

PROGETTO DEFINITIVO

CUP C39B18000060006

CIG 9432266822

RIF. PERIZIA

P.3062

TITOLO PROGETTO








NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA

DISCIPLINA	DESCRIZIONE
DS	DRAGAGGI

ELAB. N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
G-0001	RELAZIONE TECNICA	-

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVATO
00	20/03/2023	PRIMA EMISSIONE	L. Masiero	L. Masiero	T. Tassi
02	17/07/2023	TERZA EMISSIONE	L. Masiero	L. Masiero	T. Tassi
03	21/07/2023	QUARTA EMISSIONE	L. Masiero	L. Masiero	T. Tassi
04	23/02/2024	EMISSIONE PER CDS	L. Masiero	L. Masiero	T. Tassi

CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	NOME FILE
P3062	E-DR-G-0001	P3062_E-DR-G-0001_04.doc

CONSORZIO IMPRESE	PROGETTISTI	PROGETTAZIONE	
 (Mandataria)  (Mandante)	 (Mandante)  (Mandante)	 (Mandataria)  (Mandante)	 ingegneria ing. Tommaso Tassi

D.E.C.	VERIFICATORE	PMC	R.U.P.
Ing. Alessandra Mariotti	ITS Controlli Tecnici SpA	RINA Consulting S.p.A.	Ing. Marco Vaccari
.....

Sommario

1	PREMESSA	9
1.1	Aggiornamento documento	9
2	DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO	10
2.1	Progetti di riferimento	10
2.2	Relazioni di riferimento	10
2.3	Elaborati grafici di riferimento	11
2.4	Documentazione fornita da AdSP	12
2.4.1	P 2406 / Realizzazione nuova darsena nautica ed ampliamento della darsena tecnica	12
2.4.2	P 2358 / Ponte Etiopia - Consolidamento banchine con approfondimento dei fondali e adeguamento funzionale dello sporgente	13
2.4.3	P 3065 / Servizio relativo ai Rilievi batimetrici del Porto di Genova	15
2.5	Normativa di riferimento	15
3	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO SECONDO LE PREVISIONI DEL PFTE E INTERVENTI IN CORSO DI REALIZZAZIONE	16
4	CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI	19
4.1	Piano di caratterizzazione	19
4.2	Risultati della caratterizzazione	21
5	IDRODINAMICA DELLE AREE DI INTERVENTO	23
6	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO	28
7	ANALISI DI STABILITÀ DELLE BANCHINE ESISTENTI	31
7.1	Sezione A: Calata Bettolo	33
7.2	Sezione B: Ponte San Giorgio	34
7.3	Sezione C: Testata banchina Eritrea	35
7.4	Sezione D: Testata banchina Ex – Idroscalo	35
7.5	Sezione E / Sezione F: Diga esistente	37

7.6	Sezione G: Ponte Etiopia	38
7.7	Marina fiera.....	39
7.8	Restituzione grafica 3D	40
7.9	Carichi e combinazioni di calcolo	43
7.10	Calata Bettolo – Sezione A.....	45
7.10.1	Modello geotecnico	45
7.10.2	Modello di calcolo.....	46
7.10.3	Combinazione 1 / Sovraccarico.....	46
7.10.4	Combinazione 2 / Tiro bitta	48
7.10.5	Combinazione 3 / Sisma	49
7.10.6	Coefficienti di sicurezza	50
7.11	Ponte San Giorgio – Sezione B	51
7.11.1	Modello geotecnico	51
7.11.2	Modello di calcolo.....	52
7.11.3	Combinazione 1 / Sovraccarico.....	53
7.11.4	Combinazione 2 / Tiro bitta	54
7.11.5	Combinazione 3 / Sisma	55
7.11.6	Coefficienti di sicurezza	56
7.12	Ponte Eritrea – Sezione C	57
7.12.1	Modello geotecnico	57
7.12.2	Modello di calcolo.....	59
7.12.3	Combinazione 1 / Stato di progetto - Sovraccarico	59
7.12.4	Combinazione 2 / Stato di progetto - Tiro bitta.....	60
7.12.5	Combinazione 3 / Stato di progetto - Sisma	61
7.12.6	Coefficienti di sicurezza	62
7.12.7	Carichi stato di fatto	64
7.12.8	Modello di calcolo.....	64
7.12.9	Combinazione 1 / Stato di fatto / Sovraccarico.....	65
7.12.10	Combinazione 2 / Stato di fatto / Tiro bitta	66

7.12.11	Combinazione 3 / Stato di fatto / Sisma	67
7.12.12	Coefficienti di sicurezza	69
7.13	Ponte Ex - Idroscalo – Sezione D	70
7.13.1	Modello geotecnico	70
7.13.2	Modello di calcolo.....	71
7.13.3	Combinazione 1 / Sovraccarico.....	71
7.13.4	Combinazione 2 / Tiro bitta	72
7.13.5	Combinazione 3 / Sisma	74
7.13.6	Coefficienti di sicurezza	75
7.14	Diga esistente – Sezione E.....	76
7.14.1	Modello geotecnico	76
7.14.2	Modello di calcolo.....	76
7.14.3	Combinazione 1 / Dragaggio.....	77
7.14.4	Coefficienti di sicurezza	78
7.15	Diga esistente – Sezione F.....	79
7.15.1	Modello geotecnico	79
7.15.2	Modello di calcolo.....	80
7.15.3	Combinazione 1 / Dragaggio.....	80
7.15.4	Coefficienti di sicurezza	81
7.16	Ponte Etiopia – Sezione G.....	82
7.16.1	Modello geotecnico	82
7.16.2	Modello di calcolo.....	83
7.16.3	Combinazione 1 / Sovraccarico.....	84
7.16.4	Combinazione 2 / Tiro bitta	85
7.16.5	Combinazione 3 / Sisma	86
7.16.6	Coefficienti di sicurezza	87
7.17	Stabilità delle scarpate.....	88
7.17.1	Modello geotecnico	88
7.17.2	Modello di calcolo.....	89

7.17.3	Combinazione 1 / Dragaggio.....	89
7.17.4	Combinazione 2 / Sisma	91
7.17.5	Coefficienti di sicurezza	93
8	DESCRIZIONE DEI MEZZI E DELLE TECNICHE UTILIZZATE PER LA MOVIMENTAZIONE	94
9	INTERFERENZE	99

Indice delle figure

Figura 3-1: Individuazione delle aree da dragare (settore Ovest), così come individuate nel PFTE del progetto 3062 "NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA" DRAGAGGI - FASE 1; in verde le aree da dragare a -17.0 m s.m.m. e in arancione le aree da dragare a -18.5 m s.m.m.	17
Figura 3-2: Individuazione delle aree da dragare (settore Est), così come individuate nel PFTE del progetto 3062 "NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA" DRAGAGGI - FASE 1; in verde le aree da dragare a -17.0 m s.m.m. e in arancione le aree da dragare a -18.5 m s.m.m.	17
Figura 3-3: Individuazione delle aree di dragaggio presso Sampierdarena; le campiture rosse e arancioni indicano le aree che saranno oggetto di dragaggio a -18.50 m s.m.m. nell'ambito del presente progetto; le campiture rosse indicano le aree che portate a -14.50 m s.m.m. nell'ambito del progetto P3106 LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DEI DRAGAGGI NEL BACINO DI SAMPIERDARENA E PORTO PASSEGGERI (FASE 0)	18
Figura 3-4: Area di versamento nel Canale di Calma.	18
Figura 4-1: Ubicazione dei punti di sondaggio; estratto di TAV. 1 allegata all'elaborato P3062_E-DR-G-0002: "Relazione Tecnica" (Elaborato del PE).	20
Figura 4-2: Ubicazione dei punti di sondaggio; estratto di TAV. 1 allegata all'elaborato P3062_E-DR-G-0002: "Relazione Tecnica"(Elaborato del PE)	20
Figura 5-1: Dominio di calcolo (griglia principale + griglia n1+ griglia n2) per le simulazioni con il modello DELFT3D-flow per l'analisi delle correnti indotte dalla marea astronomica e dal vento; estratto di elaborato MI046R-PF-D-I-R-026-01	23
Figura 5-2: Campo di velocità generato dalla marea astronomica nel porto di Genova: fase di flusso di marea (in alto), fase di colmo (al centro) e fase di riflusso (in basso)	25
Figura 5-3: Scenari di circolazione più intensa nel golfo di Genova con venti freschi di Scirocco (in alto) e Libeccio (in basso); estratto di elaborato MI046R-PF-D-I-R-026-01	26
Figura 5-4: Campi di velocità (mediata sulla verticale) nell'intorno del Porto di Genova in occasione di veti freschi di Scirocco (in alto) Scirocco e Libeccio (in basso); i grafici a destra mostrano i profili verticali di velocità nei due punti di controllo APCH1 e APCH3	27
Figura 6-2: Dragaggio: Bacino di Sampierdarena (-18.5 m lmm) / Avamporto e imboccatura di Levante (-17.0 m lmm).	29
Figura 6-3: Sezione tipologica di progetto del dragaggio dell'avamporto a -17.0 e gestione interferenze	29
Figura 6-4: Sezione tipologica di progetto del dragaggio a -18.50 m slmm.	30
Figura 6-5: Dragaggio del bacino di Sampierdarena (-15.0 m lmm).	30
Figura 7-1: Inquadramento con individuazione delle sezioni di riferimento per le verifiche	32
Figura 7-2: Sezione Calata Bettolo	33
Figura 7-3: Planimetria del finito.	34
Figura 7-4: Sezione tipologica di riferimento.	34
Figura 7-5: Sezione tipologica di riferimento	35
Figura 7-6: Sezione tipologica di riferimento	36
Figura 7-7: Sezione di riferimento C'-D_6	37
Figura 7-8: Sezione di riferimento D-E_4	37
Figura 7-9: Sezione tipologica di riferimento	38

<i>Figura 7-10: Planimetria progettuale - Realizzazione nuova darsena nautica e ampliamento darsena tecnica</i>	39
<i>Figura 7-11: Sezione diga sottoflutto P11</i>	40
<i>Figura 7-12: Sezione diga sopraflutto H08</i>	40
<i>Figura 7-13: Ponte Rubattino (impalcato su pali) / Calata Bettolo (banchina a cassoni).</i>	40
<i>Figura 7-14: Calata Bettolo (banchina a cassoni) – parte centrale.</i>	40
<i>Figura 7-15: Calata Bettolo (banchina a cassoni) / Testata Canzio (impalcato su pali + banchina a cassoni)</i>	41
<i>Figura 7-16: Ponte ex Idroscalo (Banchina a massi).</i>	41
<i>Figura 7-17: Ponte ex Idroscalo (Banchina a massi).</i>	41
<i>Figura 7-18: Ponte Etiopia (Banchina a massi).</i>	41
<i>Figura 7-19: Ponte Eritrea (Banchina a massi).</i>	42
<i>Figura 7-20: Unità geotecniche – Parametri di progetto</i>	45
<i>Figura 7-21: Geometria modello</i>	46
<i>Figura 7-22: Modello di calcolo – Combinazione 1</i>	46
<i>Figura 7-23: Fattore di sicurezza – Combinazione 1</i>	47
<i>Figura 7-24: Modello di calcolo – Combinazione 2</i>	48
<i>Figura 7-25: Fattore di sicurezza – Combinazione 2</i>	48
<i>Figura 7-26: Modello di calcolo – Combinazione 3</i>	49
<i>Figura 7-27: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale negativo</i>	49
<i>Figura 7-28: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale positivo</i>	50
<i>Figura 7-29: Unità geotecniche – Parametri di progetto</i>	52
<i>Figura 7-30: Geometria modello</i>	52
<i>Figura 7-31: Modello di calcolo – Combinazione 1</i>	53
<i>Figura 7-32: Fattore di sicurezza – Combinazione 1</i>	53
<i>Figura 7-33: Modello di calcolo – Combinazione 2</i>	54
<i>Figura 7-34: Fattore di sicurezza – Combinazione 2</i>	54
<i>Figura 7-35: Modello di calcolo – Combinazione 3</i>	55
<i>Figura 7-36: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale negativo</i>	55
<i>Figura 7-37: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale positivo</i>	56
<i>Figura 7-38: Unità geotecniche – Parametri di progetto</i>	58
<i>Figura 7-39: Caratteristiche supporto</i>	58
<i>Figura 7-40: Geometria modello</i>	59
<i>Figura 7-41: Modello di calcolo – Combinazione 1</i>	59
<i>Figura 7-42: Fattore di sicurezza – Combinazione 1</i>	60
<i>Figura 7-43: Modello di calcolo – Combinazione 2</i>	60
<i>Figura 7-44: Fattore di sicurezza – Combinazione 2</i>	61
<i>Figura 7-45: Modello di calcolo – Combinazione 3</i>	61
<i>Figura 7-46: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale positivo.</i>	62
<i>Figura 7-47: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale negativo</i>	62
<i>Figura 7-48: Geometria modello</i>	65
<i>Figura 7-49: Modello di calcolo – Combinazione 1</i>	65

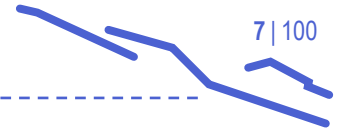


Figura 7-50: Fattore di sicurezza – Combinazione 1	66
Figura 7-51: Modello di calcolo – Combinazione 2	66
Figura 7-52: Fattore di sicurezza – Combinazione 2	67
Figura 7-53: Modello di calcolo – Combinazione 3	67
Figura 7-54: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale positivo	68
Figura 7-55: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale negativo	68
Figura 7-56: Unità geotecniche – Parametri di progetto	70
Figura 7-57: Geometria modello	71
Figura 7-58: Modello di calcolo – Combinazione 1	71
Figura 7-59: Fattore di sicurezza – Combinazione 1	72
Figura 7-60: Modello di calcolo – Combinazione 2	72
Figura 7-61: Fattore di sicurezza – Combinazione 2	73
Figura 7-62: Modello di calcolo – Combinazione 3	74
Figura 7-63: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale negativo	74
Figura 7-64: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale positivo	75
Figura 7-65: Unità geotecniche – Parametri di progetto	76
Figura 7-66: Geometria modello	77
Figura 7-67: Modello di calcolo – Dragaggio -18.5 m.s.l.m.m.	77
Figura 7-68: Fattore di sicurezza – Dragaggio -18.5 m.s.l.m.m.	78
Figura 7-69: Unità geotecniche – Parametri di progetto	79
Figura 7-70: Sezione di riferimento D-E_4	80
Figura 7-71: Geometria modello	80
Figura 7-72: Modello di calcolo – Dragaggio -18.5 m.s.l.m.m.	80
Figura 7-73: Fattore di sicurezza – Dragaggio -18.5 m.s.l.m.m.	81
Figura 7-74: Unità geotecniche – Parametri di progetto	83
Figura 7-75: Geometria modello	83
Figura 7-76: Modello di calcolo – Combinazione 1	84
Figura 7-77: Fattore di sicurezza – Combinazione 1	84
Figura 7-78: Modello di calcolo – Combinazione 2	85
Figura 7-79: Fattore di sicurezza – Combinazione 2	85
Figura 7-80: Modello di calcolo – Combinazione 3	86
Figura 7-81: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale negativo	86
Figura 7-82: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale positivo	87
Figura 7-83: Geometria modello	89
Figura 7-84: Modello di calcolo – Combinazione 2	89
Figura 7-85: Fattore di sicurezza – Combinazione 1	90
Figura 7-86: Fattore di sicurezza – Combinazione 2 – Sisma verticale negativo	91
Figura 7-87: Fattore di sicurezza – Combinazione 2 – Sisma verticale positivo	92
Figura 8-1: Motopontone autocaricante con benna ambientale	94

<i>Figura 8-2: Dragaggio (D) effettuato con tecnica tradizionale (T) con vento frequente (F) di Libeccio (VL): concentrazioni medie sulla profondità per le diverse zone di lavoro (mg/l); estratto di elaborato MI046RPF DAR067B00 (Allegato B del S.I.A.)</i>	96
<i>Figura 8-3: Dragaggio (D) effettuato con tecnica tradizionale (T) con vento raro (R) di Libeccio (VL): concentrazioni medie sulla profondità per le diverse zone di lavoro (mg/l); estratto di elaborato MI046RPF DAR067B00 (Allegato B del S.I.A.)</i>	97
<i>Figura 8-4: Dragaggio (D) effettuato con benna ambientale (A) con vento frequente (F) e raro (R) di Libeccio (VL): concentrazioni medie sulla profondità per l'area P1 di fronte a Calata Bettolo (mg/l); estratto di elaborato MI046RPF DAR067B00 (Allegato B del S.I.A.)</i>	98
<i>Figura 9-1: Sezione di posa rilevata della condotta di scarico fognario IRETI (cfr. progetto 3106)</i>	99
<i>Figura 9-2: Sezione tipologica interrimento nuove condotte</i>	100
<i>Figura 9-3: Planimetria di risoluzione delle interferenze</i>	100

Indice delle tabelle

<i>Tabella 4-1: Sintesi dei risultati della classificazione ponderata dei sedimenti</i>	21
<i>Tabella 6-1: Riepilogo volumi di dragaggio – Dragaggio a -18.5/-17 m slmm</i>	28
<i>Tabella 6-2: Riepilogo volumi di dragaggio – Dragaggio a -15.0 m slmm</i>	28
<i>Tabella 7-1: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni</i>	43
<i>Tabella 7-2: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno</i>	44
<i>Tabella 7-3: Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo</i>	44
<i>Tabella 7-4: Coefficienti di combinazione</i>	44
<i>Tabella 7-5: Combinazioni di carico</i>	44

1 PREMESSA

Il presente progetto di dragaggio è stato sviluppato sulla base del PFTE, nell'ambito del quale sono stati affrontati tutti gli aspetti ambientali, nonché gli aspetti e le necessità che hanno portato alla definizione delle profondità e del layout delle aree di dragaggio.

