la realizzazione di opportune diaframature ed impermeabilizzazioni che consentano di fermare, o almeno contenere in maniera significativa e vantaggiosa in termini di sicurezza generale, i moti di filtrazione a garanzia dell'integrità arginale anche in previsione di un inarrestabile decadimento idrologico.





FINANZIAMENTO

L'intervento risulta contenuto nel PROGRAMMA 2022 – 2026 relativo agli INTERVENTI URGENTI E PRIORITARI PER LA DIFESA DEL SUOLO E LA MITIGAZIONE DEI RISCHI IDROGEOLOGICI DEL TERRITORIO LOMBARDO e OPERE PER LA RIDUZIONE DEGLI IMPATTI NEGATIVI DERIVANTI DALLE ALLUVIONI (DIRETTIVA 2007/60/CE) E MODIFICA ALL'ALLEGATO 1 DELLA DGR 6047/2022 - DELIBERAZIONE N° XI / 6273 Seduta del 11/04/2022

A seguito dei numerosi eventi di piena del fiume Po verificatisi dal 2000 al novembre 2018, nell'ambito della successiva ricognizione operata dall'AiPo tra gli interventi da eseguire a salvaguardia della pubblica e privata incolumità, anche quello finalizzato al miglioramento della sicurezza idraulica e alla protezione del rilevato arginale nei confronti dei moti di filtrazione in sinistra del Fiume Po nel tratto a monte dei centri abitati di San Rocco al Porto - Guardamiglio e Somaglia nel basso Lodigiano. L'area ove è stato pianificato l'intervento è contraddistinta da una elevata pericolosità per la tenuta arginale a causa della vicinanza dell'arginatura all'alveo attivo del fiume (argine in frodo) nel tratto meandriforme posto a valle dell'immissione del F.Lambro meridionale. I meandri di Boscone Cusani e Somaglia e le relative arginature sono situati nel tratto di fiume a maggiore sinuosità in un'area densamente abitata ove sono presenti importanti infrastrutture ferroviarie ed autostradali. In termini di abbattimento del rischio e pericolosità idraulica il sistema arginale lodigiano richiede una attenta manutenzione dei presidi di difesa contro le inondazioni e dei corsi d'acqua causate da fenomeni di infiltrazione e sifonamento. Tali misure rientrano nelle linee guida di prevenzione del PGRA finalizzate alla riduzione della vulnerabilità degli elementi antropici e strutturali esposti.

L'intervento ricade nella proposta di "Programma 2022 – 2026 di interventi urgenti e prioritari per la difesa del suolo e la mitigazione dei rischi idrogeologici del territorio lombardo nonché opere per la riduzione degli impatti negativi derivanti dalle alluvioni (Direttiva 2007/60/CE)" di cui all'Allegato A.

Il finanziamento disposto su tre esercizi 2022-2023-2024 è riportato nell'Allegato 1 - Scheda di programma triennale dei lavori pubblici 2022-2024 della Agenzia Interregionale del Fiume Po al C.U.I. : L92116650349202200101 – C.U.P.: B68H22000760002 con massima priorità ed importi finanziati di €. 1.500.000,00 rispettivamente previsti €.450.000,00 -anno 2022,€. 450.000,00 anno 2023 e €. 600.000,00 anno 2024.

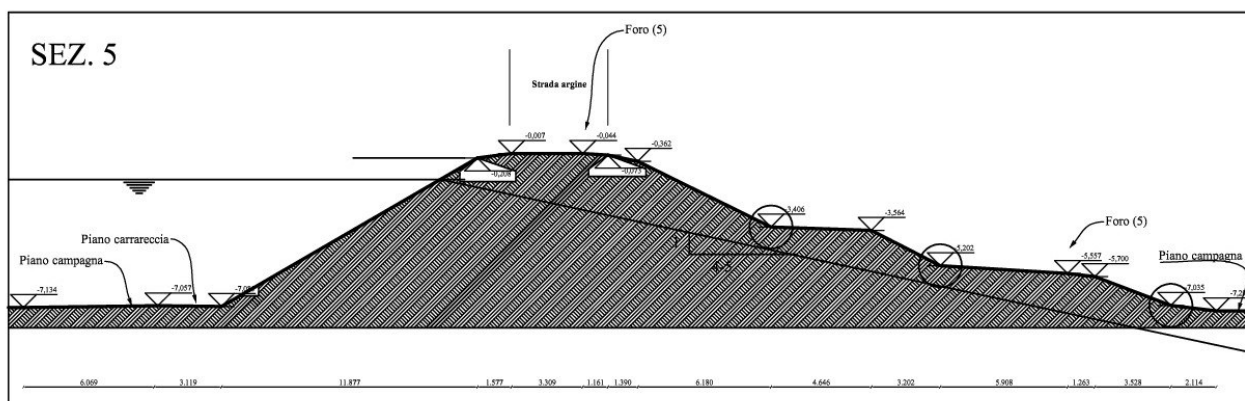
L'Agenzia intende procedere alla progettazione definitiva-esecutiva delle opere di cui in oggetto, per un importo stimato (comprensivo degli oneri per la sicurezza non soggetto a ribasso d'asta, pari ad €. **1.043.305,98 + 16.694,02 =1.060.000,00**

VERIFICA DI STABILITA' DEL CORPO ARGINALE IN CONDIZIONI SISMICHE

La presente verifica, di carattere sismico, si pone come obiettivo la valutazione della stabilità progettuale del corpo arginale mirata al soddisfacimento delle norme NTC 2018. Il calcolo di verifica risulta condotto con il codice di calcolo SSAP 5.1 - Slope Stability Analysis Program (1991,2022),

La stabilità del pendio nelle condizioni di invaso pieno è stata verificata secondo la teoria di MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965). Il programma di calcolo ha fornito le 10 superfici di rottura critiche ed in particolare la linea con F_s (coefficiente di sicurezza) minimo $F_s = 2,03 > 1,20$.

La verifica è stata condotta sulla sezione più significativa, quella mediana del rilievo la sezione n. 5, adottando un angolo di attrito $\phi = 30^\circ$ cautelativo (cioè ridotto rispetto a quelli rilevati). ed una coesione non drenata pari a 0,1 Kg/cmq..



La sezione è stata valutata sul piano geometrico per una prima verifica di tipo speditivo circa l'andamento della linea di imbibizione con copertura minima di un metro. Il tracciamento ha messo in evidenza una linea di involucro con

pendenza d 1 / 4 -5 in accordo con le prescrizioni della Circolare per la sistemazione e manutenzione delle arginature del Circolo Superiore di Ispezione del F.Po del 25/7/1952 e delle linee guida del progetto SIMPO (basso Po 1 / 6 --medio Po 1 /4-5).

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI GUARDAMIGLIO

Dalla relazione geotecnica sono stati rilevati ed acquisiti i dati peculiari della geologia e della sismica del sito ove si situa l'intervento oggetto di progettazione. Si è identificata la classificazione sismica del sito che riporta i dati di pericolosità sismica secondo l'elenco dei comuni con pericolosità sismica accelerazione massima e zona sismica di appartenenza. I dati rilevati dalla relazione geologica e dai sondaggi del Dott. Geol. M.Visconti sono da ritenersi parte integrante del presente progetto.

ALLEGATO A – CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI ITALIANI

Codice Istat 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 198N.C.)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi del presente documento (2003)
03098029	Guardamiglio	N.C.	N.C.	4

La Regione Lombardia, con D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129, ha provveduto all'aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni.

Tale provvedimento è stato emanato in attuazione della Legge 112/1998, della legge regionale 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d), del D.P.R. 380/2001 e di specifiche O.P.C.M., tra cui la n. 3274/2003, recepita dalla D.G.R. 7 novembre 2003, n.14964.

La Giunta Regionale ha approvato il 30 marzo 2016 - D.G.R. n. X/5001 le linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica, ai sensi degli artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015.

La nuova zonazione sismica e la l.r. 33/2015 sono entrambe efficaci dal 10 aprile 2016.

In particolare, la l.r. n. 33/2015 aggiorna la normativa sulle costruzioni in zona sismica adeguandola al D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (Testo Unico in materia Edilizia).

ESTRATTO DALL'ELENCO DEI COMUNI CON INDICAZIONE DELLE RELATIVE ZONE SISMICHE E DELL'ACCELERAZIONE MASSIMA (AGMAX) PRESENTE ALL'INTERNO DEL TERRITORIO COMUNALE (O.P.C.M. 3519/06 E DECRETO MIN. INFRASTRUTTURE 14/01/08)

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	Ag max
03098029	LO	GUARDAMIGLIO	3	0,087466

Dr. Geol. Maurizio Visconti – LO-E-87-M – Lavori di manutenzione al reticolo idraulico del PTI-MI-1 nella Provincia di Lodi - indagini geognostiche per rinforzo difesa arginale del Fiume Po nel Comune di Guardamiglio (LO)

Zona sismica	Fenomeni riscontrati	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
1	Zona con pericolosità sismica alta . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$a_g \geq 0,25g$
2	Zona con pericolosità sismica media , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq a_g < 0,25g$
3	Zona con pericolosità sismica bassa , che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq a_g < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa . E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g < 0,05g$

In successione con l'ausilio del software per il calcolo della pericolosità sismica si sono calcolati i coefficienti