A supporto di tali tematiche sono stati eseguiti una serie di studi su modello, in questa relazione richiamati.

Dal momento che il PFTE è stato assoggettato a V.I.A. ed autorizzato, non risultano necessari approfondimenti relativamente alle sopraccitate tematiche.

In conformità a quanto previsto dal PFTE assoggettato a V.I.A., la gestione dei sedimenti derivanti dal dragaggio verrà realizzata in conformità a quanto previsto dal D.M. 15/07/2016 n. 173.

I sedimenti sono stati caratterizzati, a cura dell'Autorità di Sistema Portuale, in conformità a quanto previsto dal sopra citato decreto, evidenziando la presenza di sedimenti con diverse classi di qualità, inclusa la classe E, con concentrazioni di inquinanti talora superiori al LEG (livello di effetto grave).

La destinazione finale prevista per i sedimenti di classe A, B, C, D ed E è l'immersione in ambiente conterminato ed impermeabilizzato in ambito portuale, all'interno dei cassoni della nuova diga foranea. Per il conferimento all'interno dei cassoni di tali sedimenti è stata predisposta specifica analisi di rischio, le cui risultanze sono riportate nell'elaborato P3062_E-AM-G-0008: "Analisi di rischio ambientale per la gestione dei sedimenti entro i cassoni".

I sedimenti per i quali le caratterizzazioni non dovessero più risultare idonee o insufficienti, dovranno essere soggetti a nuova caratterizzazione.

Dal momento che le modalità di gestione previste in progetto sono compatibili con tutte le classi di sedimenti definite dal D.M. 15/07/2016 n. 173, si postula che, a meno dell'eventuale ritrovamento di materiali diversi dai sedimenti o superamenti dei limiti che definiscono il materiale come pericoloso ai sensi della Decisione della Commissione 2000/532/CE del 3 Maggio 2000, le modalità di gestione non cambieranno rispetto al presente progetto.

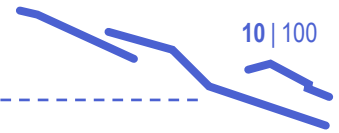
Le modalità di gestione terranno conto di quanto previsto dal Piano di Monitoraggio Ambientale e dal Piano delle Mitigazioni (nonché al Piano di Gestione ambientale e delle emergenze).

Eventuali variazioni, ulteriori campionamenti e considerazioni tecniche-ambientali potranno essere necessarie a valle della successiva fase autorizzativa (ex art. 109 152/2006).

1.1 Aggiornamento documento

Il presente documento viene integrato:

- Rev1: nei capitoli 1, 2, 3, 8 e 9 in riscontro all'istruttoria P0027010-2-H58_rev00 e IT21086AR-00A-SP-0010-0 e nei capitoli 5, 6 e 7 in riscontro all'istruttoria P0027010-2-H58_rev01.
- Rev2: nel capitolo 6 in riscontro all'istruttoria P0027010-2-H58_rev02.
- Rev3: a seguito dell'ODS n.10 del 10/11/2023.
- Rev4: a seguito dell'ODS n. 13 del 11/12/2023 e n. 15 del 22/12/2023 il layout delle opere è stato aggiornato alla configurazione di FASE A+B, mantenendo le modifiche introdotte con l'ODS n. 10 del 10/11/2023 e modificando la configurazione le opere in corrispondenza dell'imboccatura di Ponente. .



2 DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO

2.1 Progetti di riferimento

Si riportano di seguito i progetti di riferimento per lo sviluppo del progetto di dragaggio;

- PFTE della "NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA" redatto da Technital S.p.A.;
- PFTE "P.3062 - NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA" DRAGAGGI - FASE 1, redatto da Dinamica S.r.l.
- Progetto Esecutivo "3106 - LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DEI DRAGAGGI NEL BACINO DI SAMPIERDARENA E PORTO PASSEGGERI (FASE 0)", redatto da Duomi S.r.l. e Technital S.p.A..
- P2460 / Recupero funzionale di Calata Olii Minerali ed ampliamento Calata Bettolo.
- P2933 / Realizzazione del completamento di Calata Olii Minerali.
- P3129 Lotto 4 / Consolidamento statico banchina di Levante per approfondimento fondali – Lotto 4 Ponte San Giorgio.
- P3129 Lotto 3 / Consolidamento statico della banchina Eritrea levante nel Porto di Genova.
- P 2358 / Ponte Etiopia - Consolidamento banchine con approfondimento dei fondali e adeguamento funzionale dello sporgente.
- P 2406 / Realizzazione nuova darsena nautica ed ampliamento della darsena tecnica.

2.2 Relazioni di riferimento

Si riportano di seguito le relazioni impiegate nel presente elaborato per la definizione del progetto di dragaggio

Elaborati del PFTE:

- MI046R-PF-D-I-R-026-01: "Le condizioni meteomarine e i test di manovra di navigazione con simulatore per le soluzioni d'intervento" (Elaborato del PFTE "NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA" redatto da Technital S.p.A.);
- MI046RPF067B00: "Studio di Impatto Ambientale – Allegato B, Analisi modellistiche per la propagazione di torbidità nelle acque marine costiere" (Elaborato del PFTE "NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA" redatto da Technital S.p.A.);
- P3062_E-DR-G-0002_00: "Relazione Tecnica" (Elaborato del PFTE "PROGETTO N°3062 CARATTERIZZAZIONE DEI FONDALI MARINI DEL PORTO DI GENOVA AI SENSI DEL D.M. 173/2016" redatto da ambiente S.p.A.);

Elaborati del PE:

- P3062_E-AM-G-0008: "Analisi di rischio ambientale per la gestione dei sedimenti entro i cassoni".
- P3062_E-DR-G-0002: "Relazione di caratterizzazione ambientale".
- P3062_E-AM-G-0003: "Piano di monitoraggio ambientale".
- P3062_E-AM-G-0011: "Piano di mitigazione degli impatti dell'opera".
- P3062_E-AM-G-0021: "Piano di compensazione degli impatti dell'opera".

- P3062_E-RI-G-E002: “Raccolta elaborati opere esistenti”
- P3062_E-IN-G-0002: “Relazione sulle interferenze - Condotta scarico IRETI”

2.3 Elaborati grafici di riferimento

Si riportano di seguito gli elaborati grafici redatti a supporto del progetto di dragaggio del PFTE e del presente PE:

Elaborati del PFTE:

- DNC142_PFTE_D_02: “Planimetria di dettaglio avamporto” (Elaborato del PFTE “P.3062 - NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA” DRAGAGGI - FASE 1, redatto da Dinamica S.r.l.);
- DNC142_PFTE_D_03: “Planimetria di dettaglio Sampierdarena” (Elaborato del PFTE “P.3062 - NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA” DRAGAGGI - FASE 1, redatto da Dinamica S.r.l.);

Elaborati del PE:

- P3062_E-AM-G-0101: “Planimetria delle attività di monitoraggio ante-operam (a stralcio)”
- P3062_E-AM-G-0102: “Planimetria delle attività di monitoraggio in corso d'opera”
- P3062_E-AM-G-0103: “Planimetria delle attività di monitoraggio post-operam”
- P3062_E-IN-G-0101: “Planimetria di individuazione delle interferenze”
- P3062_E-IN-G-0102: “Planimetria di risoluzione delle interferenze”
- P3062_E-RI-G-E101: “Rilievo planoaltimetrico e batimetrico”
- P3062_E-RI-G-E102: “Indagine di progetto ed interferenza con risultanze da Side Scan Sonar”
- P3062_E-RI-G-E103: “Indagine di progetto ed interferenza con risultanze da magnetometro”
- P3062_E-RI-G-E104: “Rilievo MBES della diga esistente - Tavola 1 di 2”
- P3062_E-RI-G-E105: “Rilievo MBES della diga esistente - Tavola 2 di 2”
- P3062_E-DR-G-0101: “Planimetria generale stato di fatto”
- P3062_E-DR-G-0102: “Planimetria di dettaglio – avamporto”
- P3062_E-DR-G-0103: “Planimetria di dettaglio – sampierdarena”
- P3062_E-DR-G-0104: “Planimetria con individuazione dei sottoservizi”
- P3062_E-DR-G-0105: “Planimetria generale stato di progetto”
- P3062_E-DR-G-0106: “Planimetria di dettaglio – avamporto”
- P3062_E-DR-G-0107: “Planimetria di dettaglio – Sampierdarena”
- P3062_E-DR-G-0108: “Planimetria con individuazione dei sottoservizi”

2.4 Documentazione fornita da AdSP

2.4.1 P 2406 / Realizzazione nuova darsena nautica ed ampliamento della darsena tecnica.

Elaborati idraulica marittima:

- OMM A – Computo metrico Estimativo
- OMM B – Analisi Nuovi Prezzi
- OMM C – Stima di Raffronto
- OMM D – Relazione generale
- OMM E – Relazione tecnica idraulico marittima
- OMM F – Studio meteomarinico e dell'agitazione ondososa interna
- OMM G – Piano di sicurezza e coordinamento
- OMM H – Variazioni tra progetto definitivo e progetto esecutivo
- OMM I – Elenco prezzi progetto definitivo
- OMP B – Studio di agitazione portuale interna nella configurazione Settembre 2005

Elenco tavole:

- Tav. OMM 01 – Planimetria stato attuale scala 1:1.000
- Tav. OMM 02 – Planimetria progettuale scala 1:1.000
- Tav. OMM 03 – Planimetria ubicazione cassoni scala 1:1.000
- Tav. OMM 04 – Banchina Ovest darsena nautica – sezione tipo A-A scala 1:100
- Tav. OMM 05 – Scogliera di riva darsena nautica – sezione tipo B-B scala 1:100
- Tav. OMM 06 – Banchina Est darsena nautica – sezioni tipo C-C scala 1:100
- Tav. OMM 07 – Diga sopraflutto darsena nautica – sezioni tipo E-E e F-F scala 1:100
- Tav. OMM 08 – Diga sopraflutto darsena nautica – sezioni tipo G-G e H-H scala 1:100
- Tav. OMM 09 – Diga sopraflutto darsena nautica – sezioni tipo I-I e L-L scala 1:100
- Tav. OMM 10 – Diga sottoflutto darsena nautica – sezioni tipo M-M e N-N scala 1:200
- Tav. OMM 11 – Diga sottoflutto darsena tecnica – sezioni tipo O-O e P-P scala 1:100
- Tav. OMM 12 – Diga sottoflutto darsena tecnica – sezioni tipo Q-Q e R-R scala 1:100
- Tav. OMM 13 – Banchine interne darsena tecnica – sezione tipo S-S scala 1:100
- Tav. OMM 14 – Carpenteria cassone 3x7 celle imbasamento a -11 m slmm scala 1:100
- Tav. OMM 15 – Carpenteria cassone 2x7 celle imbasamento a -11 m slmm scala 1:100

Elenco elaborati strutture:

- OMS ARC - Darsena Nautica e Darsena Tecnica - Cassone 3x7 celle h=11,5m - Relazione di calcolo
- Tav. OMS A01 - Darsena Nautica e Darsena Tecnica - Cassone 3x7 celle h=11,5m - Carpenteria
- Tav. OMS A02 - Darsena Nautica e Darsena Tecnica - Cassone 3x7 celle h=11,5m - Armatura tav 1-3
- Tav. OMS A03 - Darsena Nautica e Darsena Tecnica - Cassone 3x7 celle h=11,5m - Armatura tav 2-3
- Tav. OMS A04 - Darsena Nautica e Darsena Tecnica - Cassone 3x7 celle h=11,5m - Armatura tav 3-3
- Tav. OMS A05 - Darsena Nautica e Darsena Tecnica - Cassone 3x7 celle h=11,5m - Carpenteria predalle

- Tav. OMS A06 - Darsena Nautica e Darsena Tecnica - Cassone 3x7 celle h=11,5m - Armatura predalle
- Tav. OMS A07 - Darsena Nautica e Darsena Tecnica - Cassone 3x7 celle h=11,5m - Armatura soletta in opera

- OMS BRC - Darsena Nautica e Darsena Tecnica - Muro paraonde - Relazione di calcolo
- Tav. OMS B01 - Darsena Nautica - Muro paraonde h=8,30 m - Armatura tav 1-2
- Tav. OMS B02 - Darsena Nautica - Muro paraonde h=8,30 m - Armatura tav 2-2
- Tav. OMS B03 - Darsena Nautica - Muro paraonde h=7,50 m - Armatura
- Tav. OMS B04 - Darsena Nautica - Muro paraonde h=6,50 m - Armatura
- Tav. OMS B05 - Darsena Nautica - Muro paraonde h=5,50 m - Armatura tav 1-2
- Tav. OMS B06 - Darsena Nautica - Muro paraonde h=5,50 m - Armatura tav 2-2
- Tav. OMS B07 - Darsena Nautica - Muro paraonde cassoni 11-12-13-14 - Carpenteria
- Tav. OMS B08 - Darsena Nautica e Muro paraonde - Armatura predalle e velette di bordo
- Tav. OMS B09 - Darsena Tecnica - Muro paraonde h=5,50 m - Armatura tav 1-2
- Tav. OMS B10 - Darsena Tecnica - Muro paraonde h=5,50 m - Armatura tav 2-2
- Tav. OMS B11 - Darsena Tecnica - Muro paraonde h=1,50 m - Armatura

- OMS CRC - Darsena Tecnica - Cassone 2x7 celle h=9,5m - Relazione di calcolo
- Tav. OMS C01 - Darsena Tecnica - Cassone 2x7 celle h=9,5m - Carpenteria
- Tav. OMS C02 - Darsena Tecnica - Cassone 2x7 celle h=9,5m - Armatura tav 1-2
- Tav. OMS C03 - Darsena Tecnica - Cassone 2x7 celle h=9,5m - Armatura tav 2-2
- Tav. OMS C04 - Darsena Tecnica - Cassone 2x7 celle h=9,5m - Carpenteria predalle tav 1-2
- Tav. OMS C05 - Darsena Tecnica - Cassone 2x7 celle h=9,5m - Carpenteria predalle tav 2-2
- Tav. OMS C06 - Darsena Tecnica - Cassone 2x7 celle h=9,5m - Armatura predalle
- Tav. OMS C07 - Darsena Tecnica - Cassone 2x7 celle h=9,5m - Armatura soletta in opera
- Tav. OMS C08 - Darsena Tecnica - Cassone 2x7 celle h=9,5m - Armatura sovrastruttura

- OMS DRC - Darsena Tecnica - Struttura di protezione condotta idrica - Relazione di calcolo
- Tav. OMS D01 - Darsena Tecnica - Struttura di protezione condotta idrica - Piante e sezioni
- Tav. OMS D02 - Darsena Tecnica - Struttura di protezione condotta idrica - Carpenteria e armatura

- OMS ERC - Darsena Tecnica - Passerella provvisoria di collegamento - Relazione di calcolo
- Tav. OMS E01 - Darsena Tecnica - Passerella provvisoria di collegamento - Piante e sezioni
- Tav. OMS E02 - Darsena Tecnica - Passerella provvisoria di collegamento - Armature

2.4.2 P 2358 / Ponte Etiopia - Consolidamento banchine con approfondimento dei fondali e adeguamento funzionale dello sporgente.

Elenco relazioni:

- R.04_Riepilogo sintetico parametri geotecnici di progetto
- R.05_Verifica stabilità banchine con sovraccarico 12 ton-mq
- R.09_Relazione giustificativa scelte progettuali

Elenco elaborati grafici:

- T.01 - planimetria stato di fatto con la localizzazione area di intervento
- T.02 - consolidamento banchina: planimetria jet-grouting
- T.03 - consolidamento banchina: planimetria tiranti
- T.04 - consolidamento banchina: sezioni a-a e b-b
- T.05 - consolidamento banchina: sezioni c-c e d-d
- T.06 - allineamento filo banchina: particolari
- T.07 - allineamento filo banchina: dettagli bitta
- T.08 - allineamento filo banchina: prospetto testata e ponente
- T.09 - allineamento filo banchina: prospetto levante, angolo sud-est e sud-ovest
- T.10 - layout definitivo di progetto: infrastrutture ed impianti
- T.11 - rilievo topografico di dettaglio: piano quotato
- T.12 - rilievo topografico di dettaglio: curve di livello
- T.14 - rifacimento pavimentazione piazzale: planimetria
- T.15 - rifacimento pavimentazione piazzale: particolari e sezioni tipo
- T.16 - sistema di smaltimento delle acque: planimetria reti, pozzetti e caditoie
- T.17 - sistema di smaltimento delle acque: profili longitudinali - canalizzazioni acque bianche tratti 8-3, 1-s1, 9-3, 44-s2
- T.18 - sistema di smaltimento delle acque: profili longitudinali - canalizzazioni acque bianche tratti 42-35, 40-34, 38-24, 11-13, 14-15, 22-15
- T.19 - sistema di smaltimento delle acque: profili longitudinali - canalizzazioni acque bianche tratti 17-s3, 29-21, 27-26, 23-s5, 30-s4
- T.20 - sistema smaltimento delle acque: sezioni tipo
- T.21 - planimetria cablaggio torri faro
- T.22 - carpenteria ed armatura fondazione torri faro
- T.23 - schema impianto elettrico torri faro
- T.24 - planimetria alimentazione parco frigo
- T.25 - terminali distribuzione energia torrette parco frigo
- T.26 - dettagli impianti elettrici
- T.27 - planimetria impiantistica parco imo
- T.28 - schema pompe antincendio parco imo
- T.29 - tettoia verifiche doganali - pianta fondazioni e carpenteria plinti
- T.30 - tettoia verifiche doganali - carpenteria metallica
- T.31 - nuovo cunicolo servizi: planimetria e sezione

2.4.3 P 3065 / Servizio relativo ai Rilievi batimetrici del Porto di Genova

- RT_MBtg_banchine – relazione tecnica – rilievo batimetrico multi-beam del paramento verticale delle banchine portuali
- Sezioni tipo di banchina

2.5 Normativa di riferimento

Generale	<p>Il progetto viene redatto in conformità alle norme e alle leggi italiane vigenti generali e di settore.</p> <p>Le normative generali di riferimento sono le "Norme tecniche per le costruzioni", edite dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nel 2018 (NTC 2018, in vigore con D.M. 17 gennaio 2018 ("Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni").</p> <p>Per quanto non trattato nelle NTC 2018, si è fatto riferimento, in ordine di precedenza, a: altre norme/standard italiani, raccomandazioni dei Ministeri, Norme Europee, Norme internazionali, norme nazionali diverse da quelle italiane, manuali, articoli scientifici e alla buona pratica.</p>
Dragaggi	<p>U.S. Army Corps of Engineers (USACE), 1 Jun 2006 - Coastal Engineering Manual (CEM). Pub Number EM 1110-2-1100, Part VI. Aggiornamento 2011.</p> <p>C683, CIRIA, London, 2007 - The Rock Manual. The use of rock in hydraulic engineering (2nd ed.)</p> <p>Usace (2015), "Dredging and Dredged Material Management", EM-110-2-5025</p> <p>Tsinker (2004), "Port Engineering – Planning, construction, maintenance, and security"</p>
Geotecnica	<p>NTC 2018 - Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale (Approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018)</p> <p>Circolare 21 gennaio 2019 n.7 "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"</p>
Ambiente	<p>Legge n. 84/94</p> <p>Decreto Legislativo n. 152/06</p> <p>D.M. Ambiente 15 luglio 2016, n. 173</p> <p>Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) [2013 – 2015]</p> <p>Manuale per la movimentazione di sedimenti marini (ICRAM-APAT, 2007)</p> <p>Manuali di ecotossicologia: Batteria di saggi ecotossicologici per sedimenti di acque salate e salmastre (ISPRA 2011)</p>

3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO SECONDO LE PREVISIONI DEL PFTE E INTERVENTI IN CORSO DI REALIZZAZIONE

L'intervento di dragaggio posto a base di gara prevede il completamento degli interventi previsti dal PFTE del progetto 3062 "NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA" DRAGAGGI - FASE 1, redatto da Dinamica S.r.l.

L'intervento prevede il dragaggio di parte del bacino di Sampierdarena fino alla profondità di -18.50 m s.m.m. e il dragaggio di parte dell'avamposto fino alla profondità di -17.00 m slmm.

Si assume, per la funzionalità portuale, che tali profondità si riferiscano alla profondità di scavo che deve essere garantita rispetto al medio mare.

Il sedimento, secondo le previsioni del PFTE, doveva essere interamente destinato al riempimento dei cassoni della nuova diga foranea.

Nelle seguenti figure (Figura 3-1 e Figura 3-2) sono evidenziate rispettivamente le aree da dragare nel bacino di Sampierdarena e nella zona dell'imboccatura di Levante: in arancione sono rappresentate le aree da dragare a -18.5 m slmm e in verde quelle da dragare a -17.0 m slmm. Le aree campite rappresentano le cunette, mentre le scarpate di dragaggio si estendono all'esterno di esse. Come si può osservare, non sono previsti dragaggi del sottobanchina in quanto le banchine non sono generalmente adeguate alle profondità di cui trattasi.

Il primo stralcio degli interventi previsti dal citato PFTE (progetto 3062), limitatamente al bacino di Sampierdarena, è in corso di realizzazione in conformità a quanto previsto dal Progetto Esecutivo 3106 LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DEI DRAGAGGI NEL BACINO DI SAMPIERDARENA E PORTO PASSEGGERI (FASE 0), redatto da Duomi S.r.l. e Technital S.p.A.

Nella successiva Figura 3-3 sono evidenziate le aree che, nell'ambito del bacino di Sampierdarena, sono in corso di dragaggio fino alla quota di -14.5 m s.m.m. (Progetto Esecutivo 3062).

I lavori in corso di realizzazione prevedono lo "spostamento in ambito portuale" del sedimento, in esenzione rispetto al D.M. 15/07/2016 n. 173 (fattispecie di cui al punto (a) del comma 2 dell'art.1, come meglio specificata al punto (f) del comma 1 dell'art. 2). La destinazione dei sedimenti prevista in progetto, nel caso specifico, non è quindi stata il riempimento dei cassoni della nuova diga foranea, ma è stata individuata per gli stessi una destinazione provvisoria sul fondale del Canale di Calma di fronte all'aeroporto (Figura 3-4).

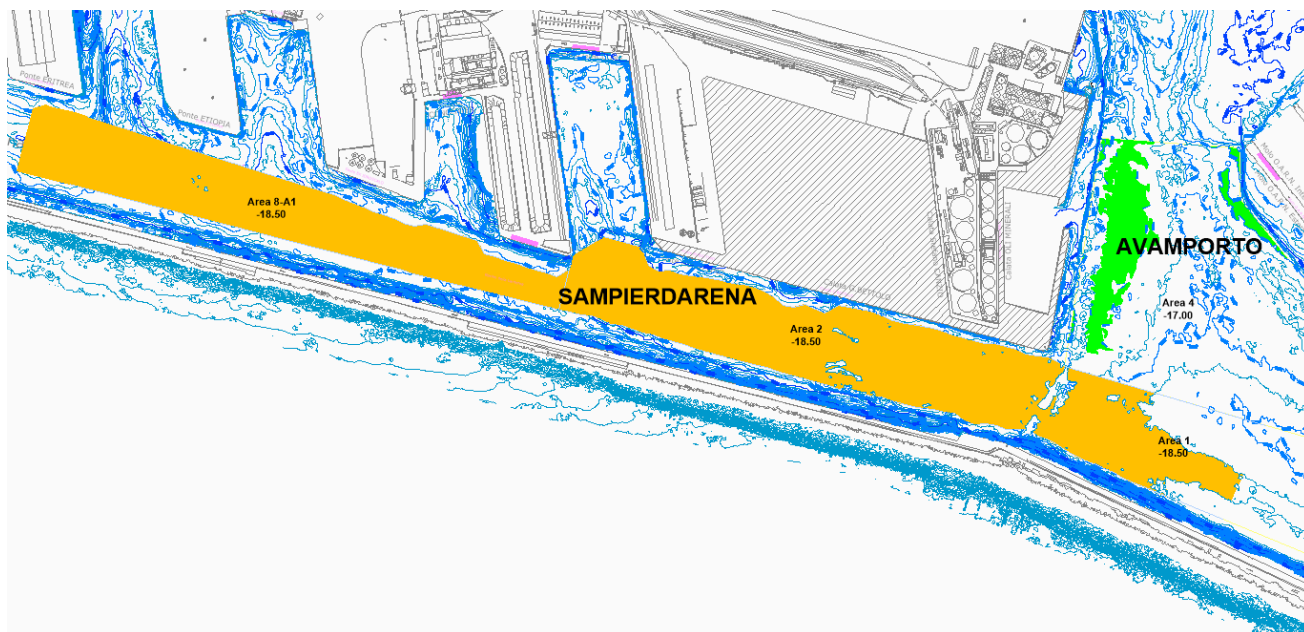


Figura 3-1: Individuazione delle aree da dragare (settore Ovest), così come individuate nel PFTE del progetto 3062 "NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA" DRAGAGGI - FASE 1; in verde le aree da dragare a -17.0 m s.m.m. e in arancione le aree da dragare a -18.5 m s.m.m.

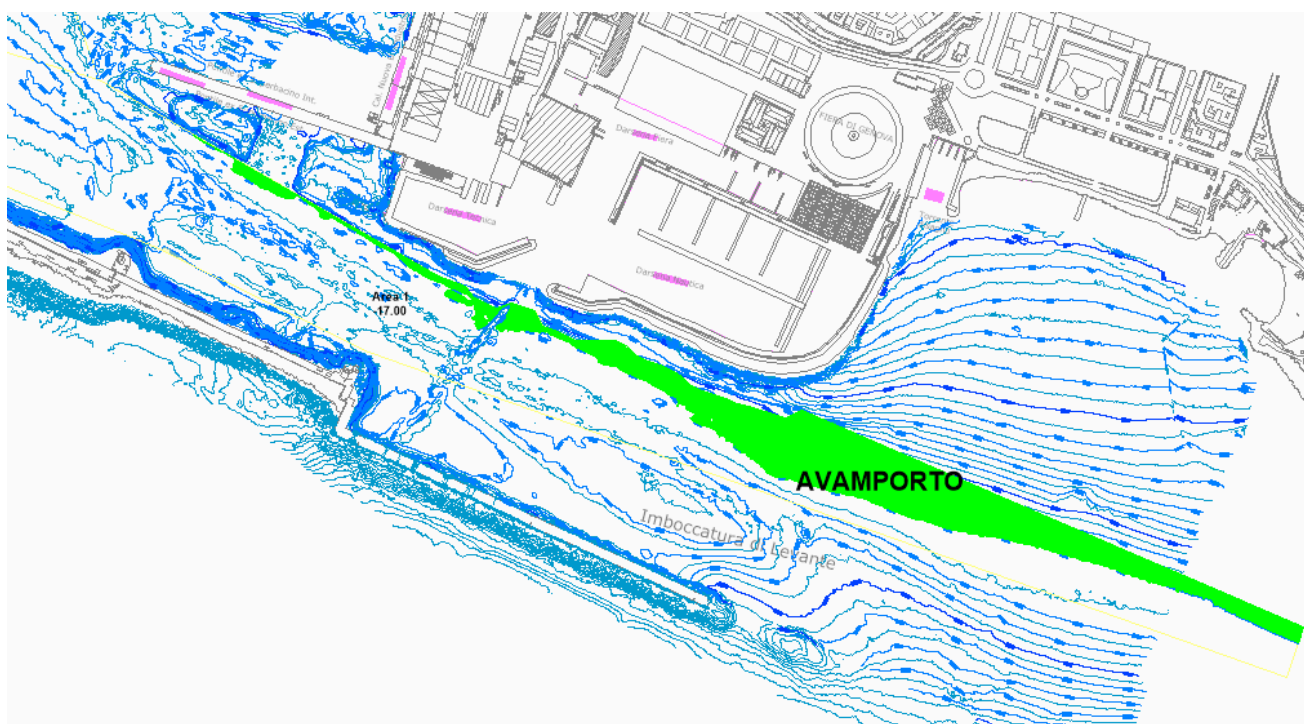


Figura 3-2: Individuazione delle aree da dragare (settore Est), così come individuate nel PFTE del progetto 3062 "NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA" DRAGAGGI - FASE 1; in verde le aree da dragare a -17.0 m s.m.m. e in arancione le aree da dragare a -18.5 m s.m.m.

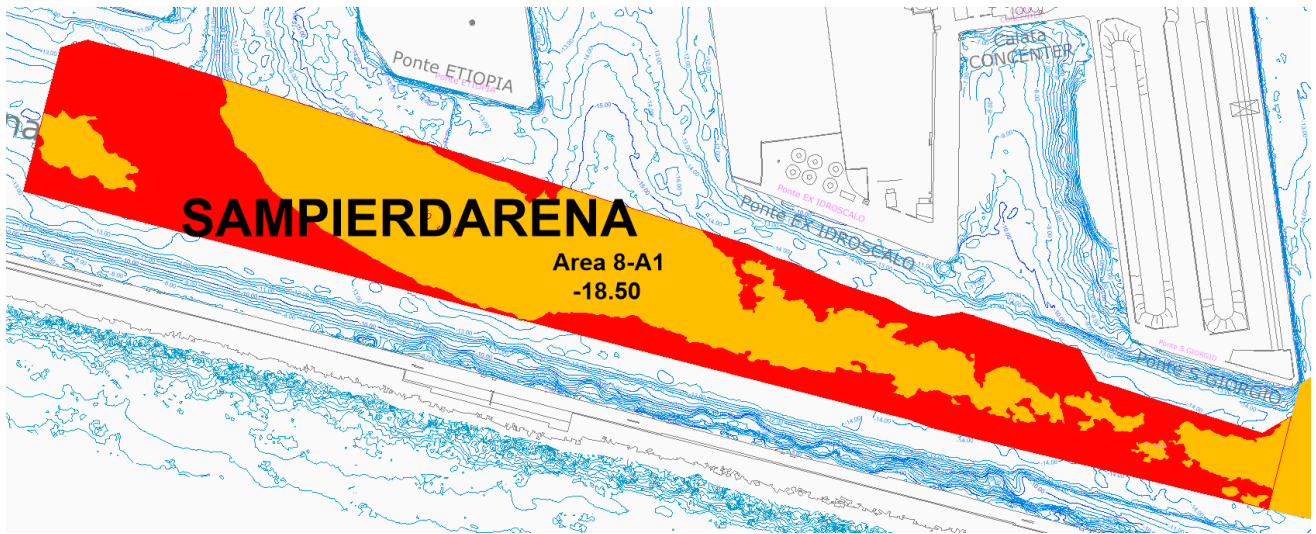


Figura 3-3: Individuazione delle aree di dragaggio presso Sampierdarena; le campiture rosse e arancioni indicano le aree che saranno oggetto di dragaggio a -18.50 m s.m.m. nell'ambito del presente progetto; le campiture rosse indicano le aree che portate a -14.50 m s.m.m. nell'ambito del progetto P3106 LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DEI DRAGAGGI NEL BACINO DI SAMPIERDARENA E PORTO PASSEGGERI (FASE 0)

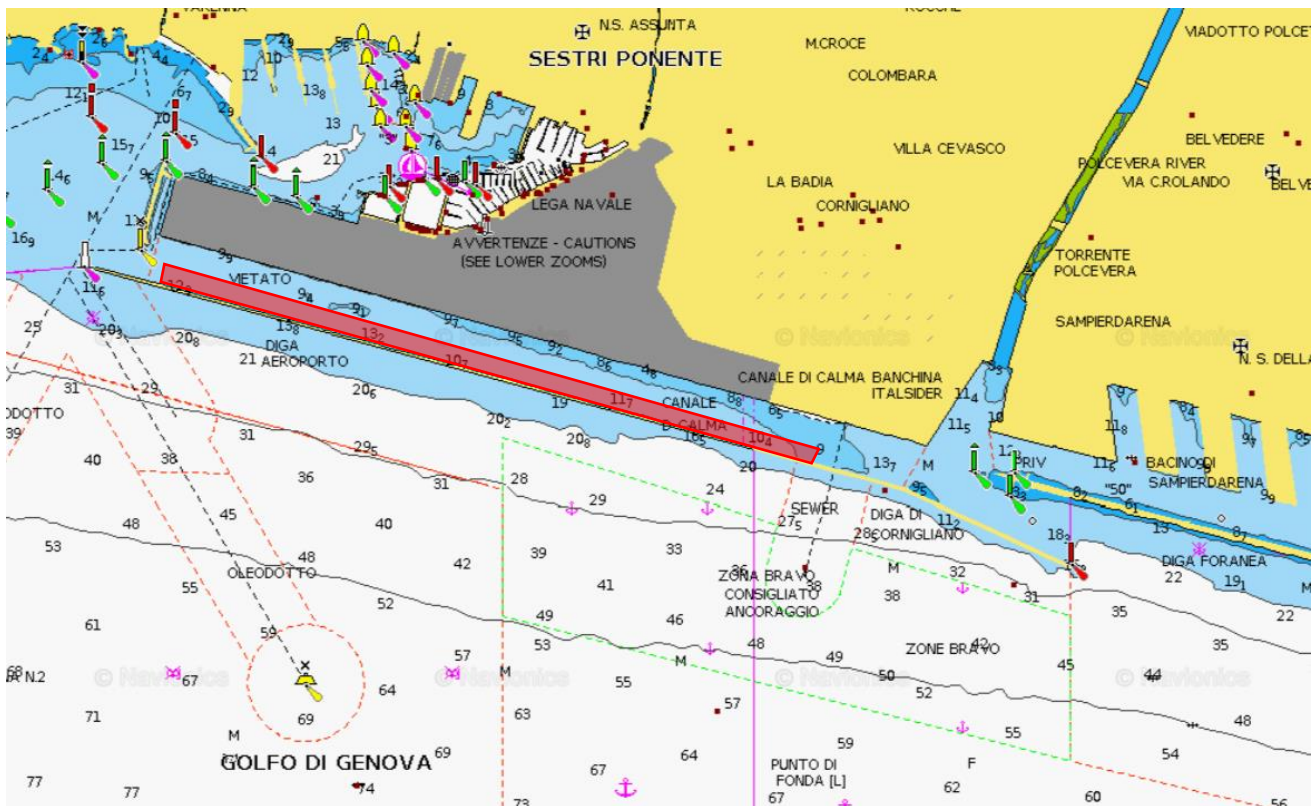


Figura 3-4: Area di versamento nel Canale di Calma.

4 CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI

Le indagini di caratterizzazione dei sedimenti (DM 173/16) nelle aree di dragaggio sono state condotte fra Settembre 2021 e Febbraio 2022 dalla società “Ambiente S.p.A.”

I risultati delle indagini, descritti sinteticamente di seguito, sono richiamati nell'elaborato P3062_E-DR-G-0002_00 “Relazione di caratterizzazione ambientale” (Elaborato del PE) e riportati in forma completa nell'elaborato P3062_E-DR-G-0002_00: “Relazione Tecnica”(Elaborato del PFTE).