- **kh = 0,0083**

coefficiente sismico orizzontale

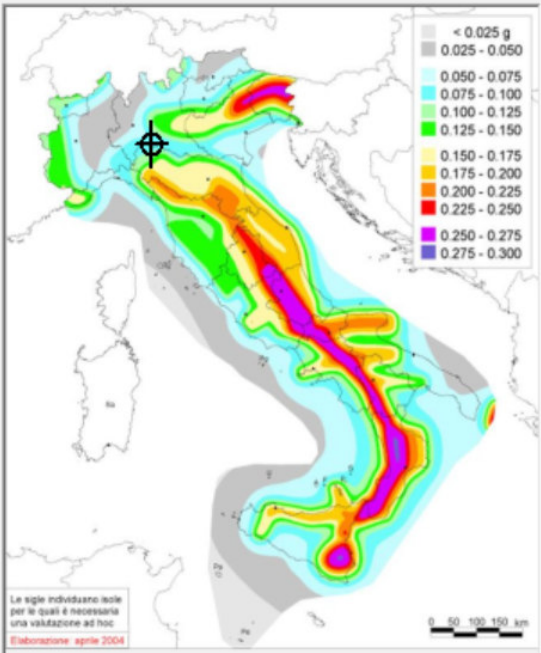
- $k_v = 0,5 \ k_h$

coefficiente sismico verticale

☐ Ricerca per coordinate ☒ Ricerca per comune ☐ Isole

Longitudine: 9,6824 Latitudine: 45,1085

Nodi del reticolo



Parametri interpolati

TR	ag	Fo	Tc*
30	0,031	2,535	0,203
50	0,037	2,574	0,220
72	0,043	2,554	0,248
101	0,049	2,548	0,256
140	0,055	2,568	0,266
201	0,063	2,566	0,278
475	0,086	2,535	0,289
975	0,111	2,506	0,297
2475	0,152	2,499	0,303

Regione: Lombardia Provincia: Lodi (LD)

Comune: Guardamiglio

OK Annulla

V_R Stato Limite: SLV \rightarrow a_g F_o T_{c^*}

Suolo: C S_s 1,5000 Topo: T1 h/H 0 S_T 1,0000

a_{max} 0,0459 g β_m 0,1800 k_h 0,0083 k_v 0,0041

REPORT DEI RISULTATI DI CALCOLO DELLA STABILITA' STRUTTURALE

SSAP 5.1 - Slope Stability Analysis Program (1991,2022)

WWW.SSAP.EU

Build No. 12804

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI

UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

Ricercatore Associato CNR-IRPI

File report: F:\ASUS_20221211\SSAP\GUARDAMIGLIO_5_5555\guardamigliodefmgliorato_routine 20230421
sismica.txt

Data: 2023

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: GUARDAMIGLIOdefmglio.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

__ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X,Y (in m) __

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	0.00	7.42	1.00	15.30	8.01	-	-
5.15	2.12	5.15	2.12	26.33	7.93	-	-
15.30	8.01	5.15	2.12	23.89	9.21	-	-
17.35	9.21	15.30	8.00	17.35	9.21	-	-
23.89	9.21	26.33	7.93	15.30	8.01	-	-
23.89	9.21	30.64	5.80	-	-	-	-
26.33	7.98	35.29	5.64	-	-	-	-
30.64	5.80	38.48	4.01	-	-	-	-
35.29	5.64	45.66	3.51	-	-	-	-
38.48	4.01	49.19	2.12	-	-	-	-
45.66	3.51	51.30	1.00	-	-	-	-

49.19	2.12	7.42	1.00	-	-	-	-
51.30	1.00	-	-	-	-	-	-
51.30	1.00	-	-	-	-	-	-

SUP FALDA

X Y

0.00 8.00

15.30 8.00

45.66 1.53

49.19 1.00

51.30 1.00

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero e effetto pressione dei pori:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze

destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³):..... 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A

..... 0

Coefficiente K0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa)..... 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE
IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	30.00	10.00	0.00	18.00	20.00	2.208	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	30.00	10.00	0.00	18.00	20.00	2.208	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	30.00	10.00	0.00	18.00	20.00	2.208	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH) (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: $\gamma_{PHI}=1.25$ e $\gamma_C=1.25$ - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00
..... 0.00
..... 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*:
..... 2.1 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 1.03
..... 47.20

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin):
..... 0.00

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 6.16
..... 50.27

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 15000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso
di uso del motore di ricerca NEW RANDOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (λ_0, F_{s0}) ADOTTATO : A (rapido)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO K_h : 0.0083

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO K_v (assunto Positivo): 0.0042

COEFFICIENTE $c=K_v/K_h$ UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0

durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s

X(m)	Y(m)	#Superficie N.1	- #FS_minimo	#Fattore di sicurezza(FS)= 2.0380	#Lambda= 0.2710
3.637	1.497				
6.221	0.046				
7.416	0.164				
10.149	0.894				
11.515	1.520				
14.611	2.998				
17.460	4.931				
19.107	6.448				
20.098	7.574				
20.098	9.210				

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 2	#Fattore di sicurezza(FS)= 2.0403	#Lambda= 0.2662
3.726	1.534			
6.024	0.301			
7.177	0.512			
9.025	1.131			
10.546	2.012			

12.786	2.630
13.844	3.113
15.786	4.078
16.730	4.621
18.700	6.014
20.047	6.962
20.764	7.550
20.764	9.210

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 3	#Fattore di sicurezza(FS)= 2.0509	#Lambda= 0.2511
3.798	1.563			
6.211	0.180			
8.379	0.548			
11.684	1.103			
14.668	2.602			
18.280	4.873			
20.774	7.261			
21.001	7.511			
21.001	9.210			

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 4	#Fattore di sicurezza(FS)= 2.0596	#Lambda= 0.2535
5.289	2.201			
7.164	1.143			
9.755	1.509			
12.181	2.581			
15.445	3.874			
16.823	4.751			

19.418	6.453
20.702	7.540
20.702	9.210

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 5 #Fattore di sicurezza(FS)= 2.0666 #Lambda= 0.2464
3.749	1.543	
5.636	0.485	
9.776	1.104	
11.726	1.566	
14.445	3.062	
17.862	4.971	
19.280	6.007	
20.640	7.293	
21.125	7.478	
21.125	9.210	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 6 #Fattore di sicurezza(FS)= 2.0715 #Lambda= 0.2630
4.437	1.826	
6.097	0.937	
10.225	1.447	
13.669	2.839	
15.945	3.986	
18.908	6.493	
19.862	7.616	
19.862	9.210	

X(m) Y(m) #Superficie N. 7 #Fattore di sicurezza(FS)= 2.0881 #Lambda= 0.2680

4.882 2.010

6.986 0.796

10.109 1.137

11.800 1.983

13.199 2.756

14.955 3.601

17.745 5.249

19.264 6.854

19.954 7.493

19.954 9.210

X(m) Y(m) #Superficie N. 8 #Fattore di sicurezza(FS)= 2.0944 #Lambda= 0.2774

3.689 1.519

4.919 0.829

6.680 0.950

8.286 0.997

10.584 2.024

12.741 3.061

14.065 3.731

16.341 4.886

18.430 6.685

19.099 7.486

19.099 9.210

X(m) Y(m) #Superficie N. 9 #Fattore di sicurezza(FS)= 2.1015 #Lambda= 0.2425

4.988 2.053

7.623	0.558
11.316	0.997
15.154	2.785
17.080	3.895
19.109	5.371
21.864	7.497
21.864	9.210

X(m)	Y(m)	#Superficie N.10	#Fattore di sicurezza(FS)= 2.1024	#Lambda= 0.2743
3.280	1.350			
5.011	0.415			
6.986	0.763			
8.790	0.879			
9.464	1.223			
10.479	1.752			
11.288	2.172			
12.439	2.815			
14.341	3.417			
15.477	4.125			
16.638	4.654			
17.396	5.162			
18.270	5.970			
18.823	6.619			
19.738	7.674			
19.738	9.210			

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s *

Analisi Deficit in riferimento a $F_s(\text{progetto}) = 1.200$

Sup N.	F_s	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	2.038	553.9	271.8	227.7	Surplus
2	2.040	518.4	254.1	213.5	Surplus
3	2.051	591.1	288.2	245.2	Surplus
4	2.060	476.7	231.5	199.0	Surplus
5	2.067	549.7	266.0	230.5	Surplus
6	2.071	475.7	229.6	200.1	Surplus
7	2.088	489.7	234.5	208.3	Surplus
8	2.094	432.5	206.5	184.7	Surplus
9	2.102	605.5	288.1	259.8	Surplus
10	2.102	485.5	230.9	208.4	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 184.7

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN

per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata,

ovvero in kN/m

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR F_s

X	dx	alpha	W	ru	U	phi'	(c',Cu)
(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(-)	(kPa)	(°)	(kPa)
3.637	0.221	-29.31	13.47	0.98	59.63	30.00	10.00
3.857	0.221	-29.31	14.25	0.95	60.92	30.00	10.00
4.078	0.221	-29.31	15.02	0.92	62.26	30.00	10.00
4.299	0.221	-29.31	15.79	0.89	63.55	30.00	10.00
4.520	0.221	-29.31	16.56	0.87	64.59	30.00	10.00
4.741	0.221	-29.31	17.33	0.85	65.33	30.00	10.00
4.962	0.188	-29.31	15.33	0.82	66.11	30.00	10.00
5.150	0.221	-29.31	18.04	0.80	66.72	30.00	10.00
5.371	0.221	-29.31	18.92	0.78	67.57	30.00	10.00
5.592	0.221	-29.31	19.80	0.76	68.44	30.00	10.00
5.813	0.221	-29.31	20.68	0.75	69.28	30.00	10.00
6.034	0.187	-29.31	18.21	0.73	70.02	30.00	10.00
6.221	0.221	5.65	21.98	0.72	70.50	30.00	10.00
6.442	0.221	5.65	22.21	0.71	70.80	30.00	10.00
6.663	0.221	5.65	22.44	0.70	70.89	30.00	10.00
6.884	0.221	5.65	22.67	0.69	70.85	30.00	10.00
7.105	0.221	5.65	22.90	0.69	70.75	30.00	10.00
7.326	0.090	5.65	9.39	0.68	70.61	30.00	10.00
7.416	0.004	14.95	0.44	0.68	70.55	30.00	10.00
7.420	0.221	14.95	23.14	0.68	70.55	30.00	10.00
7.641	0.221	14.95	23.21	0.67	70.34	30.00	10.00
7.862	0.221	14.95	23.27	0.67	70.05	30.00	10.00
8.083	0.221	14.95	23.34	0.66	69.67	30.00	10.00
8.304	0.221	14.95	23.40	0.66	69.20	30.00	10.00
8.525	0.221	14.95	23.47	0.65	68.65	30.00	10.00
8.746	0.221	14.95	23.54	0.64	68.19	30.00	10.00

8.967	0.221	14.95	23.60	0.64	67.74	30.00	10.00
9.188	0.221	14.95	23.67	0.63	67.25	30.00	10.00
9.409	0.221	14.95	23.73	0.62	66.73	30.00	10.00
9.630	0.221	14.95	23.80	0.62	66.24	30.00	10.00
9.851	0.221	14.95	23.87	0.61	65.76	30.00	10.00
10.071	0.077	14.95	8.34	0.61	65.29	30.00	10.00
10.149	0.221	24.61	23.86	0.61	65.14	30.00	10.00
10.370	0.011	24.61	1.17	0.60	64.61	30.00	10.00
10.380	0.221	24.61	23.73	0.60	64.59	30.00	10.00
10.601	0.221	24.61	23.61	0.60	63.86	30.00	10.00
10.822	0.221	24.61	23.49	0.59	63.06	30.00	10.00
11.043	0.221	24.61	23.37	0.59	62.19	30.00	10.00
11.264	0.221	24.61	23.25	0.58	61.27	30.00	10.00
11.485	0.030	24.61	3.10	0.58	60.41	30.00	10.00
11.515	0.221	25.53	23.10	0.58	60.33	30.00	10.00
11.736	0.221	25.53	22.96	0.57	59.57	30.00	10.00
11.957	0.221	25.53	22.82	0.57	58.76	30.00	10.00
12.178	0.221	25.53	22.68	0.57	57.89	30.00	10.00
12.399	0.221	25.53	22.54	0.56	56.95	30.00	10.00
12.620	0.221	25.53	22.40	0.55	55.94	30.00	10.00
12.841	0.221	25.53	22.26	0.55	55.06	30.00	10.00
13.061	0.221	25.53	22.11	0.54	54.17	30.00	10.00
13.282	0.221	25.53	21.97	0.54	53.29	30.00	10.00
13.503	0.221	25.53	21.83	0.53	52.41	30.00	10.00
13.724	0.221	25.53	21.69	0.53	51.39	30.00	10.00
13.945	0.221	25.53	21.55	0.52	50.41	30.00	10.00
14.166	0.221	25.53	21.41	0.52	49.46	30.00	10.00
14.387	0.221	25.53	21.27	0.51	48.36	30.00	10.00
14.608	0.003	25.53	0.26	0.50	47.31	30.00	10.00

14.611	0.221	34.15	21.03	0.50	47.29	30.00	10.00
14.832	0.221	34.15	20.69	0.50	46.14	30.00	10.00
15.053	0.221	34.15	20.35	0.49	44.88	30.00	10.00
15.274	0.026	34.15	2.39	0.48	43.46	30.00	10.00
15.300	0.221	34.15	20.08	0.48	43.28	30.00	10.00
15.521	0.221	34.15	19.91	0.46	41.64	30.00	10.00
15.742	0.221	34.15	19.74	0.45	39.76	30.00	10.00
15.963	0.221	34.15	19.57	0.43	37.95	30.00	10.00
16.184	0.141	34.15	12.41	0.41	36.02	30.00	10.00
16.325	0.221	34.15	19.29	0.40	34.67	30.00	10.00
16.546	0.221	34.15	19.12	0.38	32.55	30.00	10.00
16.767	0.221	34.15	18.95	0.36	30.56	30.00	10.00
16.988	0.221	34.15	18.78	0.34	28.60	30.00	10.00
17.209	0.141	34.15	11.91	0.32	26.64	30.00	10.00
17.350	0.110	34.15	9.18	0.31	25.33	30.00	10.00
17.460	0.221	42.65	17.78	0.31	24.38	30.00	10.00
17.681	0.221	42.65	16.86	0.29	22.21	30.00	10.00
17.902	0.221	42.65	15.93	0.27	19.80	30.00	10.00
18.123	0.221	42.65	15.01	0.25	16.91	30.00	10.00
18.344	0.221	42.65	14.09	0.22	13.93	30.00	10.00
18.565	0.221	42.65	13.16	0.19	11.07	30.00	10.00
18.786	0.221	42.65	12.24	0.16	8.51	30.00	10.00
19.007	0.100	42.65	5.22	0.13	6.15	30.00	10.00
19.107	0.221	48.63	10.79	0.11	5.17	30.00	10.00
19.328	0.221	48.63	9.66	0.07	2.96	30.00	10.00
19.549	0.107	48.63	4.26	0.00	0.00	30.00	10.00
19.656	0.221	48.63	8.04	0.00	0.00	30.00	10.00
19.877	0.221	48.63	7.04	0.00	0.00	30.00	10.00

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio

dx(m) : Larghezza concio

alpha(°) : Angolo pendenza base concio

W(kN/m) : Forza peso concio

ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale

U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio

phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio

c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	ht	yt	yt'	E(x)	T(x)	E'	rho(x)	FS_qFEM	FS_srmFEM
(m)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	(--)	(--)	(--)
3.637 0.068	0.000 0.944	1.497 1.254		-0.240	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000		2.4629778300E+000	
3.857 0.068	0.071 0.944	1.444 1.254		-0.240	1.3951416232E+000	3.7806951568E-003		1.0165170570E+001	
4.078 0.077	0.142 0.672	1.391 0.222		-0.240	4.4921399781E+000	6.2482928955E-002		2.0551831136E+001	
4.299 0.112	0.213 0.941	1.338 0.309		-0.246	1.0477301301E+001	4.5012909268E-001		4.1082202638E+001	
4.520 0.154	0.281 1.690	1.282 1.096		-0.240	2.2646976002E+001	1.7183960530E+000		6.5431263959E+001	
4.741 0.195	0.355 2.574	1.232 1.762		-0.224	3.9392349466E+001	4.0229695428E+000		7.7831185552E+001	
4.962 0.260	0.430 3.602	1.183 2.317		-0.217	5.7041733841E+001	6.6825026267E+000		8.7890262444E+001	

5.150 0.324	0.496 4.274	1.143 2.501	-0.207	7.4820821979E+001	9.7083542500E+000	1.0080093245E+002
5.371 0.390	0.575 4.411	1.098 2.448	-0.188	9.8680309054E+001	1.4196646894E+001	1.1086931660E+002
5.592 0.442	0.660 4.053	1.060 2.277	-0.152	1.2381562103E+002	1.9493960946E+001	1.1307783952E+002
5.813 0.487	0.756 3.557	1.031 2.108	-0.102	1.4865108721E+002	2.5355935707E+001	1.0815182860E+002
6.034 0.529	0.864 3.086	1.015 1.983	-0.042	1.7160952174E+002	3.1460216742E+001	9.5964187169E+001
6.221 0.563	0.967 2.737	1.014 1.909	0.063	1.8832051611E+002	3.6478677001E+001	8.4250687723E+001
6.442 0.605	0.973 2.463	1.041 1.842	0.155	2.0563700629E+002	4.2866611574E+001	6.8588394724E+001
6.663 0.642	0.992 2.340	1.082 1.797	0.205	2.1863074729E+002	4.8371114147E+001	5.0067721139E+001
6.884 0.673	1.019 2.319	1.131 1.768	0.230	2.2776267651E+002	5.2722403858E+001	3.4978320519E+001
7.105 0.697	1.050 2.396	1.184 1.752	0.242	2.3408818708E+002	5.6060779409E+001	2.4346321326E+001
7.326 0.715	1.083 2.587	1.238 1.745	0.236	2.3852167780E+002	5.8565072783E+001	1.5593304778E+001
7.416 0.719	1.093 2.705	1.257 1.745	0.216	2.3976051112E+002	5.9257904800E+001	1.3639827971E+001
7.420 0.720	1.093 2.710	1.258 1.745	0.266	2.3981731432E+002	5.9290980188E+001	1.3605889911E+001
7.641 0.730	1.093 2.930	1.317 1.754	0.287	2.4249824559E+002	6.0903783982E+001	1.1206579872E+001
7.862 0.740	1.102 3.126	1.385 1.774	0.331	2.4476966855E+002	6.2327580011E+001	9.5699925295E+000
8.083 0.748	1.121 3.258	1.463 1.806	0.379	2.4672736755E+002	6.3621743957E+001	8.4033216034E+000
8.304 0.756	1.151 3.288	1.553 1.854	0.431	2.4848322128E+002	6.4836683738E+001	7.7927262456E+000
8.525 0.764	1.194 3.194	1.654 1.921	0.415	2.5017108911E+002	6.6010949885E+001	6.4838606603E+000
8.746 0.767	1.217 3.085	1.736 1.992	0.371	2.5134853569E+002	6.6727967120E+001	5.0568950639E+000