4.1 Piano di caratterizzazione

In corrispondenza dell'area di dragaggio sono state individuate n. 61 maglie unitarie delle seguenti tipologie, in riferimento a quanto previsto dal DM 173/16:

- n.14 aree di tipologia I (di 50x50);
- n.42 aree di tipologia II (di 100x100);
- n. 5 aree di tipologia III (di 200x200).

L'ubicazione dei punti di sondaggio è riportata in Figura 4-1 e Figura 4-2. I sondaggi sono stati eseguiti da operatori subacquei o mediante vibrocarotiere e hanno sempre raggiunto la profondità di -18,50 m slmm. Presso ciascuna stazione si è provveduto a rilevare la posizione mediante GPS, misurare la batimetria e redigere la scheda stratigrafica del sondaggio. Dalle carote estratte, collocate all'interno di cassette catalogatrici, sono stati prelevati complessivamente n. 194 campioni di sedimento secondo gli intervalli di prelievo previsti dal D.M. 15/07/2016 n.173. Su tali campioni sono state quindi eseguite le seguenti indagini di laboratorio:

- Test ecotossicologici previsti dalla tab. 2.4 dell'allegato al DM 173/16;
- Analisi chimiche previste dalla tab. 2.4 dell'allegato al DM 173/16;
- Analisi microbiologiche;
- Analisi granulometriche.

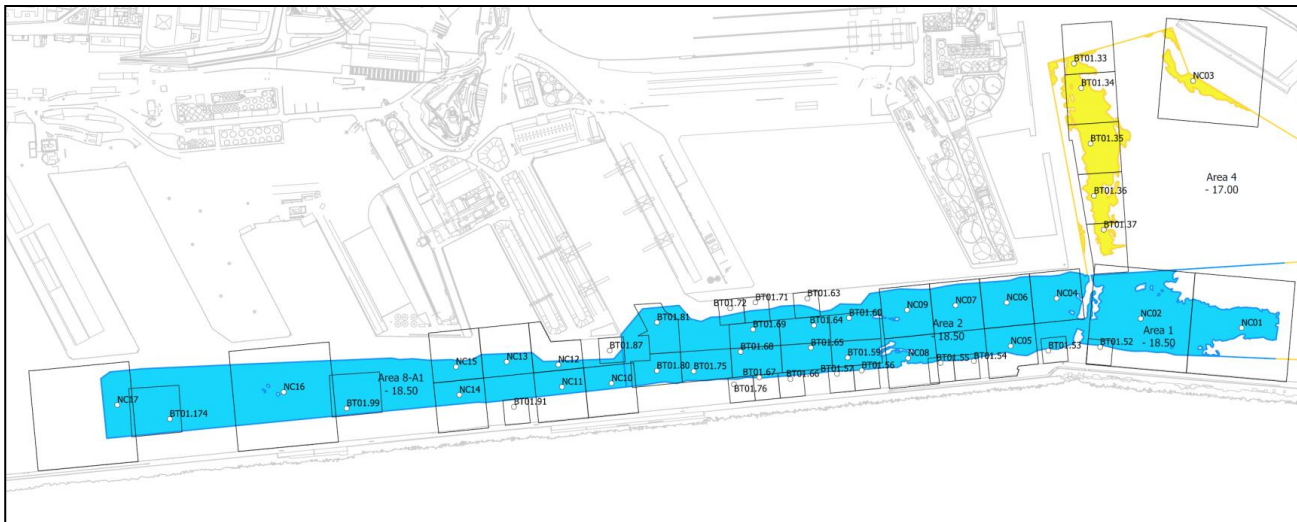


Figura 4-1: Ubicazione dei punti di sondaggio; estratto di TAV. 1 allegata all'elaborato P3062_E-DR-G-0002: "Relazione Tecnica" (Elaborato del PE).

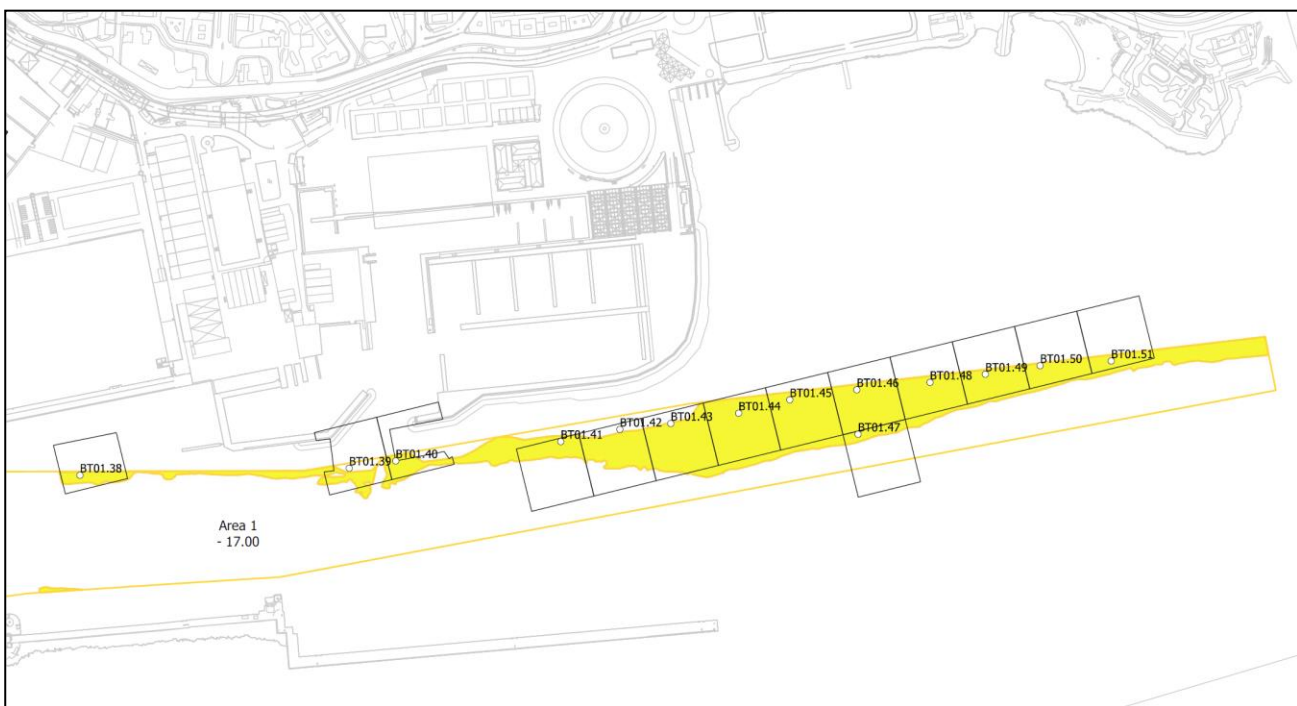


Figura 4-2: Ubicazione dei punti di sondaggio; estratto di TAV. 1 allegata all'elaborato P3062_E-DR-G-0002: "Relazione Tecnica" (Elaborato del PE)

4.2 Risultati della caratterizzazione

Sulla base dei risultati analitici i sedimenti sono stati quindi classificati mediante utilizzo del software Sediqualssoft (vedi tabella sottostante). Tale classificazione ha indicato una netta prevalenza di sedimenti in classe D, anche se buona parte di questi sono da considerare come di classe C (collocazione specifica in bacini conterminati; par. 2.8 Allegato DM 173/16), presentando rischio ecotossicologico “assente”.

Tabella 4-1: Sintesi dei risultati della classificazione ponderata dei sedimenti

Classe	n. campioni	%
A	1	0.5%
B	45	23.2%
C	32	16.5%
D	90	46.9%
E	26	12.9%

Sui campioni di classe E è stata quindi effettuata la procedura di stima del Livello di Effetto Grave (LEG) prevista dall'appendice 2F dell'allegato del D.M. 15/07/2016 n.173, in base alla quale si è verificato che per 19 dei 26 campioni di classe E può essere prevista una gestione in ambienti conterminati impermeabilizzati.

Infine, con nota prot. 2022-0275793 d.d. 11/04/22, il Dipartimento Ambiente e Protezione Civile della Regione Liguria – Settore Ecosistema Costiero e Acque prende atto degli esiti della caratterizzazione ambientale, e considerato che:

- i sedimenti in classe E, confermati mediante stima del Livello di Effetto Grave (LEG), rappresentano il 2% del volume totale dei sedimenti di dragaggio, e parte di questi possono essere gestiti come sedimenti di classe D in conformità a quanto previsto dal par. 2.9 dell'allegato del DM 173/16, essendo contigui a sedimenti di classe migliore;
- per i sedimenti di classe E il DM 173/16 prevede l'eventuale rimozione in sicurezza dall'ambiente marino dopo valutazione di rischio, secondo quanto previsto dalla normativa vigente;
- le precauzioni ambientali previste dal progetto, quali l'utilizzo di benna ambientale per i dragaggi, i monitoraggi della torbidità e la prevista immersione dei sedimenti all'interno di cassoni in calcestruzzo armato con permeabilità $K < 1 \cdot 10^{-11}$ m/s;

ritiene assentibile la proposta che prevede il riutilizzo, all'interno dei cassoni che costituiranno la nuova diga, di tutti i sedimenti oggetto del progetto di dragaggio di che trattasi, fermo restando che dovrà essere predisposta una specifica analisi di rischio ambientale secondo quanto previsto dal Regolamento regionale 180 giugno 2077, n. 3.

Alla luce degli esiti della caratterizzazione e del parere di cui sopra, nonché degli esiti dell'Analisi di Rischio sviluppata secondo le modalità previste, si ipotizza che tutto il sedimento caratterizzato nell'ambito dei dragaggi previsti dal PFTE del progetto 3062 "NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA" DRAGAGGI - FASE 1 possa trovare collocazione all'interno dei cassoni, ancorché l'aliquota provvisoriamente spostata nel Canale di Calma nell'ambito del Progetto Esecutivo 3106 LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DEI DRAGAGGI NEL BACINO DI SAMPIERDARENA E PORTO PASSEGGERI (FASE 0)

debba essere assoggettata ad una nuova caratterizzazione, i cui esiti tuttavia, nei presupposti del citato parere del Dipartimento Ambiente e Protezione Civile della Regione Liguria – Settore Ecosistema Costiero e Acque, non dovrebbero mettere in discussione le modalità di gestione previste (i.e. il versamento all'interno dei cassoni).

5 IDRODINAMICA DELLE AREE DI INTERVENTO

Gli studi relativi alle circolazioni idrodinamiche nell'area di interesse sono stati sviluppati a livello di PFTE; trattandosi di un progetto PNRR, il livello di approfondimento del PFTE è stato necessariamente superiore a quello caratteristico di tale fase progettuale. Non è estranea a tale necessità di approfondimento la sottomissione a VIA del PFTE, nonché la sottomissione all'esame del C.S.LL.PP.

In fase di redazione del presente progetto, non sono emerse criticità tali da mettere in dubbio la funzionalità delle scelte del PFTE in termini di layout di progetto, ovvero gli approcci modellistici e progettuali che hanno portato alla definizione e condivisione del progetto posto a base di gara.

Gli studi relativi alla circolazione idrica nel porto di Genova indotta dalla marea astronomica e dai venti di Scirocco e Libeccio sono riportati nell'elaborato MI046R-PF-D-I-R-026-01 (elaborato di PFTE).

Per lo studio della circolazione è stato applicato il modello numerico Delft3D-FLOW, sviluppato dall'istituto Deltares. È stata presa in esame un'area estesa a tutta la parte più settentrionale del Golfo di Genova, scomposta in tre griglie di calcolo a diversa definizione: la griglia principale si estende da Capo Noli alle Cinque Terre, la seconda (griglia N1) si estende da Arenzano a Portofino e l'ultima (griglia N2) copre il Porto di Genova. La risoluzione delle griglie calcolo, aumentata da largo verso costa, utilizza un passo di discretizzazione di 500 m per la prima griglia, di 100 m per la seconda e di 20 m per quella di dettaglio relativa al Porto di Genova.

Come "forzante" è stata applicata la marea astronomica, anche in presenza di un vento uniforme e costante su tutto il dominio di calcolo. In tal modo è stata simulata la generazione del campo di corrente indotto dall'azione di un vento costante di velocità pari a 12.5 m/s agente per 24 ore. Tale scenario è rappresentativo di condizioni meteomarine che da un punto di vista statistico presentano una frequenza di accadimento di circa 10-20 ore/anno. Le correnti indotte dal vento possono presentare una significativa stratificazione sulla verticale. Per questo motivo, al fine di valutare con maggior dettaglio la distribuzione delle velocità sono state condotte simulazioni 3D.

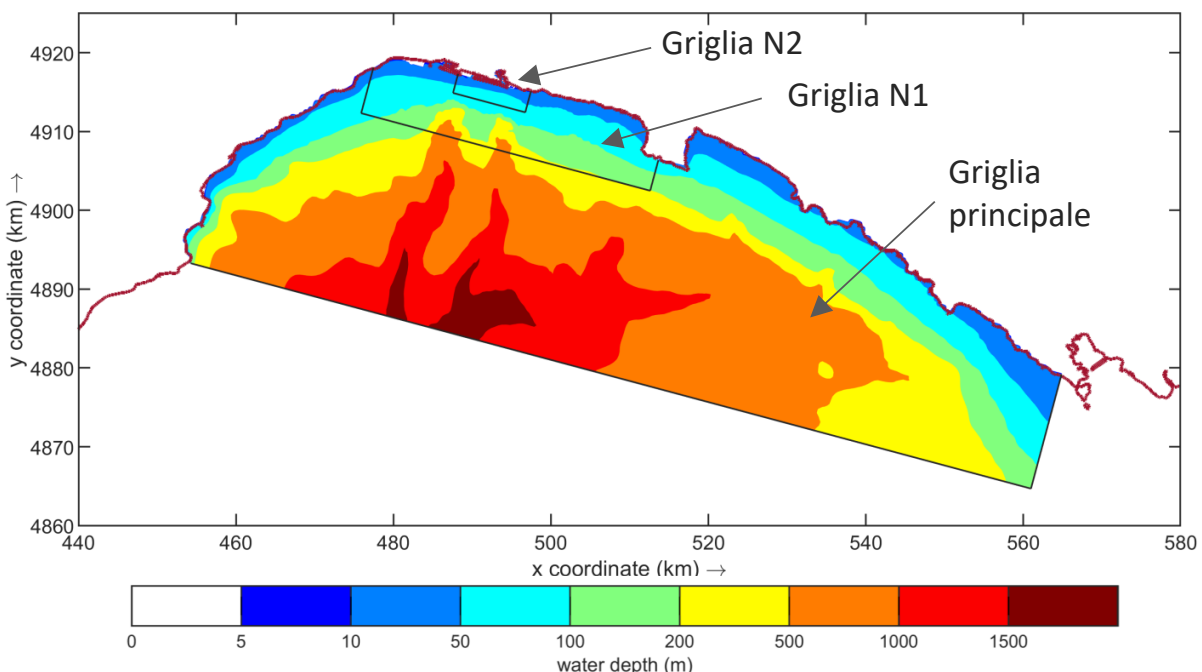


Figura 5-1: Dominio di calcolo (griglia principale + griglia n1+ griglia n2) per le simulazioni con il modello DELFT3D-flow per l'analisi delle correnti indotte dalla marea astronomica e dal vento; estratto di elaborato MI046R-PF-D-I-R-026-01

Le simulazioni sono state condotte prendendo in esame 3 scenari:

- scenario 1: marea astronomica in condizioni medie di sизigia;
- scenario 2: marea astronomica (come Scenario 1) e vento di Scirocco 115°N con intensità di 12.5 m/s;
- scenario 3: marea astronomica (come Scenario 1) e vento di Libeccio 230°N con intensità di 12.5 m/s.

La circolazione delle masse d'acqua nel Golfo di Genova originata dalla marea astronomica presenta valori di velocità molto modesti. Durante le fasi di flusso e riflusso, in corrispondenza dell'imboccature portuali, dove si verifica un incremento delle velocità, si verificano correnti di velocità massima dell'ordine di 0.12 m/s.