8.967 0.769	1.240 2.996	1.818 2.074	0.390	2.5240580621E+002	6.7298960665E+001	4.7033782908E+000
9.188 0.768	1.271 2.961	1.909 2.174	0.422	2.5342702847E+002	6.7754948071E+001	3.9232309278E+000
9.409 0.766	1.308 3.031	2.004 2.280	0.424	2.5413954028E+002	6.8056803375E+001	2.2511075976E+000
9.630 0.764	1.341 3.184	2.096 2.381	0.399	2.5442182638E+002	6.8196852346E+001	1.7411281295E-001
9.851 0.761	1.366 3.404	2.181 2.468	0.371	2.5421648332E+002	6.8185545420E+001	-2.1512104578E+000
10.071 0.759	1.387 3.703	2.260 2.541	0.347	2.5347117450E+002	6.8031294151E+001	-4.3546120868E+000
10.149 0.758	1.390 3.836	2.284 2.560	0.350	2.5310903643E+002	6.7955741079E+001	-5.4979731802E+000
10.370 0.756	1.369 4.170	2.364 2.620	0.364	2.5138706494E+002	6.7595699053E+001	-1.0162896336E+001
10.380 0.756	1.368 4.183	2.368 2.622	0.450	2.5127567433E+002	6.7570780908E+001	-1.0422300212E+001
10.601 0.753	1.367 4.371	2.468 2.692	0.470	2.4832769166E+002	6.6886665542E+001	-1.4704796767E+001
10.822 0.751	1.374 4.446	2.576 2.769	0.503	2.4477740606E+002	6.6033651038E+001	-1.7235020258E+001
11.043 0.748	1.387 4.387	2.691 2.854	0.535	2.4071128001E+002	6.5026787523E+001	-1.9354652965E+001
11.264 0.745	1.408 4.204	2.813 2.948	0.530	2.3622429721E+002	6.3884137579E+001	-1.9815209161E+001
11.485 0.741	1.419 3.989	2.925 3.039	0.498	2.3195464454E+002	6.2750783261E+001	-1.6228741276E+001
11.515 0.741	1.418 3.971	2.937 3.047	0.443	2.3148660171E+002	6.2625124049E+001	-1.6024787293E+001
11.736 0.737	1.411 3.794	3.036 3.121	0.462	2.2759845732E+002	6.1577622685E+001	-1.8366327916E+001
11.957 0.733	1.411 3.609	3.141 3.194	0.492	2.2337024839E+002	6.0422393501E+001	-1.9942486445E+001
12.178 0.728	1.417 3.416	3.254 3.261	0.526	2.1878557612E+002	5.9150155003E+001	-2.1598732192E+001
12.399 0.723	1.432 3.220	3.374 3.318	0.561	2.1382544758E+002	5.7751693535E+001	-2.3348311288E+001

12.620 0.716	1.454 3.024	3.502 3.356	0.546	2.0846761029E+002	5.6218943135E+001	-2.2940484976E+001
12.841 0.709	1.462 2.861	3.615 3.352	0.511	2.0368770626E+002	5.4820569341E+001	-2.1732214770E+001
13.061 0.701	1.469 2.712	3.728 3.310	0.511	1.9886382154E+002	5.3389524035E+001	-2.1930492490E+001
13.282 0.692	1.477 2.577	3.841 3.230	0.513	1.9399629564E+002	5.1924291931E+001	-2.2198018811E+001
13.503 0.682	1.485 2.454	3.955 3.116	0.551	1.8905418706E+002	5.0400969105E+001	-2.4071771101E+001
13.724 0.670	1.509 2.324	4.084 2.954	0.569	1.8335862217E+002	4.8577116743E+001	-2.5220536849E+001
13.945 0.657	1.525 2.211	4.206 2.800	0.536	1.7790885693E+002	4.6823707451E+001	-2.4420297513E+001
14.166 0.646	1.535 2.113	4.321 2.662	0.546	1.7256692969E+002	4.5125062891E+001	-2.6098757189E+001
14.387 0.633	1.555 2.016	4.447 2.531	0.545	1.6637542817E+002	4.3227242915E+001	-2.7344065616E+001
14.608 0.622	1.565 1.932	4.562 2.428	0.520	1.6048318063E+002	4.1472964553E+001	-2.6269202781E+001
14.611 0.622	1.565 1.931	4.563 2.427	0.525	1.6041127886E+002	4.1451975899E+001	-2.6290985582E+001
14.832 0.610	1.531 1.857	4.679 2.340	0.536	1.5412574887E+002	3.9670417554E+001	-2.9356773288E+001
15.053 0.598	1.502 1.789	4.800 2.256	0.568	1.4743808436E+002	3.7779878518E+001	-3.1641783569E+001
15.274 0.583	1.482 1.723	4.931 2.166	0.591	1.4014277436E+002	3.5672545582E+001	-3.2973637630E+001
15.300 0.581	1.480 1.716	4.946 2.155	0.627	1.3927830710E+002	3.5417476741E+001	-3.3184228759E+001
15.521 0.562	1.470 1.651	5.086 2.053	0.662	1.3154435523E+002	3.3090683724E+001	-3.6437440943E+001
15.742 0.539	1.473 1.585	5.239 1.942	0.665	1.2317606031E+002	3.0479439767E+001	-3.5805393734E+001
15.963 0.513	1.464 1.529	5.379 1.839	0.648	1.1572141950E+002	2.8020497556E+001	-3.3929909319E+001
16.184 0.484	1.460 1.476	5.525 1.737	0.679	1.0818192903E+002	2.5453211910E+001	-3.5121696504E+001

16.325 0.461	1.464 1.443	5.625 1.674	0.712	1.0313361519E+002	2.3692615631E+001	-3.5509382817E+001
16.546 0.422	1.472 1.393	5.783 1.591	0.683	9.5374385489E+001	2.0941120590E+001	-3.3505651321E+001
16.767 0.387	1.466 1.348	5.927 1.528	0.639	8.8326969815E+001	1.8446894543E+001	-3.1352684870E+001
16.988 0.353	1.454 1.307	6.065 1.484	0.611	8.1519167994E+001	1.6087413442E+001	-3.0436301914E+001
17.209 0.320	1.436 1.270	6.197 1.455	0.596	7.4876715570E+001	1.3865990595E+001	-3.0470187433E+001
17.350 0.297	1.424 1.247	6.281 1.445	0.566	7.0538427176E+001	1.2481079375E+001	-2.9234051700E+001
17.460 0.281	1.408 1.229	6.339 1.442	0.546	6.7445516801E+001	1.1531968473E+001	-2.8769570708E+001
17.681 0.243	1.327 1.208	6.462 1.447	0.571	6.0776774900E+001	9.6289654494E+000	-3.1055025576E+001
17.902 0.201	1.253 1.200	6.592 1.463	0.635	5.3721839373E+001	7.7483701374E+000	-3.3795939027E+001
18.123 0.157	1.200 1.208	6.742 1.497	0.692	4.5841847075E+001	5.8257645906E+000	-3.5381962421E+001
18.344 0.124	1.152 1.229	6.898 1.543	0.699	3.8086024234E+001	4.0867020746E+000	-3.3605384074E+001
18.565 0.101	1.102 1.268	7.051 1.603	0.678	3.0991128316E+001	2.6863840173E+000	-2.9554633650E+001
18.786 0.086	1.045 1.317	7.197 1.676	0.641	2.5025392301E+001	1.7266493927E+000	-2.5085552490E+001
19.007 0.077	0.978 1.367	7.335 1.754	0.612	1.9905449779E+001	1.0448176986E+000	-2.2401600256E+001
19.107 0.074	0.946 1.387	7.394 1.794	0.614	1.7706200786E+001	7.6440209162E-001	-2.1709677247E+001
19.328 0.069	0.832 1.452	7.531 1.910	0.679	1.3077901775E+001	3.5127827195E-001	-2.1226517252E+001
19.549 0.068	0.744 1.582	7.694 2.094	0.699	8.3258872848E+000	1.1748367477E-001	-1.7870894713E+001
19.656 0.068	0.689 1.627	7.761 2.150	0.766	6.5983528248E+000	6.3820776211E-002	-1.6588804353E+001
19.877 0.068	0.623 1.761	7.945 2.319	0.766	2.7132034571E+000	7.3525117443E-003	-1.4931276023E+001

LEGENDA SIMBOLI

$X(m)$: Ascissa sinistra concio

$ht(m)$: Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio

$yt(m)$: coordinata Y linea di trust

$yt'(-)$: gradiente pendenza locale linea di trust

$E(x)(kN/m)$: Forza Normale interconcio

$T(x)(kN/m)$: Forza Tangenziale interconcio

$E'(kN)$: derivata Forza normale interconcio

$Rho(x)(-)$: fattore mobilitazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)

$FS_qFEM(x)(-)$: fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM

$FS_srmFEM(x)(-)$: fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	dl	alpha	TauStress	TauF	TauStrength	TauS
(m)	(m)	(m)	(°)	(kPa)	(kN/m)	(kPa)	(kN/m)
3.637	0.221	0.253	-29.307	-43.981	-11.144	10.022	2.540
3.857	0.221	0.253	-29.307	-45.190	-11.451	10.348	2.622
4.078	0.221	0.253	-29.307	-46.399	-11.757	12.296	3.116
4.299	0.221	0.253	-29.307	-47.608	-12.063	18.026	4.568
4.520	0.221	0.253	-29.307	-48.817	-12.370	25.018	6.339
4.741	0.221	0.253	-29.307	-50.026	-12.676	28.155	7.134
4.962	0.188	0.215	-29.307	-51.144	-11.011	34.387	7.403
5.150	0.221	0.253	-29.307	-56.115	-14.219	41.141	10.425

5.371	0.221	0.253	-29.307	-57.306	-14.521	47.043	11.920
5.592	0.221	0.253	-29.307	-58.497	-14.823	51.479	13.044
5.813	0.221	0.253	-29.307	-59.688	-15.124	54.027	13.690
6.034	0.187	0.215	-29.307	-60.788	-13.055	53.993	11.596
6.221	0.221	0.222	5.648	-14.769	-3.279	38.322	8.509
6.442	0.221	0.222	5.648	-14.033	-3.116	37.222	8.264
6.663	0.221	0.222	5.648	-13.297	-2.953	35.787	7.946
6.884	0.221	0.222	5.648	-12.561	-2.789	34.662	7.696
7.105	0.221	0.222	5.648	-11.825	-2.626	33.878	7.522
7.326	0.090	0.090	5.648	-11.308	-1.022	33.003	2.983
7.416	0.004	0.004	14.947	5.895	0.025	28.984	0.125
7.420	0.221	0.229	14.947	6.234	1.426	29.001	6.632
7.641	0.221	0.229	14.947	6.900	1.578	29.166	6.670
7.862	0.221	0.229	14.947	7.566	1.730	29.386	6.720
8.083	0.221	0.229	14.947	8.232	1.883	29.663	6.784
8.304	0.221	0.229	14.947	8.898	2.035	29.997	6.860
8.525	0.221	0.229	14.947	9.563	2.187	30.321	6.934
8.746	0.221	0.229	14.947	10.229	2.339	30.635	7.006
8.967	0.221	0.229	14.947	10.895	2.492	30.949	7.078
9.188	0.221	0.229	14.947	11.561	2.644	31.280	7.154
9.409	0.221	0.229	14.947	12.227	2.796	31.622	7.232
9.630	0.221	0.229	14.947	12.893	2.949	31.957	7.308
9.851	0.221	0.229	14.947	13.559	3.101	32.280	7.382
10.071	0.077	0.080	14.947	14.008	1.118	32.591	2.601
10.149	0.221	0.243	24.614	29.768	7.235	27.345	6.646
10.370	0.011	0.012	24.614	29.930	0.357	27.639	0.329
10.380	0.221	0.243	24.614	30.093	7.314	27.678	6.727
10.601	0.221	0.243	24.614	30.402	7.389	27.920	6.786
10.822	0.221	0.243	24.614	30.712	7.464	28.188	6.851

11.043	0.221	0.243	24.614	31.022	7.540	28.473	6.920
11.264	0.221	0.243	24.614	31.331	7.615	28.594	6.949
11.485	0.030	0.033	24.614	31.507	1.026	28.603	0.931
11.515	0.221	0.245	25.529	32.853	8.044	27.998	6.856
11.736	0.221	0.245	25.529	33.115	8.109	28.151	6.893
11.957	0.221	0.245	25.529	33.377	8.173	28.350	6.942
12.178	0.221	0.245	25.529	33.639	8.237	28.598	7.003
12.399	0.221	0.245	25.529	33.901	8.301	28.897	7.076
12.620	0.221	0.245	25.529	34.163	8.365	28.842	7.062
12.841	0.221	0.245	25.529	34.425	8.430	28.961	7.091
13.061	0.221	0.245	25.529	34.688	8.494	29.082	7.121
13.282	0.221	0.245	25.529	34.950	8.558	29.237	7.159
13.503	0.221	0.245	25.529	35.212	8.622	29.745	7.283
13.724	0.221	0.245	25.529	35.474	8.686	29.791	7.295
13.945	0.221	0.245	25.529	35.736	8.751	29.833	7.305
14.166	0.221	0.245	25.529	35.998	8.815	30.233	7.403
14.387	0.221	0.245	25.529	36.261	8.879	30.218	7.399
14.608	0.003	0.003	25.529	36.393	0.110	30.518	0.093
14.611	0.221	0.267	34.155	43.661	11.658	24.989	6.672
14.832	0.221	0.267	34.155	43.374	11.581	25.155	6.717
15.053	0.221	0.267	34.155	43.088	11.505	25.653	6.850
15.274	0.026	0.032	34.155	42.927	1.360	26.160	0.829
15.300	0.221	0.267	34.155	42.728	11.409	26.537	7.086
15.521	0.221	0.267	34.155	42.367	11.312	27.896	7.449
15.742	0.221	0.267	34.155	42.006	11.216	28.296	7.555
15.963	0.221	0.267	34.155	41.645	11.120	29.311	7.826
16.184	0.141	0.171	34.155	41.349	7.054	30.649	5.228
16.325	0.221	0.267	34.155	41.053	10.962	31.171	8.323
16.546	0.221	0.267	34.155	40.693	10.865	31.450	8.398

16.767	0.221	0.267	34.155	40.332	10.769	31.961	8.534
16.988	0.221	0.267	34.155	39.971	10.673	32.445	8.663
17.209	0.141	0.171	34.155	39.675	6.768	33.194	5.663
17.350	0.110	0.133	34.155	39.196	5.220	32.892	4.380
17.460	0.221	0.300	42.650	40.466	12.157	26.927	8.089
17.681	0.221	0.300	42.650	38.363	11.525	26.810	8.054
17.902	0.221	0.300	42.650	36.260	10.893	27.041	8.124
18.123	0.221	0.300	42.650	34.157	10.261	26.825	8.059
18.344	0.221	0.300	42.650	32.054	9.630	26.175	7.863
18.565	0.221	0.300	42.650	29.952	8.998	25.124	7.548
18.786	0.221	0.300	42.650	27.849	8.366	24.425	7.338
19.007	0.100	0.136	42.650	26.323	3.569	24.651	3.342
19.107	0.221	0.334	48.633	24.402	8.158	20.631	6.898
19.328	0.221	0.334	48.633	21.837	7.301	20.012	6.691
19.549	0.107	0.162	48.633	19.859	3.223	20.309	3.296
19.656	0.221	0.334	48.633	18.176	6.077	19.281	6.447
19.877	0.221	0.334	48.633	15.910	5.319	17.980	6.011

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio

dx(m) : Larghezza concio

dl(m) : lunghezza base concio

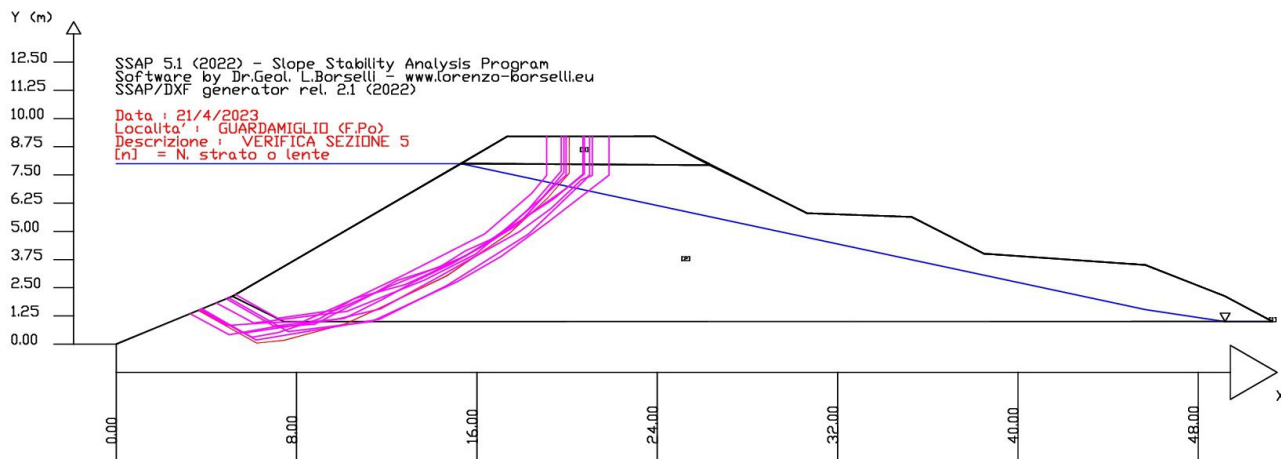
alpha(°) : Angolo pendenza base concio

TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio

TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio

TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio

TauS (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio



INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI CARATTERISTICI DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

A seguito delle problematiche riscontrate in località Guardamiglio durante l'evento di piena del 2018, si è proceduto, all'affidamento di specifiche indagini geofisiche e geognostico-geotecniche mirate a definire l'assetto litostratigrafico ed idrogeologico locale, elementi questi necessari e propedeutici al dimensionamento di un setto "impermeabile" in grado di abbattere gli elevati gradienti idraulici che si instaurano in tempo di piena, causa dei locali processi di sifonamento e filtrazione interessanti il sito in parola.

Le indagini suddette hanno quindi permesso di definire nel dettaglio l'assetto stratigrafico e le caratteristiche di permeabilità dei diversi litotipi rilevati sia nel corpo arginale che nelle terre di fondazione dell'opera idraulica.

Il quadro delle indagini di campagna e di laboratorio eseguite, i relativi risultati, quindi la modellazione bidimensionale dei processi di filtrazioni nelle diverse ipotesi progettuali sono riportati nell'allegata relazione geotecnica-sismica redatta ai sensi delle recenti N.T.C. 2018 di cui al D.M. 17/01/2018.

Nell'ambito di tali indagini sono state effettuate prove di permabilità i foro con il metodo Lefranc in differenti profondità, le quali hanno permesso di acquisire dati significativi da utilizzarsi per testare la bontà della soluzione progettuale adottata a seguito delle verifiche di filtrazione condotte.

In estrema sintesi, l'indagine svolta ha permesso di rilevare come il terrapieno arginale sia costituito nella sua parte più elevata e lungo il profilo più esterno della sagoma arginale (sia a fiume che a campagna) da litologie del tipo "sabbie e dei limi sabbiosi" (A1) la cui origine è da attribuire agli interventi di rialzo e ringrosso arginale effettuati negli ultimi due secoli con materiale proveniente da cave in loco o di dragaggio dall'alveo del fiume.

Tale materiale di riporto rende questi settori dell'arginatura permeabili ai fenomeni di filtrazione per gli eventi di piena con quote idrometriche superiori a circa 5-6 m sul piano di campagna, che così interessano la parte più alta della scarpata arginale a fiume.

Altro principale elemento di criticità sotto il profilo idrogeologico è rappresentato dalle terre in posto costituenti il banco di sabbie da limose a debolmente limose (B2) posto nei terreni di fondazione arginale.

Tale banco di sabbie, che in zona è particolarmente esteso e spesso, costituisce via preferenziale ai moti di filtrazione alimentati dai livelli idrometrici del fiume presentando valori del coefficiente di permeabilità pari a $1,66 \times 10^{-2}$ cm/sec. - si vedano per maggior dettaglio gli elaborati n. 2 e 2.1..

Le acque di falda sono quindi condizionate dall'adiacente fiume Po, sia in condizioni idrometriche ordinarie che durante gli eventi di piena; il fiume rappresenta quindi un limite a potenziale imposto che condiziona l'acquifero in ogni situazione idrometrica.