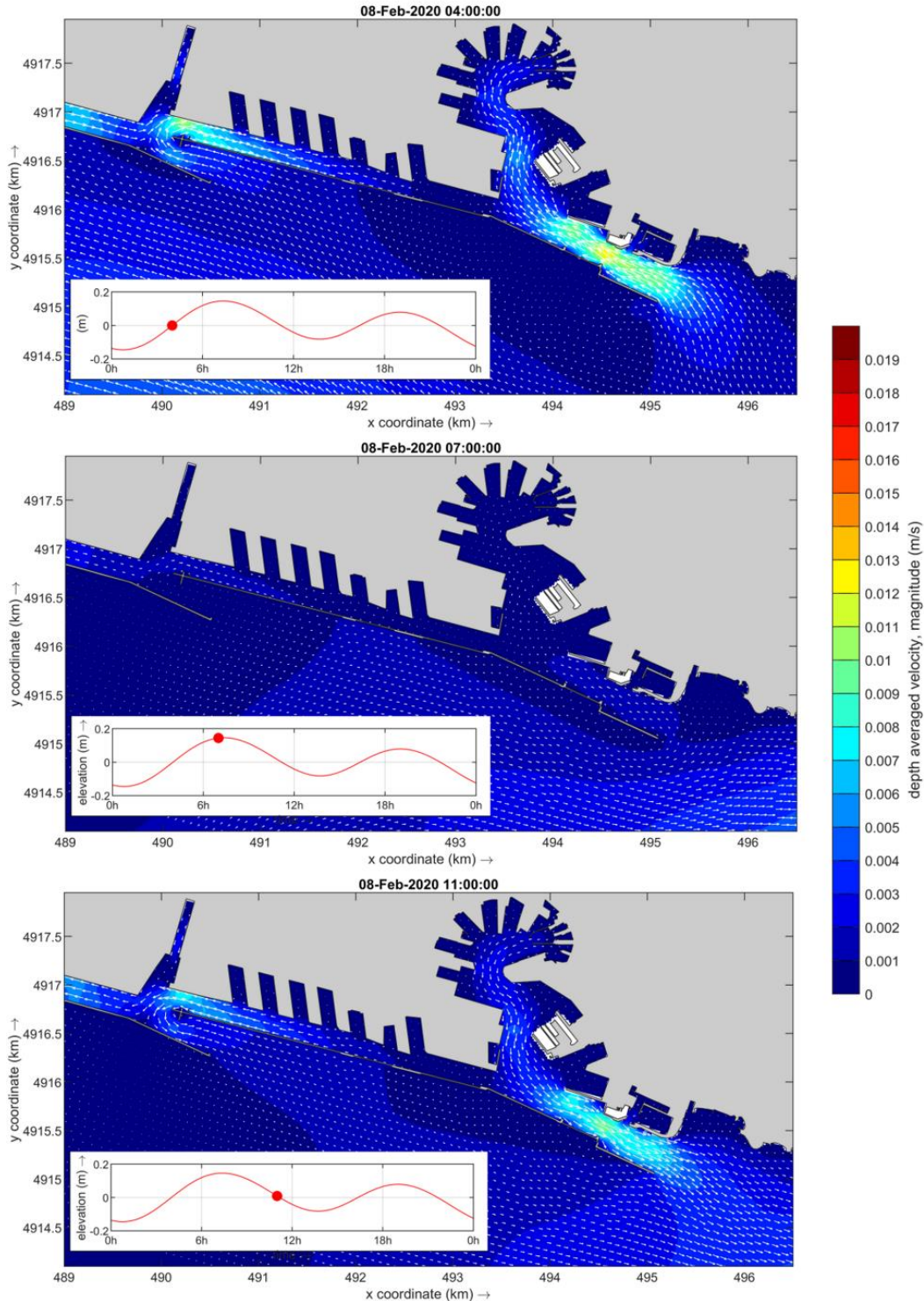


Figura 5-2: Campo di velocità generato dalla marea astronomica nel porto di Genova: fase di flusso di marea (in alto), fase di colmo (al centro) e fase di riflusso (in basso)

Il vento fresco di Scirocco genera una circolazione antioraria all'interno del golfo di Genova (Figura 5-3). La corrente tende ad incrementare la sua velocità sotto costa, con valori medi sulla verticale compresi tra 0.20 e 0.25

m/s lungo la Riviera di Ponente. Nel tratto di costa prospiciente il porto di Genova la corrente risulta diretta da Est verso Ovest e si raggiungono valori massimi di velocità mediamente compresi tra 0.25 e 0.35 m/s.

In presenza di vento fresco di Libeccio/Mezzogiorno (230°N), la circolazione nel Golfo di Genova avviene un senso orario. La corrente risulta più intensa lungo la Riviera di Ponente e lungo il tratto di costa prospiciente Genova, con valori dell'ordine di 0.20÷0.30 m/s. Lungo la Riviera di Levante la corrente perde di intensità.

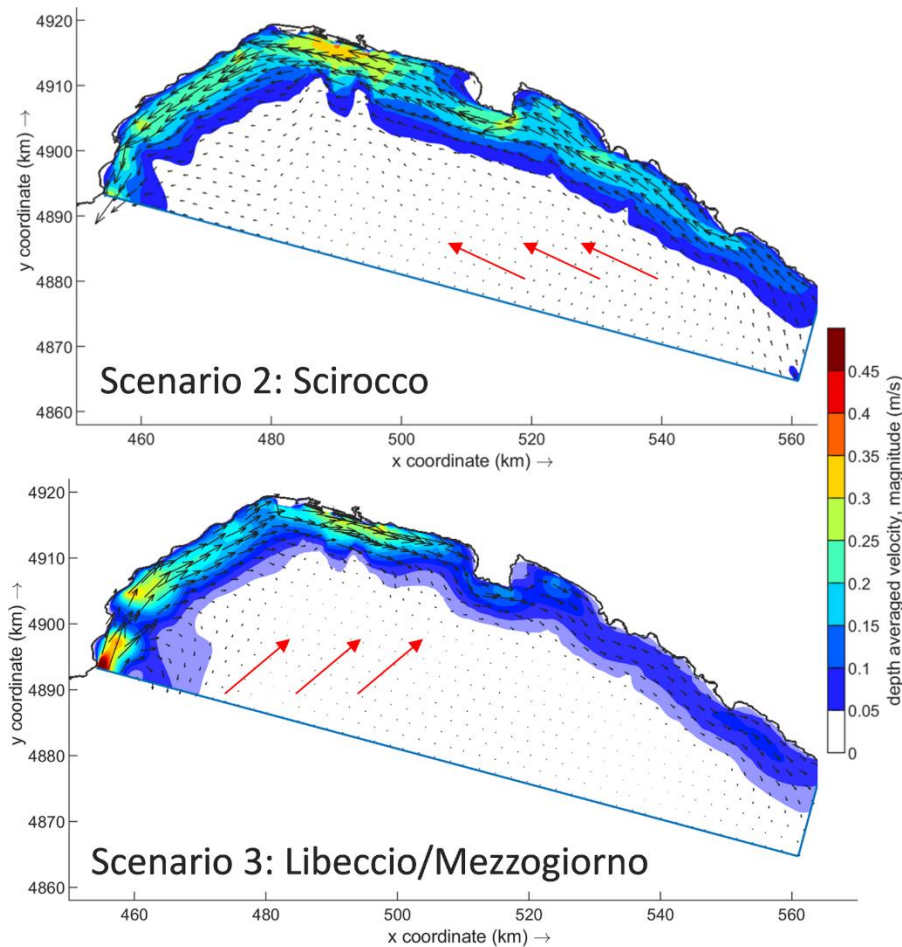


Figura 5-3: Scenari di circolazione più intensa nel golfo di Genova con venti freschi di Scirocco (in alto) e Libeccio (in basso); estratto di elaborato MI046R-PF-D-I-R-026-01

I diagrammi nella seguente Figura 5-4 presentano i risultati delle simulazioni ottenuti in prossimità e all'interno del porto di Genova. La circolazione indotta da Scirocco presenta traiettorie pressoché rettilinee e parallele alla costa, con valori di velocità compresi tra 0.25 e 0.30 m/s. All'interno del porto di Genova il vento di Scirocco contribuisce a generare una corrente che scorre all'interno del Bacino Sampierdarena, con velocità comprese tra 0.10 e 0.18 m/s, che si incrementa nel Canale di Calma dell'aeroporto dove la velocità aumenta fino a 0.30 – 0.35 m/s. Le velocità superficiali sono decisamente più elevate con incrementi rispetto ai precedenti valori, integrati sulla verticale, che variano dal 30% al 50%.

Il vento di Libeccio forza velocità della corrente inferiori rispetto allo Scirocco. In prossimità del porto di Genova il campo di velocità si presenta parallelo alla costa e, in prossimità dell'attuale canale di accesso la velocità mediata

sulla verticale si assesta su valori compresi tra 0.20 m/s e 0.30 m/s. Le velocità superficiali risultano ovviamente più elevate, con incrementi dell'ordine del 15-30% all'esterno del porto (0.30÷0.35 m/s) e dell'ordine del 50-80% nel bacino di Sampierdarena (0.12÷0.20 m/s).

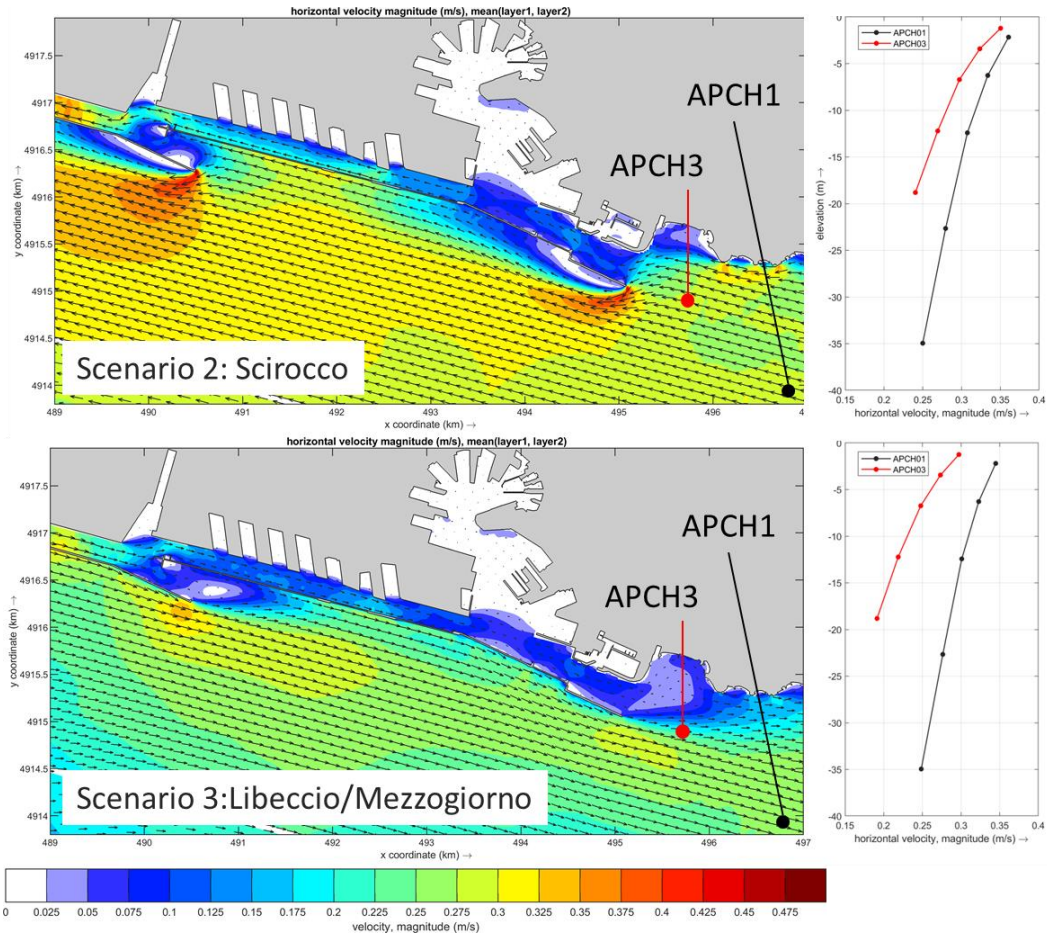
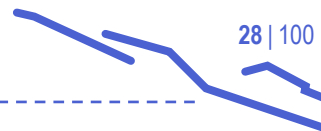


Figura 5-4: Campi di velocità (mediata sulla verticale) nell'intorno del Porto di Genova in occasione di veti freschi di Scirocco (in alto) Scirocco e Libeccio (in basso); i grafici a destra mostrano i profili verticali di velocità nei due punti di controllo APCH1 e APCH3



6 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

L'intervento prevede l'escavo dei fondali marini atti a garantire l'approdo delle navi di progetto lungo le banchine oggetto di futura ristrutturazione; nello specifico sono previste le seguenti quote di fondale:

- A. Fondale -17.0 m s.l.m.m. nella zona dell'avamporto e dell'imboccatura di Levante;
- B. Fondale -18.5 m s.l.m.m. lungo il bacino di Sampierdarena a partire da Calata Bettolo fino alla testata di Pontile Eritrea, e dell'area del bacino di evoluzione.
- C. Fondale -15.0 m s.l.m.m. lungo il bacino di Sampierdarena a partire dalla testata di Pontile Eritrea fino a Testata Ronco-Canepa.

Le pendenze delle nuove scarpate di dragaggio sono fissate a 1:5.

I volumi da dragare sono ad oggi stimati in base ai rilievi completati nel gennaio 2023, realizzato quindi in fase avanzata dei lavori di dragaggio di cui al Progetto Esecutivo 3106 LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DEI DRAGAGGI NEL BACINO DI SAMPIERDARENA E PORTO PASSEGGERI (FASE 0). Il sedimento da dragare è costituito prevalentemente da sabbie fini e sabbie limose, con una incidenza secondaria di limi sabbiosi. I volumi di dragaggio sono riportati in Tabella 6-1 per i dragaggi di cui ai punti A e B, ed in Tabella 6-2 per i dragaggi di cui ai punti C.

Tabella 6-1: Riepilogo volumi di dragaggio – Dragaggio a -18.5/-17 m slmm

AREA	Prof. di progetto (m s.m.m.)	VOLUMI ESECUTIVO	
		m ³ scavo	m ²
Bacino Sampierdarena (Area 8-A1 + 2 + 1)	-18,5	583.360,32	249.407,37
Area Diga esistente (Area 8-A1' + 2' + 1')	-18,5	261.566,83	335.186,71
di cui bacino di evoluzione		30.850,11	54.845,63
Avamporto (Area 1 + 4)	-17.0	111.468,51	144.756,87
TOTALE		956.395,66	729.350,95

Tabella 6-2: Riepilogo volumi di dragaggio – Dragaggio a -15.0 m slmm

AREA	Prof. di progetto (m s.m.m.)	VOLUMI ESECUTIVO	
		m ³ scavo	m ²
Bacino Sampierdarena (Testata Ronco Canepa – Testata ponte Eritrea)	-15,0	85.117,83	170'235,65
TOTALE		85.117,83	170'235,65

Si evidenzia che la maggior parte del materiale di dragaggio afferente il bacino sampierdarena e zona avamporto, avverrà prima della demolizione del corpo diga esistente, mentre il completamento del dragaggio nell'area di evoluzione e del canale d'ingresso fino a -18.50 m slmm potrà essere eseguito al completamento della demolizione.

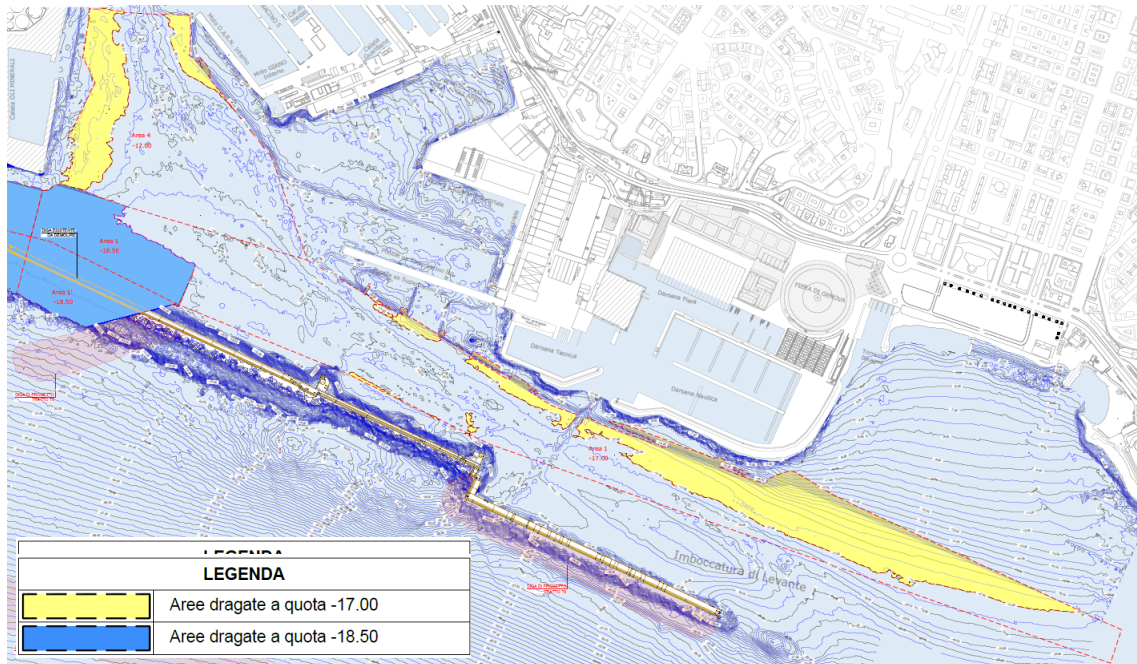


Figura 6-1: Dragaggio: Bacino di Sampierdarena (-18.5 m lmm) / Avamporto e imboccatura di Levante (-17.0 m lmm).