Sono quindi state condotte specifiche analisi di filtrazione tramite modello numerico agli elementi finiti 3D meglio specificato nell'elaborato 2. Relazione Geotecnica.

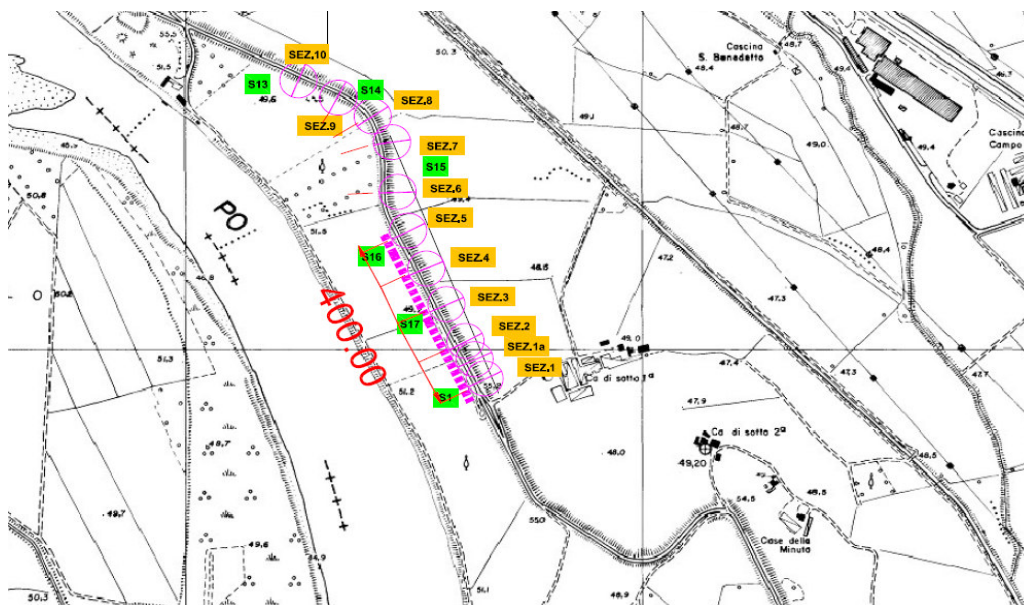


Figura 12 - Planimetria con posizione della diaframmatrice (sviluppo 400 m)

Quanto sopra graficato è stato acquisito dalla prove geologiche e sondaggi eseguiti recentemente dal Dott.Visconti di Vigeveno, parte integrante del presente Progetto.

SOLUZIONE PROGETTUALE

In considerazione degli esiti delle indagini geologiche e geognostico-geotecniche eseguite, la soluzione alle criticità idrauliche riscontrate in località Cà di Sotto nel Comune di Guardamiglio , nell'ambito di questo primo stralcio urgente (esercizi 2022-2024), è rappresentata da un diaframma plastico non strutturale ubicato fra le sezioni 1 e 5 avente le seguenti caratteristiche dimensionali:

- spessore 60 cm;
- lunghezza 400 m;
- altezza 15 m, in quanto:

Il diaframma permetterà, in questo primo stralcio urgente, una riduzione dei gradienti idraulici di filtrazione a campagna al di sotto del valore critico, principalmente nelle aree con le maggiori criticità idrauliche.

La presenza di litologie sabbiose permeabili evidenziate nella parte superiore del rilevato arginale, impone altresì la necessità di completare l'intervento di diaframatura con l'impermeabilizzazione della scarpata arginale a fiume sino alla quota di massima piena. A tal fine sulla medesima scarpata arginale verrà stesa una geomembrana impermeabile ancorata sul lembo superiore a quota +7,00 m s.l.m.m. e collegata inferiormente alla testa del diaframma plastico senza soluzione di continuità.

La soluzione adottata , sulla base delle indagini di campagna e di laboratorio eseguite, è stata verificata mediante modellazione numerica bidimensionale come riportato nella Relazione Geotecnica e nei relativi allegati.

Preliminarmente è stato condotto uno studio di larga massima per comprendere l'estensione dell'intero tratto da proteggere con la stessa tipologia di difesa. L'estensione è risultata di circa 2.800 ml. A partire dalla sezione topografica 1 verso monte. Su questa estensione si sono sviluppate le prove geologico geotecniche in situ.

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Come abbiamo accennato nelle relazioni specialistiche (paesaggistica e geo tecnica) l'intervento consta di un diaframma continuo di profondità pari a 15,00 ml. ,posto all'unghia arginale lato golena, corredato da una impermeabilizzazione del paramento arginale lato fiume per una estesa di circa 7,00 mt.. si vedano gli elaborati progettuali 1.1-1.2-1.3-1.4-1.5-1.6-1.7-1.8 e 1.9.

RILIEVO TOPOGRAFICO

Le aree interessate dall'intervento sono state oggetto di uno specifico rilievo topografico , fornito dalla committenza , che ha permesso di rilevare alcune sezioni trasversali dei relativi tratti arginali comprensivi delle

pertinenze a campagna o a fiume, al fine della determinazione delle quantità da inserire nel Computo metrico di progetto.

NUOVE INDAGINI GEOGNOSTICHE – COEFFICIENTI DI FILTRAZIONE

Si vedano gli elaborati 2. e 2.1 uniti alle risultanze delle prove del Geol. M.Visconti;

VERIFICA AL SIFONAMENTO CON FORMULE CLASSICHE

Premessa

Per il calcolo della lunghezza dei diaframmi si sono analizzati preliminarmente i dati dei carichi idraulici massimi presenti nella piena di riferimento al piede dell'argine sono stati analizzati i valori dei pesi specifici medi dei materiali costituendo il corpo arginale (in condizioni normali e sature). I valori rilevati sono riportati nella seguente tabella:

	LARGHEZZA	TIRANTE	FRANCO TR200	TIRANTE NETTO	H SABBIA GHIAIOSA	DELTA H	GAMMA	GAMMA SATURO
SEZ 10	44,45	6,5	0,5	6	8,8	2,3	1,6	1,86
SEZ 9	43,74	6,55	0,5	6,05	7	0,45	1,59	1,85
SEZ 8	42,56	6,45	0,5	5,95	7,2	0,75	1,62	1,86
SEZ 7	48,34	6,84	0,5	6,34	8,4	1,56	1,6	1,86
SEZ 6	42,89	7,03	0,5	6,53	7,4	0,37	1,6	1,86
SEZ 5	46,15	7,08	0,5	6,58	8,2	1,12	1,6	1,86
SEZ 4	44,53	6,92	0,5	6,42	9	2,08	1,6	1,86
SEZ 3	45,57	7,21	0,5	6,71	8,4	1,19	1,6	1,86
SEZ 2	46,36	6,54	0,5	6,04	8,2	1,66	1,58	1,85
SEZ 1 BIS	44,79	6,56	0,5	6,06				
SEZ 1	48,81	6,09	0,5	5,59	7,6	1,51	1,62	1,86
	498,19			68,27		12,99	16,01	18,58
	45,29			6,21		1,30	1,60	1,86

Generalità

La morfologia del corpo arginale e la lito stratigrafia presente nel tratto può rappresentare una via di preferenziale filtrazione delle acque e, a seguito di elevati battenti idrici in fase di piena, si sono instaurati in passato fenomeni di sifonamento al piede dell' argine esteno. Tale eventualità potrà essere scongiurata con la messa in opera di elementi impermeabilizzanti, (diaframmi) e (protezioni di sponda). La modesta profondità di cambio della permeabilità al confine tra limi e sabbie limo ghiaiose rappresenta un insidia non trascurabile per il sifonamento del corpo arginale. La verifica effettuata in questo capitolo, con metodi classici, è finalizzata alla ricerca degli antidoti strutturali da contrapporre al subdolo problema del sifonamento con un adeguato fattore di sicurezza. L'argomento viene affinato e ripreso nei successivi elaborati n. 2 e n. 2.1..

Metodologia

Per la verifica al sifonamento si sono usati due differenti metodi, riconducibili all'analisi del gradiente idraulico dei possibili percorsi di filtrazione lungo il corpo arginale paragonato con quello critico dipendente dalla tipologia dei terreni costituenti l'ammasso con quello reale nel corpo arginale esistente adeguatamente ridotto da un coefficiente parziale. I metodi utilizzati sono i seguenti:

- Metodo del gradiente
- Metodo di Lane

- Metodo olandese

Metodo del gradiente

L'azione viscosa dell'acqua provoca un trasferimento di energia fra l'acqua e il terreno: fra due punti distanti Δs lungo una linea di corrente infatti si ha una perdita di carico Δh . La forza corrispondente si chiama forza di filtrazione: al suo aumentare al di sopra di un certo valore può provocare il fenomeno del sifonamento che consiste nell'asportazione di granuli di terreno ed il conseguente sempre più veloce moto di filtrazione fino al formarsi di veri e propri canali di flusso e brecce.

La velocità limite del moto di filtrazione al di sopra della quale si inizia ad avere asportazione di particelle di terreno corrisponde ad un cosiddetto gradiente critico i_{cr} dato da:

$$i_{cr} = (\gamma_s - \gamma_w) / \gamma_w = \gamma' / \gamma_w$$

dove:

γ_s = peso specifico dei granuli

γ_w = peso specifico dell'acqua

γ' = peso specifico sommerso dei granuli

Il gradiente idraulico che determinerebbe il moto di filtrazione lungo il percorso del più PROBABILE SIFONAMENTO è funzione della sua lunghezza L (minimo percorso tra ABCD, e della perdita di carico Δh , cioè il dislivello tra livello di massima piena prevista ed il piede dell'argine maestro.

secondo la relazione di Darcy:

$$i = \Delta h / L$$

Il fattore di sicurezza nei confronti del sifonamento risulta pertanto: $F_s = i_{cr} / i = i_{cr} \cdot L / \Delta h$; Nel caso in esame con un peso specifico saturo medio pari a 1,86 T/mc. Si ottiene un $i_{cr} = (1,86 - 1,00) / 1,00 = 0,86$. Pertanto con una larghezza arginale media di mt. 45,29 ed un carico al piede dell'argine pari a mt. 6,21 mt. si ottiene un $F_s \min = 0,86 \cdot 45,29 / 6,21 = F_s = 6,27$

Il metodo non tiene conto di differenziazioni tra percorsi orizzontali e percorsi verticali; nel calcolo. In accordo con le nuove NTC 2018 (6.2.4.2 *Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi idraulici*) si ritiene soddisfatta la verifica quando si ottiene un $F_s \geq 3$ (v. stralcio NTC in seguito).

nel caso di frontiera di efflusso libera, la verifica a sifonamento si esegue controllando che il gradiente idraulico i risulti non superiore al gradiente idraulico critico i_{cr} diviso per un coefficiente parziale $\gamma_R = 3$, se si assume come effetto delle azioni il gradiente idraulico medio, e per un coefficiente parziale $\gamma_R = 2$ nel caso in cui si consideri il gradiente idraulico di efflusso;

Stralcio delle NTC 2018 – 6.2.4.2

Criterio di Lane

Dall'osservazione sperimentale di una numerosa casistica, Lane (1935) verificò che i percorsi sub-orizzontali H (con inclinazione inferiore a 45°) offrono una resistenza dell'ordine di 1/3 rispetto a quella dei percorsi sub-verticali V. Conseguentemente il coefficiente di sicurezza medio ponderale è data da:

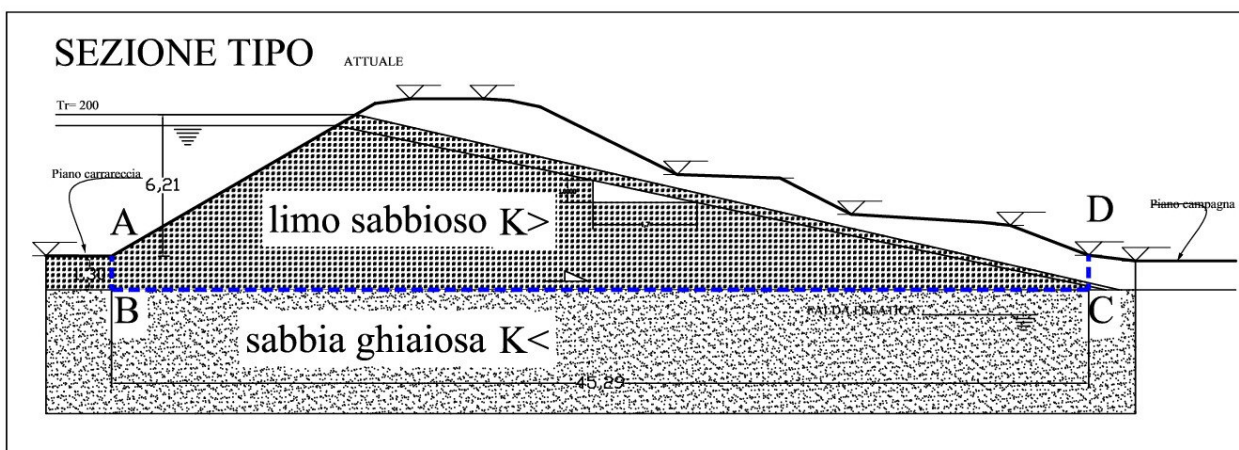
$$F_s = (1/3 H + V) / \Delta h$$

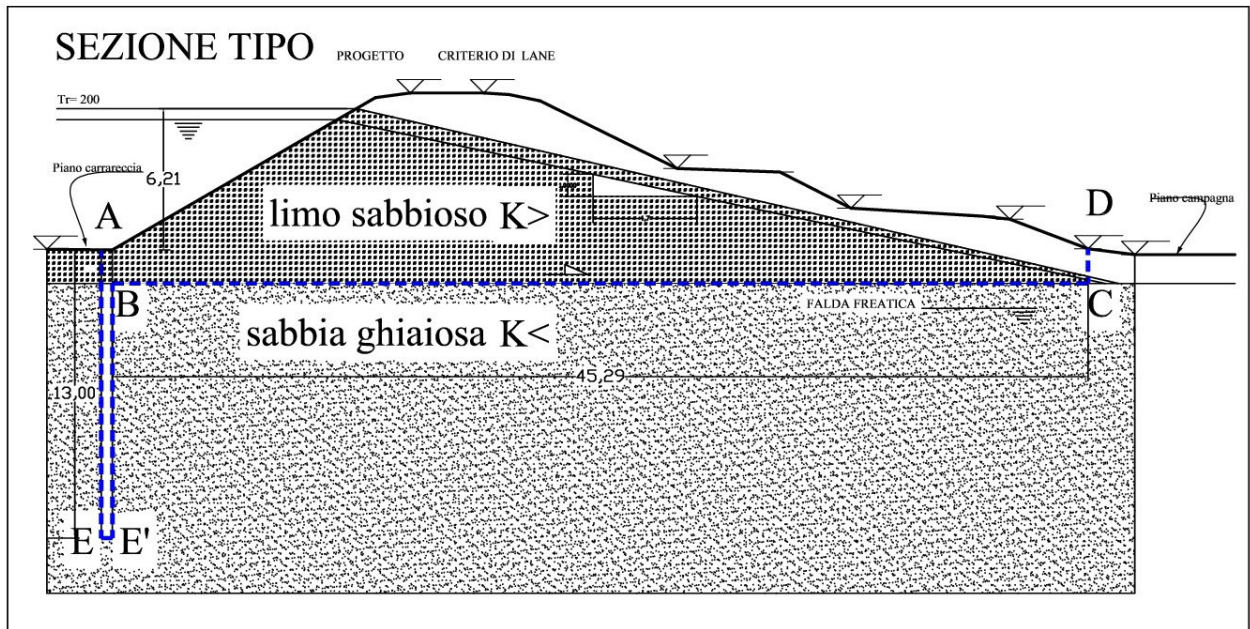
I valori di F_s minimi raccomandati da Lane sono funzione del tipo di terreno, in accordo con la tabella di seguito rappresentata. Il valore calcolato con il metodo del gradiente è in linea con i risultati che seguono. Il valore cautelativo utilizzato nel calcolo è **$F_s=6,50>6,27$**

MATERIALE	F_s
Sabbia fine o limo	$8.5 \div 7$
Sabbia media	6
Sabbia grossolana	5
Ghiaia fine	4
Ghiaia media	3.5
Ghiaia grossolana	3
Argilla tenera	2
Argilla dura	$1.6 \div 1.8$

Valori del coefficiente di Lane per diversi tipi di terreno (Lane 1935)

Nei calcoli si è considerato il percorso più breve tra ABCD (AB e CD verticali, BC orizzontale) e il percorso ABCE (AB verticale, BCE orizzontale). Con questo metodo non è possibile introdurre i coefficienti correttivi previsti dalle NTC 2008. L'effetto turbativo dovuto dalla presenza della linea di sifonamento preferenziale nel tratto orizzontale alla giacitura ove cambia il coefficiente di filtrazione viene tenuto in conto dal fattore riduttivo di $1/3$ da applicarsi ai percorsi di filtrazione nella direzione orizzontale.





PROGETTO METODO LANE $F_s = AE + EE' + 0,33 BC + CD (13 + 11,70 + 0,5 \times 0,33 + 45,29 \times 0,33 + 1,30) = 41,27 / 6,21 = 6,64 > 6,50$

DIAFRAMMA PROFONDO 13 MT.

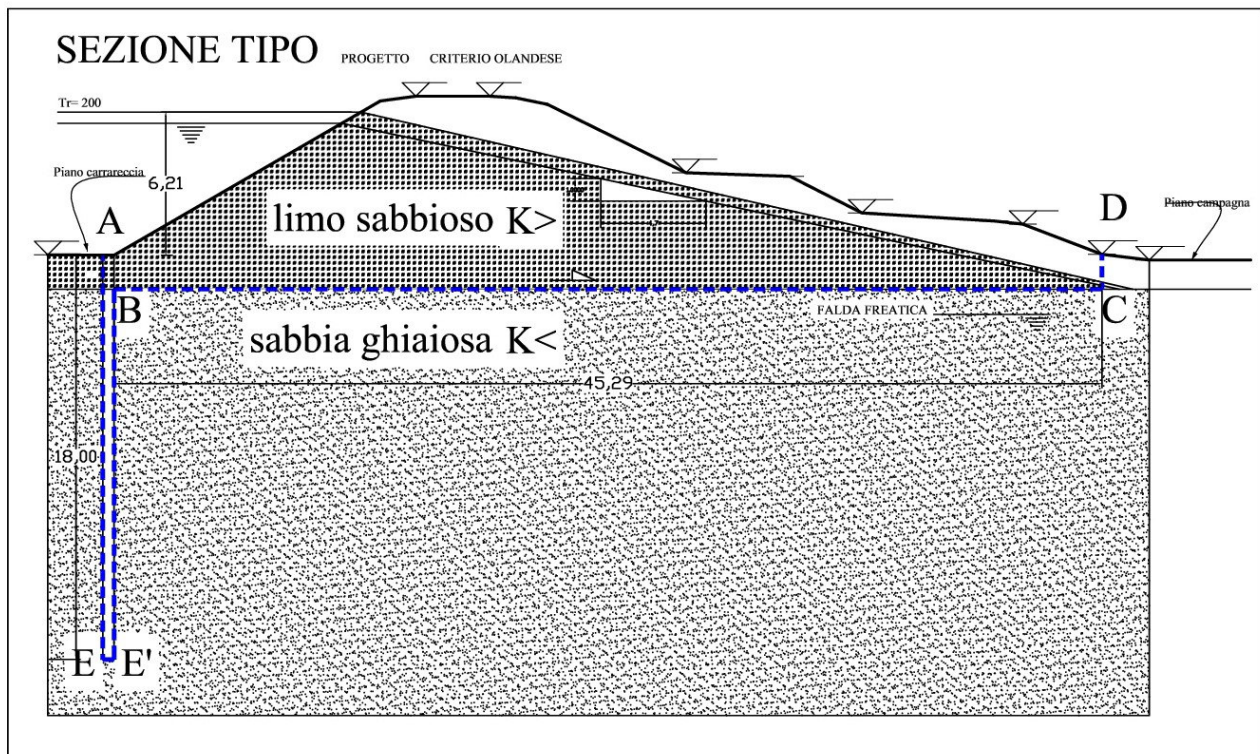
PROGETTO METODO OLANDESE $F_s = AE + EE' + 0,166 BC + CD (18,18 \times 2 + 0,5 \times 0,166 + 45,29 \times 0,166 + 1,30) = 41,27 / 6,21 = 6,64 > 6,50$