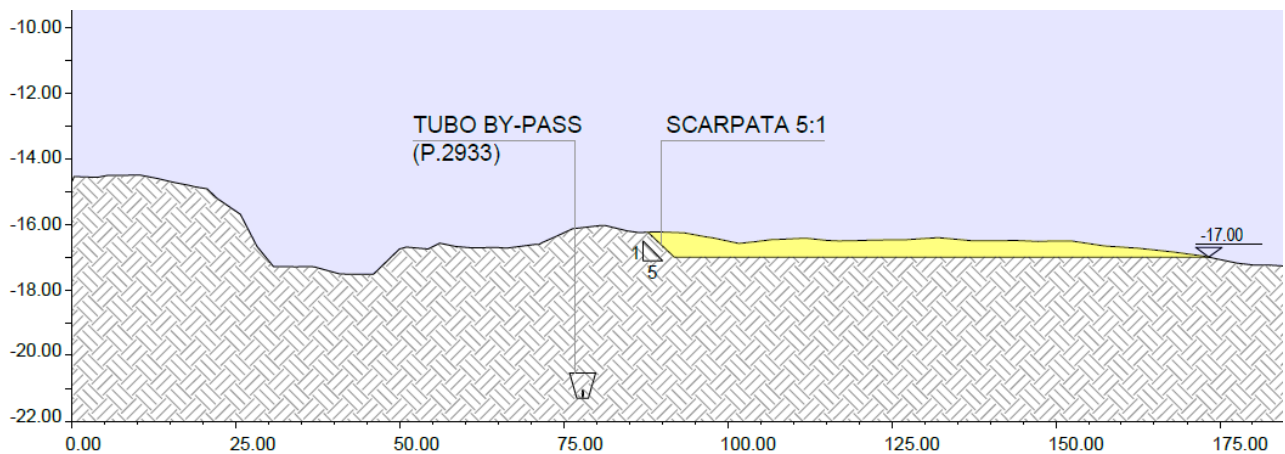


Figura 6-2: Sezione tipologica di progetto del dragaggio dell'avamporto a -17.0 e gestione interferenze

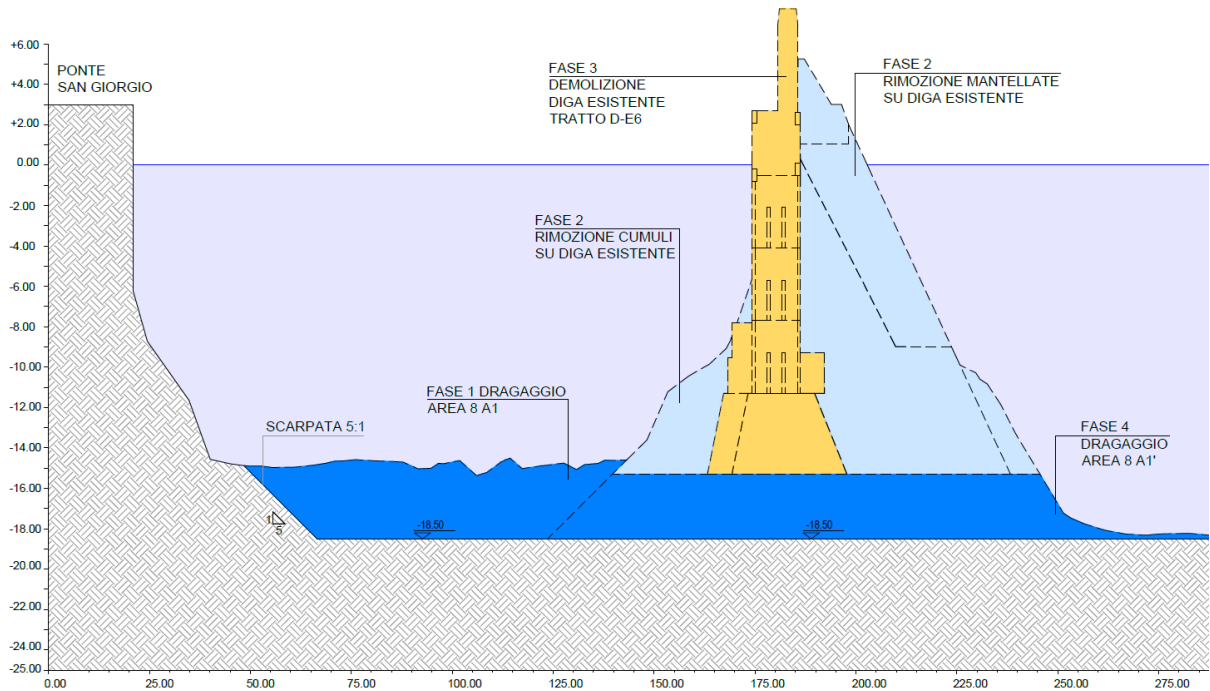


Figura 6-3: Sezione tipologica di progetto del dragaggio a -18.50 m slmm.

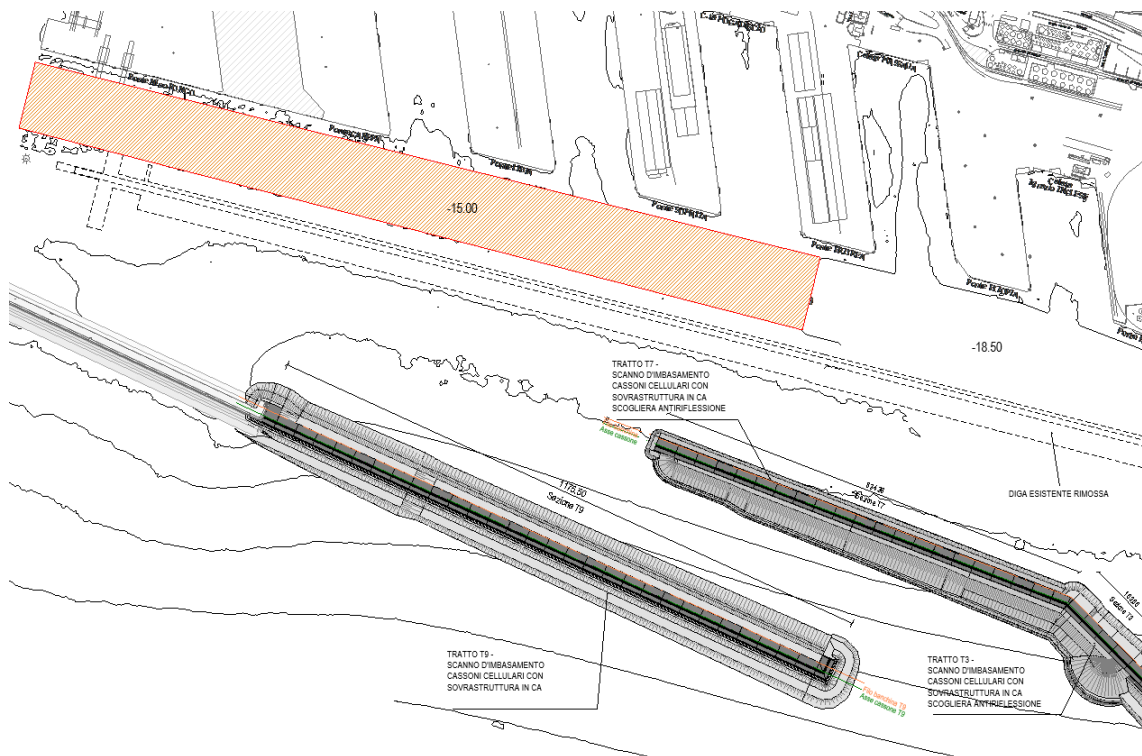


Figura 6-4: Dragaggio del bacino di Sampierdarena (-15.0 m lmm).

7 ANALISI DI STABILITÀ DELLE BANCHINE ESISTENTI

Il presente paragrafo riporta le analisi di stabilità delle banchine esistenti, con riferimento ai profili di dragaggio previsti in progetto. Tali profili tengono conto dell'attuale inadeguatezza delle banchine esistenti rispetto agli approfondimenti previsti dalla cunetta di progetto (profondità utile di -18.50 m s.m.m., al netto dei franchi di dragaggio e manutenzione, oltre che dell'overdredging necessario per garantire la profondità richiesta).

In ottemperanza alla relazione illustrativa del PFTE, inerente la progettazione dei dragaggi – Fase 1 (doc. "DNC142_PFTE_A_01_2021-06-11_R0_Relazione_illustrativa"), il presente capitolo riporta le verifiche di stabilità delle testate delle banchine e della diga esistente influenzate dal futuro escavo fino alla quota di progetto.

Con l'avvio del presente progetto esecutivo, è stata programmata ed eseguita una campagna di rilievi e ricerca materiale c/o l'archivio dell'AdSP, con lo scopo di:

- a) Determinare le quote batimetriche del bacino Sampierdarena, oggetto di precedente dragaggio secondo altro appalto (P3106) la cui documentazione è stata fornita agli scriventi mediante specifica OPL (no.13)
- b) Verificare lo stato dell'arte della parte sommersa dei fronti banchina direttamente influenzati dal nuovo dragaggio di approfondimento
- c) Conoscere il sovraccarico di progetto ed il tiro sulle bitte

A tale scopo sono state eseguite le seguenti attività di rilievo:

- a) Rilievo batimetrico dell'intera area del bacino di Sampierdarena da foce Polcevera a Calata Oli Minerali.
- b) Rilievo batimetrico dell'intera area compresa tra bacino evoluzione e fronte Calata Gadda/Olii Minerali/Molo Ex Superbacino/Fiera Genova/Avamposto levante/lato interno diga Duchessa di Galliera.
- c) Rilievo laser scanner, Lidar e Multibeam dei fronti banchina con restituzione 3D di modello DTM MBES

Inoltre, grazie alla partecipazione diretta di alcuni membri del Consorzio e del RTP ad iniziative pubbliche precedenti, è stato possibile conoscere lo stato dell'arte delle strutture delle principali banchine oggetto di analisi di stabilità globale; esse riguardano:

- P2460 / Recupero funzionale di Calata Olii Minerali ed ampliamento Calata Bettolo
- P2933 / Realizzazione del completamento di Calata Olii Minerali
- P3129 Lotto 4 / Consolidamento statico banchina di Levante per approfondimento fondali – Lotto 4 Ponte San Giorgio
- P3129 Lotto 3 / Consolidamento statico della banchina Eritrea levante nel Porto di Genova
- P 2358 / Ponte Etiopia - Consolidamento banchine con approfondimento dei fondali ed adeguamento funzionale dello sporgente
- P 2406 / Realizzazione nuova darsena nautica ed ampliamento della darsena tecnica

A seguire si riportano, nell'ordine:

- Le sezioni tipologiche ed il rispettivo fondale di progetto della testata delle banchine oggetto di indagine (Eritrea, San Giorgio, Calata Bettolo)
- La restituzione 3D del modello DTM MBES a seguito del rilievo laser scanner, Lidar e Multibeam.
- Le verifiche di stabilità globale delle banchine secondo NTC'18, identificate nella seguente immagine (Figura 7-1) come Sezione A, B e C:
 - Sezione A: Calata Bettolo
 - Sezione B: Ponte San Giorgio

- Sezione C: Ponte Eritrea
- Sezione D: Ponte Ex-Idroscalo
- Sezione E: Diga esistente
- Sezione F: Diga esistente
- Sezione G: Ponte Etiopia

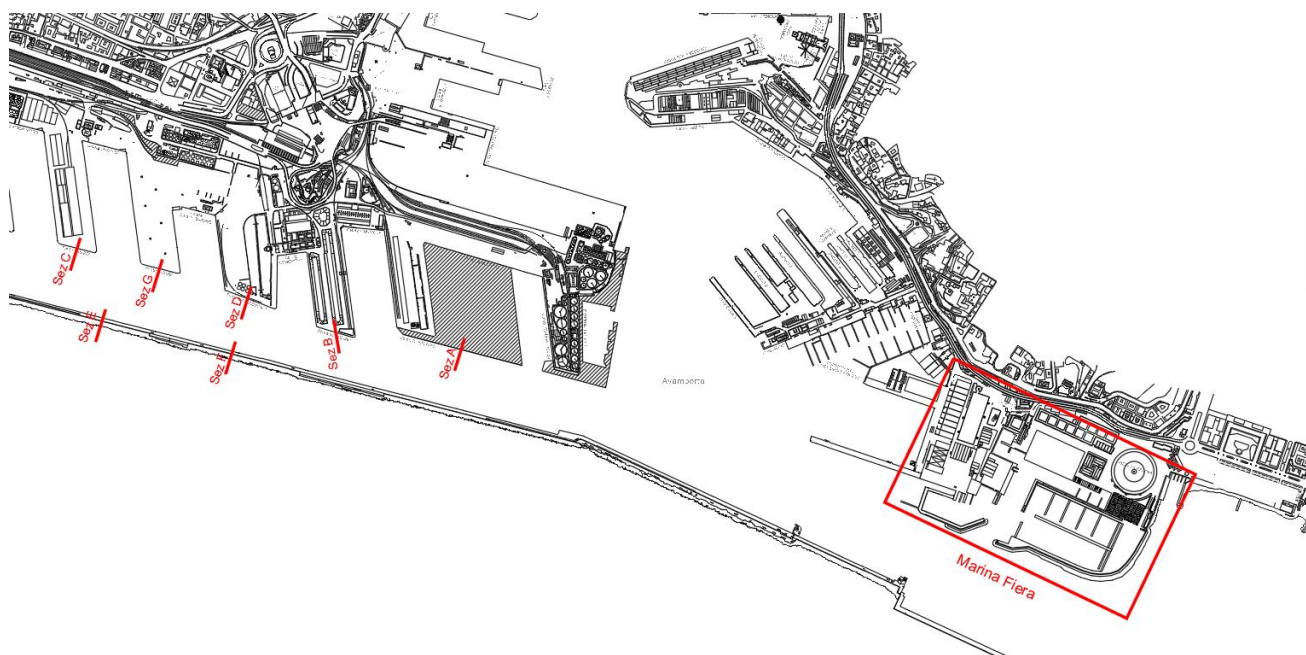


Figura 7-1: Inquadramento con individuazione delle sezioni di riferimento per le verifiche

7.1 Sezione A: Calata Bettolo

Documenti di riferimento:

P2460 / Recupero funzionale di Calata Olii Minerali ed ampliamento Calata Bettolo

P2933 / Realizzazione del completamento di Calata Olii Minerali

5B47_Collaudato_statico / Certificato di Collaudo statico del 29/03/2017 redatto dall'ing. Lorenzo Ceraulo

Fondale di progetto:

-17 m s.m.m.

Sovraccarico di progetto

50 kPa

Tiro bitta

600 kN/m

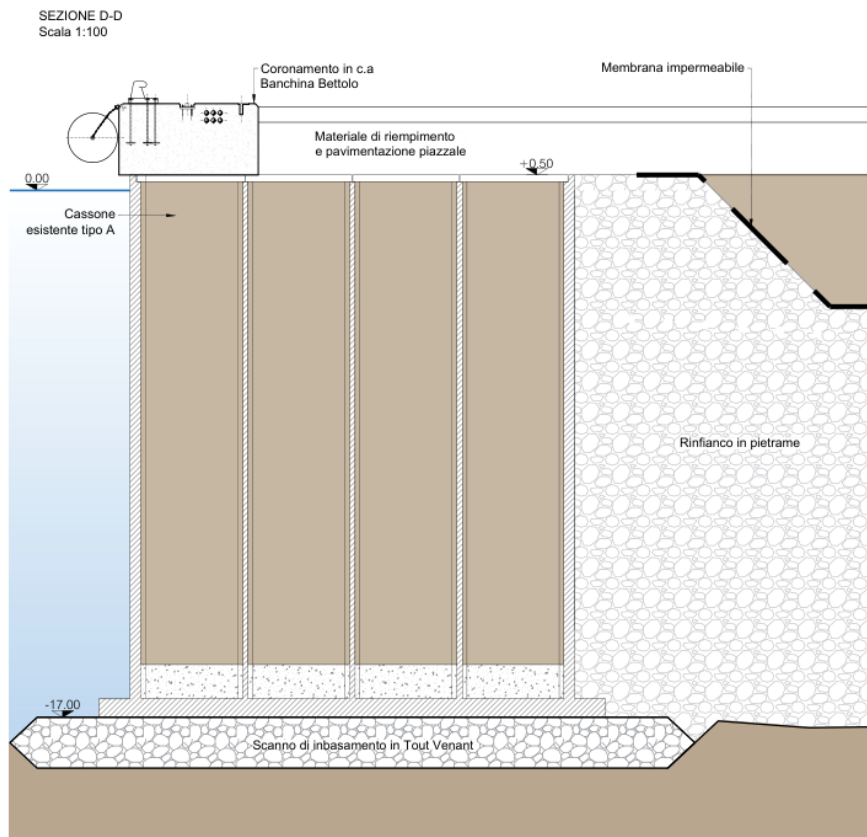


Figura 7-2: Sezione Calata Bettolo

7.2 Sezione B: Ponte San Giorgio

Documenti di riferimento:

P3129 Lotto 4 / Consolidamento statico banchina di Levante per approfondimento fondali – Lotto 4 Ponte San Giorgio

Modello geotecnico:

Consolidamento statico banchina di Levante per approfondimento fondali – Lotto 4 Ponte San Giorgio / RCAL L4 Rev3 / Relazione di calcolo

Fondale di progetto:

-14 m s.m.m.

Sovraccarico di progetto

20,0 kN/mq nella zona compresa tra le rotaie di scorrimento della gru di banchina (circa 30 m) e di 60 kN/mq nella zona retrostante

Tiro bitta

100 kN/m

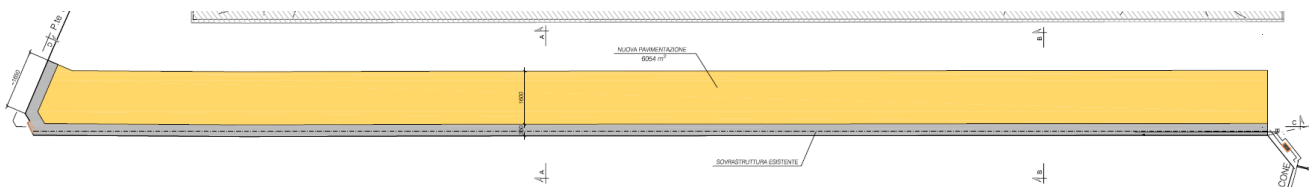


Figura 7-3: Planimetria del finito.