$0,5 \times 0,166 + 45,29 \times 0,166 + 1,30 = 8,93$ $45,29 - 8,93 = 36,36$ $45,29 / 3 = 15,10$ H diaframma 18,18 mt. $F_s > 3$

H diaframma metodo Olandese = 1,38 H diaframma metodo Lane

Metodo olandese

Il metodo olandese (NEN 3050-3051 Provincie di Zuid, Holland, 1985) rappresenta il confronto tra la lunghezza totale del percorso di filtrazione a seguito della diaframmatrice e quello più breve ipotizzabile nel corpo arginale nella situazione preesistente alla esecuzione del diaframma. La lunghezza del percorso a lavori eseguiti è stata assunta come il minimo tra i percorsi AEE'BCD, tenendo in conto la differenziazione tra percorso orizzontale (penalizzato di un fattore 1/6) e percorso verticale.



DIAFRAMMA PROFONDO 18 MT.

Per affinare le conoscenze del fenomeno viene proposta nel seguito una modellazione alle differenze finite del moto di filtrazione simulando la crescita e la decrescita in moto permanente dell'idrogramma di piena Tr 200 per ottenere il reticolo idrodinamico nella sezione "critica" di maggiore interesse sia in condizioni transitorie che in condizioni di stazionarietà. La lunghezza indagata sarà quella mediana tra i due metodi qui utilizzati $L=15,00$ ml.

CARATTERISTICHE IDRAULICHE DEL TRATTO FLUVIALE

Si veda l'elaborato 1.2:

URBANISTICA-PAESAGGIO

Si veda l'elaborato 3.:

SICUREZZA DEL CANTIERE

Si vedano gli elaborati 6. e 6.1:

La presente fase progettuale comprende invece il Piano di Sicurezza e Coordinamento, che include e integra i contenuti del documento Valutazioni preliminari di sicurezza, ed il piano di manutenzione dell'Opera, redatti dal CSP ai sensi del D.Lgs 81/2008.

Nel Piano di Sicurezza e Coordinamento si individuano le misure di prevenzione, protezione ed organizzazione messe in atto al fine di garantire un adeguato livello di protezione per il personale impegnato in cantiere sulla base di quanto contenuto nel "Protocollo condiviso di regolamentazione per il contenimento della diffusione del Covid – 19 nei cantieri" e nel "Protocollo condiviso di regolamentazione delle misure per il contrasto e il contenimento della diffusione del virus Covid-19 negli ambienti di lavoro" allegati al DPCM del 26 aprile 2020. Parimenti gli oneri di sicurezza previsti nel progetto definitivo sono stati integrati nella presente fase progettuale.

- le interferenze ambientali e infrastrutturali ;
- il computo degli oneri di sicurezza.il computo degli oneri di sicurezza.

TEMPI DI REALIZZAZIONE

Per quanto riguarda il tempo utile per dare compiuti i lavori, tenuto conto del tipo di lavorazioni previste e della particolare attrezzatura necessaria per eseguirle, si ritiene congruo un periodo complessivo di giorni (2-3 mt giorno) (centottanta) naturali e consecutivi, questi comprensivi di giorni 18 (diciotto) (10% T) di andamento stagionale sfavorevole relativi sia alle giornate caratterizzate da eventi meteorologici avversi, da elevati livelli idrometrici del fiume Po, sia a quelle immediatamente successive a motivo della impraticabilità dei luoghi.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di disporre sospensioni qualora le quote idrometriche o le condizioni meteorologiche non consentano l'esecuzione dei lavori previsti nonché, evidentemente, nel caso si verificassero circostanze speciali tali da richiedere la sospensione dei lavori.

OCCUPAZIONI TEMPORANEE

La realizzazione delle opere di progetto, con riguardo al DPR 327/2001 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità", comporta:

1. diaframma plastico in località "C.na Tosi in Comune di Guardamiglio (LO): occupazione temporanea non preordinata all'esproprio ai sensi art. 49 di una fascia golenale in fronte all'argine interessato dai lavori e di porzione territoriale necessaria per il posizionamento di baracche e vasca fanghi bentonitici;

La procedura espropriativa delle suddette aree ai sensi del DPR 327/2001 non è contemplata dall'incarico di progetto.

QUADRO TECNICO ECONOMICO

Sulla base di quanto illustrato nei precedenti paragrafi il Quadro Economico del Progetto Esecutivo è il seguente:

IMPORTO LAVORI		TOTALE [€.]	TOTALE [€.]
A	LAVORI		
A.1	a corpo		
A.2	a misura	€ 982.000,00	
A.3	in economia diretta		
TOTALE LAVORI A BASE D'ASTA			
B	ONERI DELLA SICUREZZA NON ASSOGGETTATI A RIBASSO		€ 16.000,00
TOTALE LAVORI COMPLESSIVO (A+B)			€ 998.000,00
SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE APPALTANTE		TOTALE [€.]	TOTALE [€.]
C.1	Lavoro propedeutico per la scelta della soluzione progettuale del diaframma		
C.2	Assicurazione progettisti		
C.3	Incentivo di cui all'art. 113 D.Lgs. 50/2016 (2 % (A+B))		€ 19.960,00
C.4	Spese per pubblicità		
C.5	Attività di bonifica degli ordigni bellici (oneri ed IVA inclusa)		
C.6	Spese per servizi tecnici (oneri ed IVA inclusa)		
C.6.1.	Verifica preventiva interesse archeologico		
C.6.2.	Studio di fattibilità ambientale		
C.6.3.	Analisi geologico geotecniche integrative		
C.6.4.	Verifica progettuale art. 26 D.Lgs. 50/2016		
C.6.5.			
C.6.6.			
C.6.7.			
C.6.8.			
C.7	Spese per indagini e analisi dei terreni (oneri ed IVA inclusa)		
C.7.1.	Indagini tomografiche		
C.7.2.	Indagini di caratterizzazione		
C.8	Spese di esproprio e di occupazione temporanea		
C.9	Spese per prove di laboratorio e verifiche tecniche da CSA in fase esecutiva e collaudo (IVA inclusa)		
C.10	Imprevisti		
C.11	IVA 22% su A+B		
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE			
TOTALE GENERALE A+B+SOMME A DISPOSIZIONE			

I prezzi applicati alle stime, per quanto concerne le lavorazioni, sono stati desunti da:

- Prezziario di riferimento AIPO aggiornamento 2023;
- Prezziario Ufficiale di riferimento della Regione Lombardia aggiornato all'anno 2023 tuttora vigente;
- Analisi dei prezzi allegate alla presente perizia.
- Relativamente ai costi per la sicurezza, ai sensi del D.Lgs. 81 del 09/04/2008 allegato XV punto 4, i prezzi sono stati desunti da: • Prezziario Ufficiale di riferimento della Regione Lombardia tuttora vigente;

e quindi possono configurarsi come prezzi già stabiliti nel comune commercio, di conseguenza per gli stessi non sono state predisposte le relative analisi dei prezzi.

Il progetto è stata redatta in conformità della Normativa Nazionale sui lavori pubblici (D.Lgs.50/2016 ss.mm.ii. e D.P.R. 207/2010 e s.m.i. – per quanto ancora in vigore alla data di redazione della perizia)

ELABORATI PROGETTUALI

1. RELAZIONE GENERALE

- 1.1. *RILIEVO PLANI-ALTIMETRICO*
- 1.2. *LOCALIZZAZIONE, CARTOGRAFIA E CARATTERISTICHE IDRAULICHE DEL TRATTO FLUVIALE*
- 1.3. *PLANIMETRIA GENERALE DELL'OPERA*
- 1.4. *MAPPATURA DELLE SEZIONI TOPOGRAFICHE E DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI*
- 1.5. *LAVORAZIONI PRELIMINARI*
- 1.6. *LAVORAZIONI DI COMPLETAMENTO*
- 1.7. *PROGETTO ESECUTIVO DELL'INTERVENTO*
- 1.8. *SCHEMA PLANIMETRICO DELLE SEZIONI*
- 1.9. *PARTICOLARI COSTRUTTIVI E SEZIONE TIPO*

2. RELAZIONE GEOTECNICA

2.1 VERIFICHE AL SIFONAMENTO - CONDIZIONI AL CONTORNO

3. RELAZIONE PAESAGGISTICA

4. Q.T.E. (quadro tecnico economico)

4.1 COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

4.2 ELENCO DEI PREZZI UNITARIO

4.3 INCIDENZA DELLA MANODOPERA

5. CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

5.1 SCHEMA DI CONTRATTO

5.2 CRONO-PROGRAMMA

6. PIANO DI COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA

6.1 PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA

Si precisa che i contenuti del presente progetto sono da ritenersi in ogni caso subordinati alla valutazione ed alla approvazione degli Enti Territoriali Competenti in materia (AiPo e Regione Lombardia).

MEDESANO (PR), 08/01/2024

IL PROGETTISTA : Dott. Ing. GIAN PIETRO ARMANI