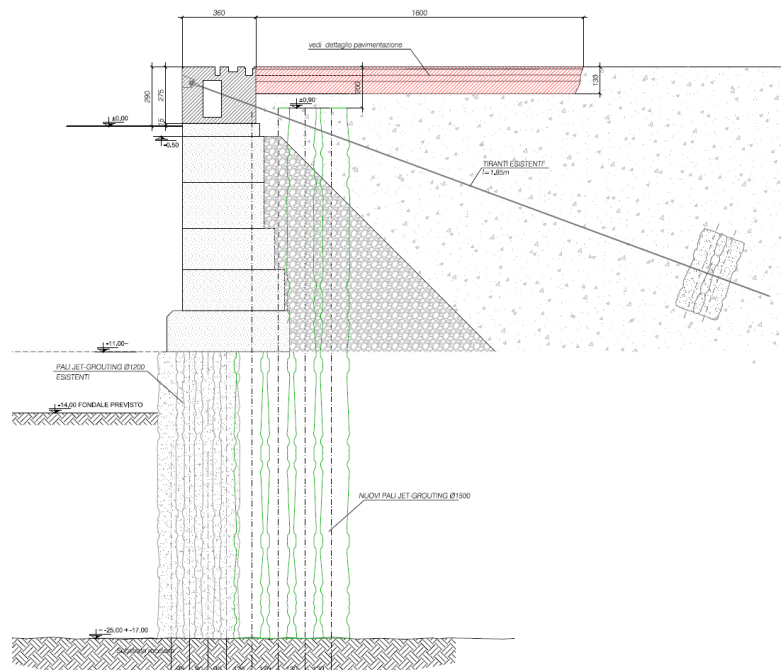


Figura 7-4: Sezione tipologica di riferimento.

7.3 Sezione C: Testata banchina Eritrea

Documenti di riferimento:

P3129 Lotto 3 / Consolidamento statico della banchina Eritrea levante nel Porto di Genova

Modello geotecnico:

P.3129-R02-L3_(r1)_Relazione Tecnica

Fondale di progetto:

-14 m s.m.m.

Sovraccarico di progetto

50.00 kN/mq

Tiro bitta

1500 kN, interasse bitte 16 m;

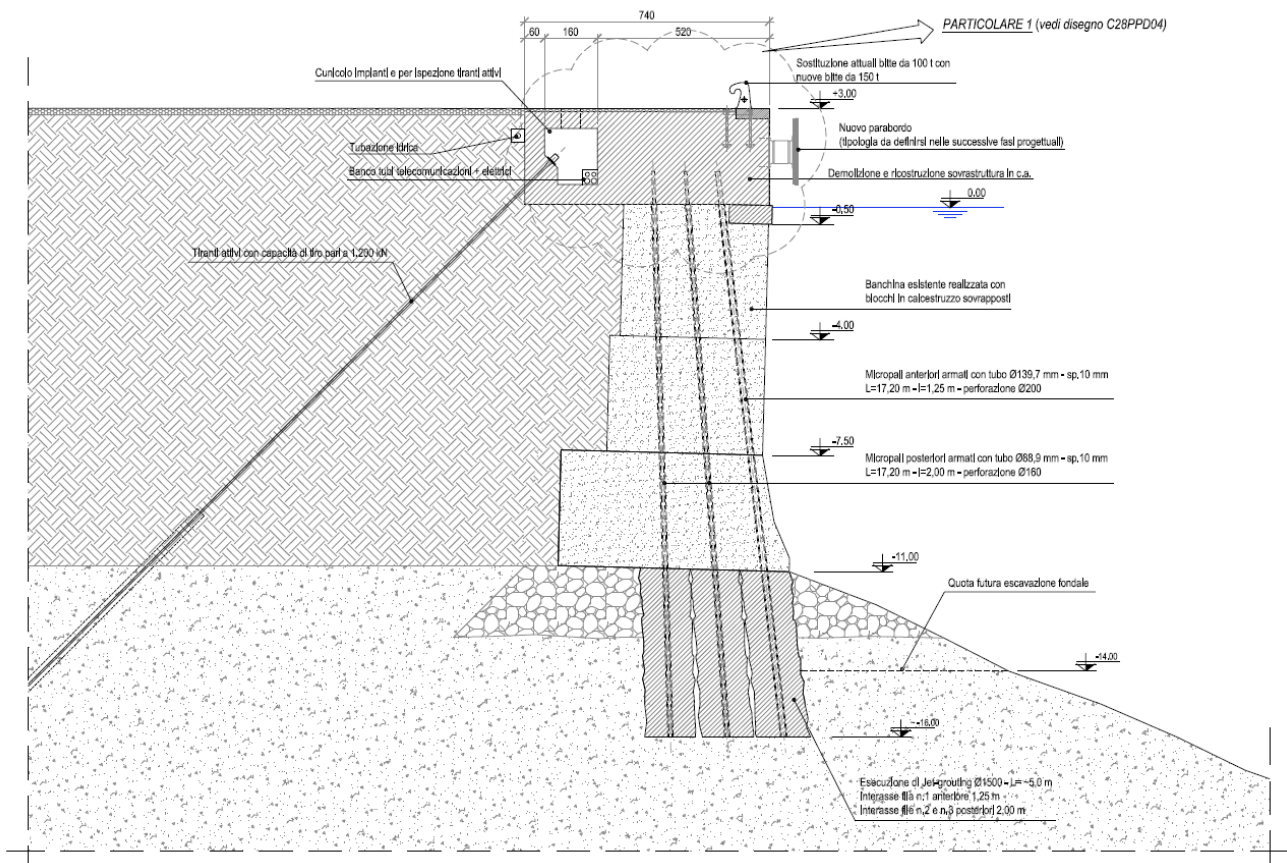


Figura 7-5: Sezione tipologica di riferimento

7.4 Sezione D: Testata banchina Ex – Idroscalo

Documenti di riferimento:

P3129 Lotto 3 / Consolidamento statico della banchina Eritrea levante nel Porto di Genova

Bacino della lanterna Bacino Sampierdarena / Sezioni tipo banchina

Modello geotecnico:

Sondaggi da Autorità Portuale

Ponte EX-IDROSCALO G37_1_2_3_4_5

Fondale di progetto:

-18.5 m s.m.m.

Sovraccarico di progetto

20.00 kN/mq

Tiro bitta

1000 kN, interasse bitte 16 m;

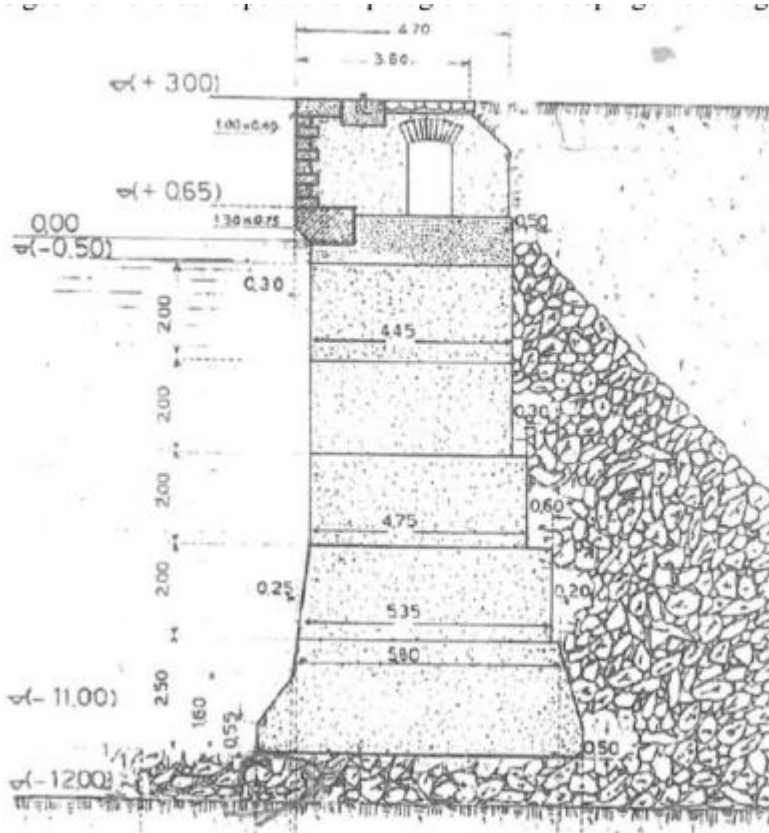


Figura 7-6: Sezione tipologica di riferimento

7.5 Sezione E / Sezione F: Diga esistente

Documenti di riferimento:

P3062 / E-RI-G-E107/ RILIEVI / Diga esistente interessa dall'intervento - sezioni tipo - Tavola 2 di 5

P3062 / E-RI-G-E108/ RILIEVI / Diga esistente interessa dall'intervento - sezioni tipo - Tavola 3 di 5

Fondale di progetto:

-18.50 m s.l.m.m.

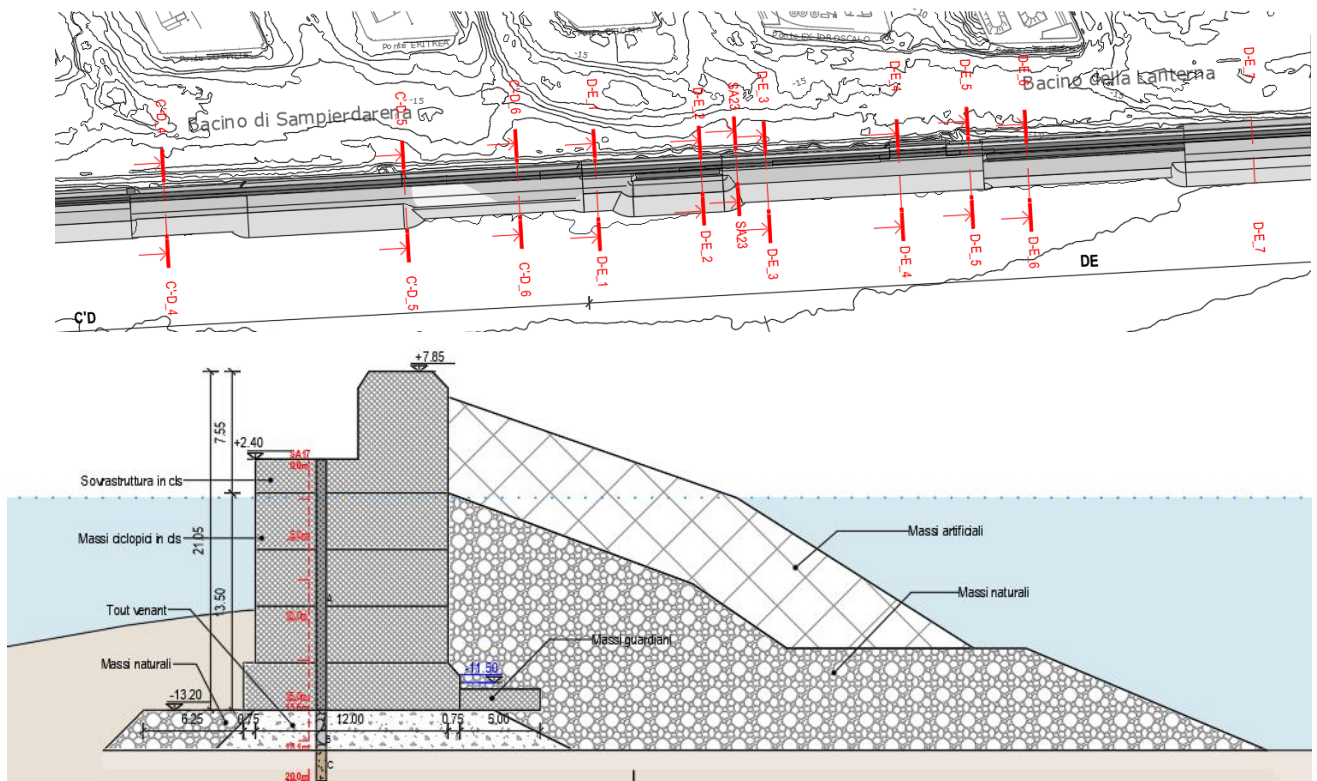


Figura 7-7: Sezione di riferimento C'-D_6

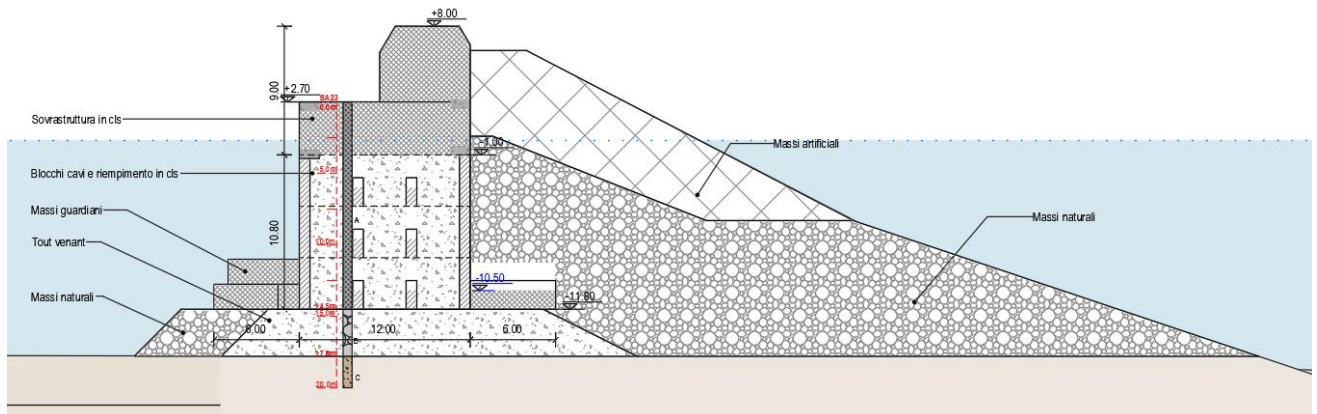


Figura 7-8: Sezione di riferimento D-E_4

7.6 Sezione G: Ponte Etiopia

Documenti di riferimento:

P 2358 / PONTE ETIOPIA - CONSOLIDAMENTO BANCHINE CON APPROFONDIMENTO DEI FONDALI ED ADEGUAMENTO FUNZIONALE DELLO SPORGENTE

Modello geotecnico:

Sondaggi da Autorità Portuale

Sondaggi PONTE ETIOPIA G67_1_2_3

Fondale di progetto:

-18.5 m s.m.m.

Sovraccarico di progetto

40.00 kN/mq

Tiro bitta

50 kN/m

Azione sismica

$K_h = 0.05$

$K_v = \pm 0.025$

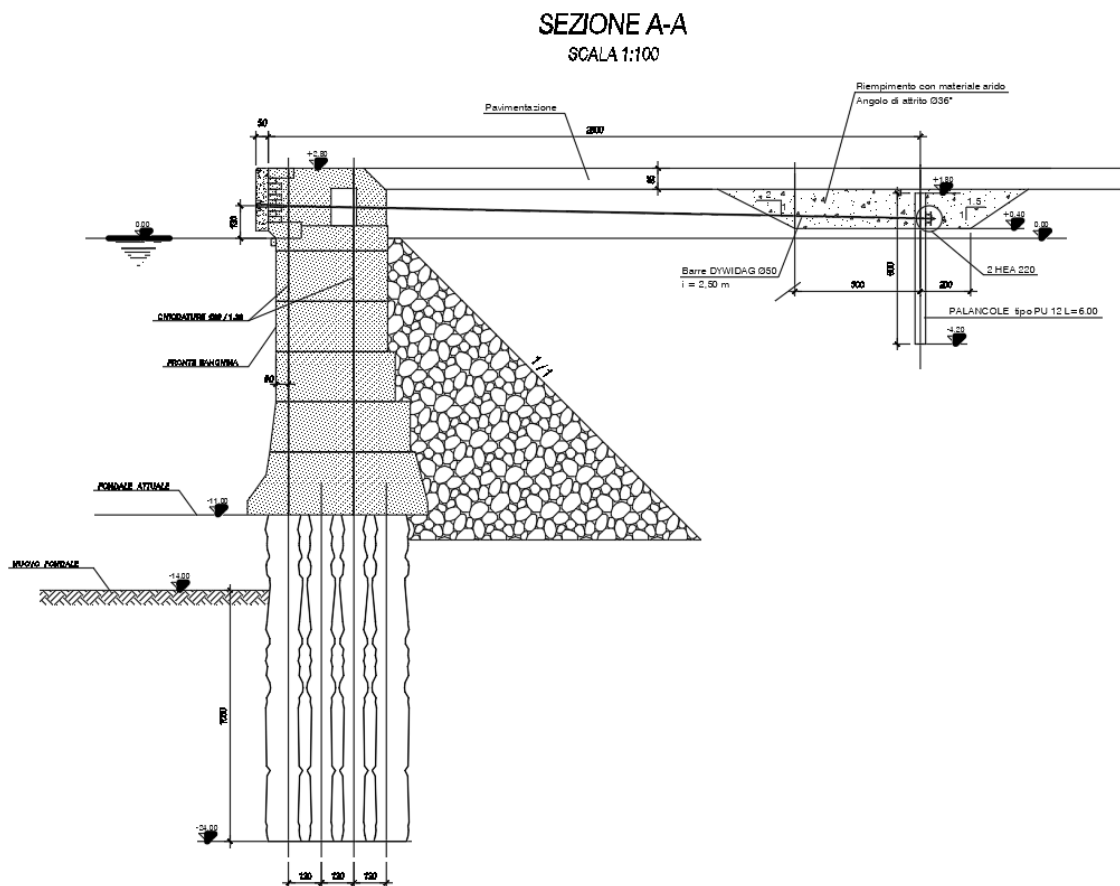


Figura 7-9: Sezione tipologica di riferimento

7.7 Marina fiera

Documenti di riferimento:

P 2406 / Realizzazione nuova darsena nautica ed ampliamento della darsena tecnica

Om-PE-OI-002-0 / Realizzazione nuova Darsena Nautica ed ampliamento della Darsena Tecnica /
Planimetria progettuale

Om-PE-OI-011-0 / Realizzazione nuova Darsena Nautica ed ampliamento della Darsena Tecnica / Diga
sottoflutto Darsena Tecnica Sezioni Tipo O-O e P-P

Om-PE-OI-008-0 / Realizzazione nuova Darsena Nautica ed ampliamento della Darsena Tecnica / Diga
sopraflutto Darsena Nautica Sezioni Tipo G-G e H-H

Fondale di progetto:

-17.00 m s.m.m.

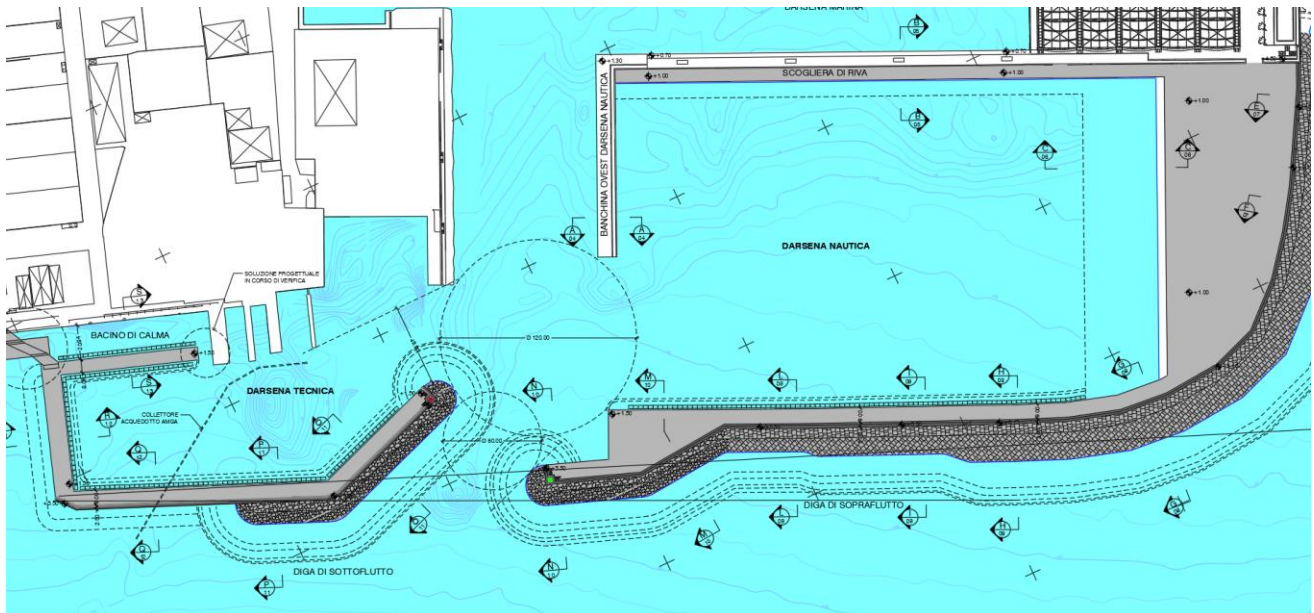


Figura 7-10: Planimetria progettuale - Realizzazione nuova darsena nautica e ampliamento darsena tecnica

In corrispondenza della darsena nautica e tecnica è presente in progetto il dragaggio a quota - 17.00 m s.l.m. Si riscontra che i volumi di dragati sono minimi e abbastanza lontani da non influenzare la stabilità delle opere. Dunque, si ritiene di poter omettere le verifiche di stabilità. Nel seguito, si riportano le sezioni della diga di sottoflutto P11 e sopraflutto H08, calate nel profilo del fondale marino.

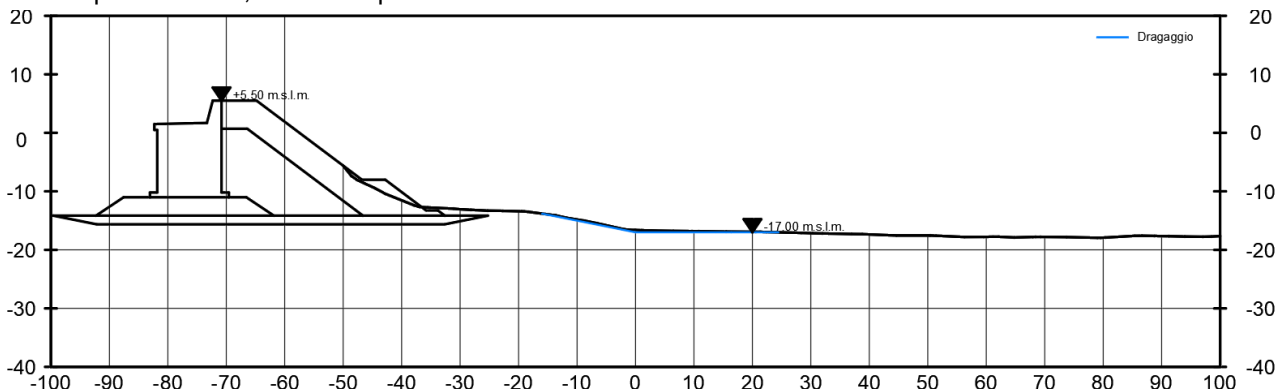


Figura 7-11: Sezione diga sottoflutto P11

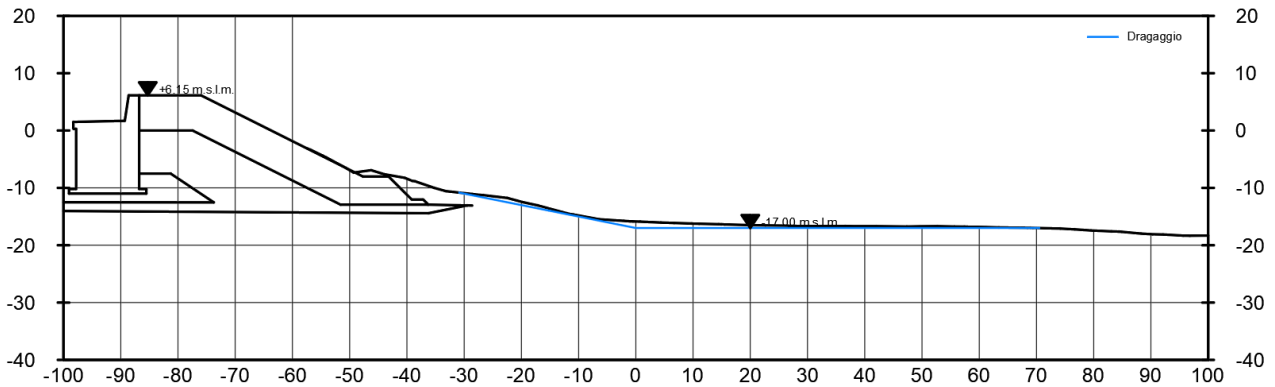


Figura 7-12: Sezione diga sopraflutto H08

7.8 Restituzione grafica 3D

Le seguenti immagini rappresentano lo stato dell'arte di tutte le banchine influenzate dal futuro dragaggio a -18.5 m s.m.m.. Come meglio dettagliato nel settore "RILIEVI", tali immagini consentono l'analisi dei fronti banchina volti ad individuare eventuali deterioramenti o danni delle strutture esistenti, e la verifica delle profondità dei fondali attuali.

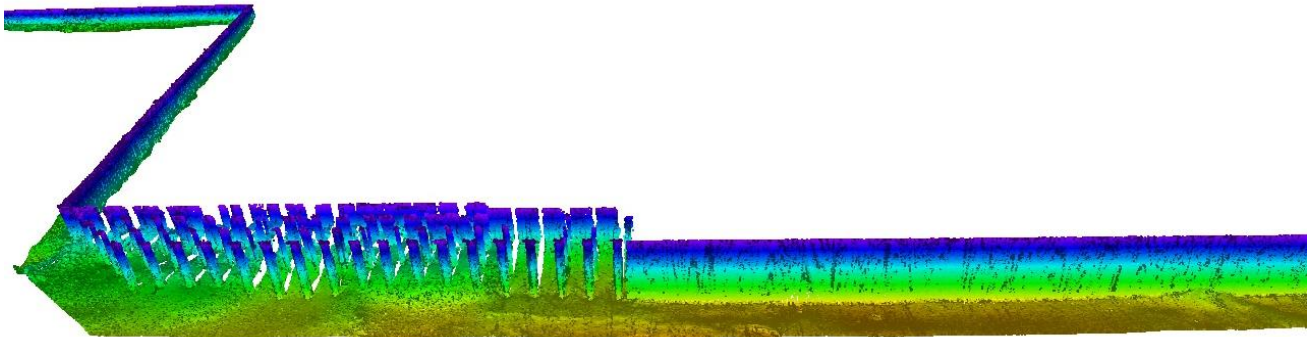


Figura 7-13: Ponte Rubattino (impalcato su pali) / Calata Bettolo (banchina a cassoni).

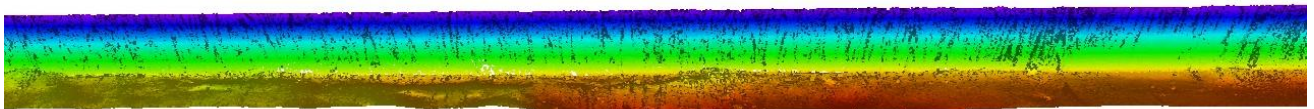


Figura 7-14: Calata Bettolo (banchina a cassoni) – parte centrale.

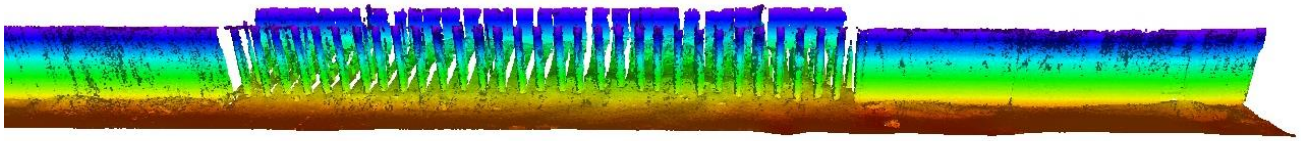


Figura 7-15: Calata Bettolo (banchina a cassoni) / Testata Canzio (impalcato su pali + banchina a cassoni)

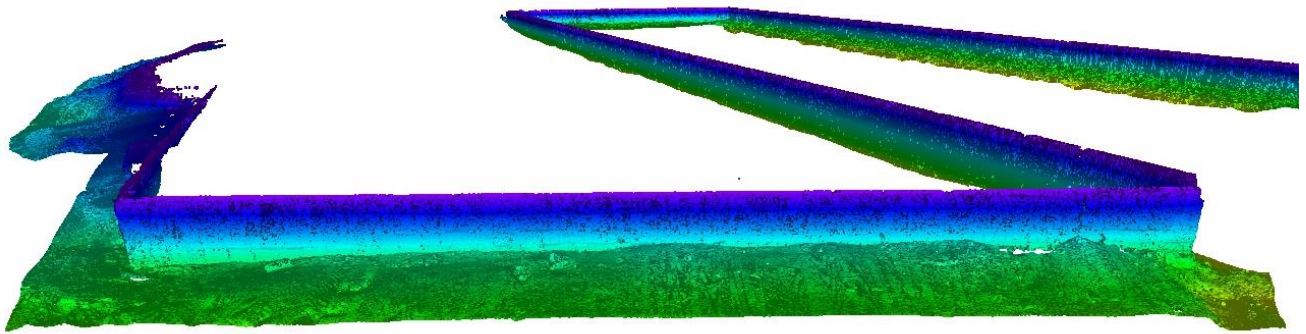


Figura 7-16: Ponte ex Idroscalo (Banchina a massi).

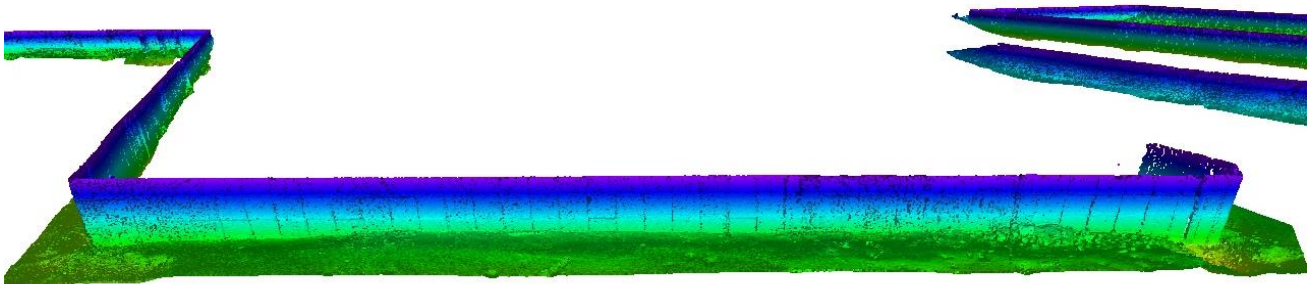


Figura 7-17: Ponte ex Idroscalo (Banchina a massi).

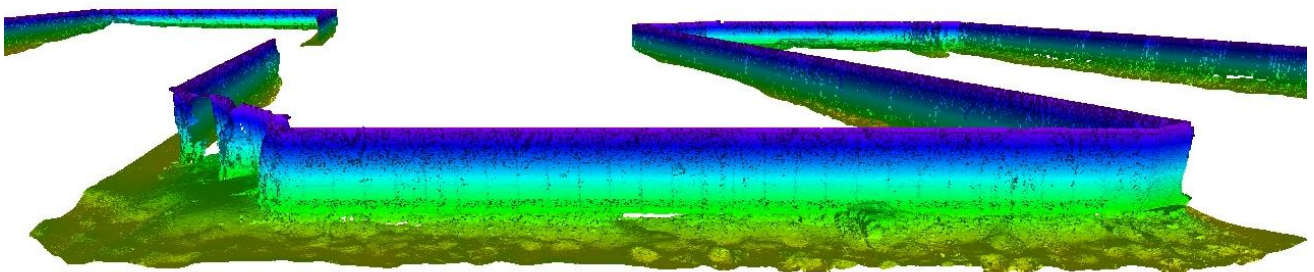


Figura 7-18: Ponte Etiopia (Banchina a massi).

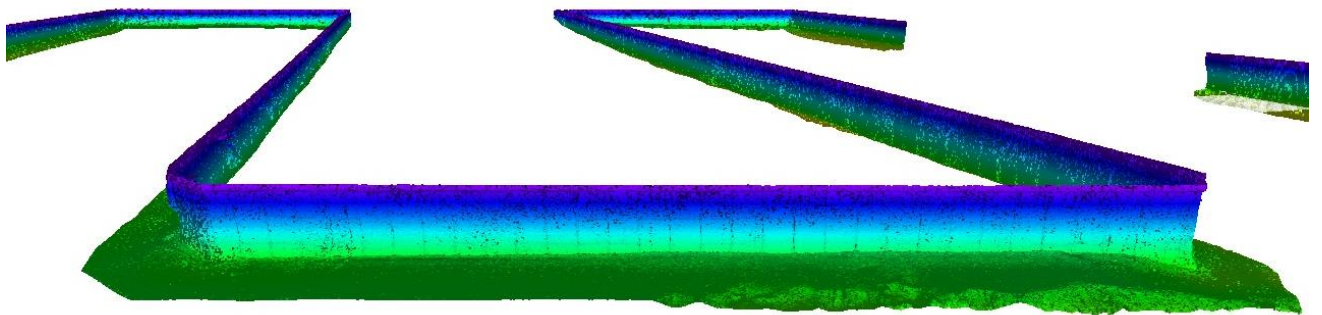


Figura 7-19: Ponte Eritrea (Banchina a massi).

7.9 Carichi e combinazioni di calcolo

Per le verifiche di stabilità, al sovraccarico e il tiro bitta differente per le diverse sezioni di calcolo, sono considerati i seguenti carichi:

- Peso Proprio;
- Sisma orizzontale e verticale

Stati limite

Classe Edificio

III. Affollamento significativo...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1.5

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	Tc* [s]
Operatività (SLO)	45	0.028	2.529	0.201
Danno (SLD)	75	0.034	2.545	0.223
Salvaguardia vita (SLV)	712	0.077	2.542	0.294
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0.098	2.539	0.303
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	75			

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,78	1,72	1,57	1,56
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] ⇔ 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.024	0.044	0.000
kv	--	0.012	0.022	--
Amax [m/s²]	0.411	0.506	1.130	1.440
Beta	--	0.470	0.380	--

Le verifiche sono state effettuate secondo l'Approccio 1, con la Combinazione (A2+M2+R2):

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G ₁	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G ₂ ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G₂ si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tabella 7-1: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 7-2: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Tabella 7-3: Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

Per ogni combinazione di carico si è considerato un'azione principale, moltiplicata per il coefficiente di combinazione 1.0, mentre le secondarie per i corrispettivi coefficienti di combinazione.

Sovraccarico	Ψ_{02}	0.8
Tiro Bitta	Ψ_{02}	0.5

Tabella 7-4: Coefficienti di combinazione

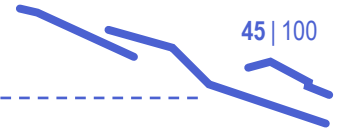
Nella combinazione sismica sono posti pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni, sui parametri geotecnici e impiegando per le resistenze di progetto calcolate un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

Il carico sismico verticale è considerato sia verso l'alto sia verso il basso.

Si riporta il riepilogo delle combinazioni analizzate.

	Carico Principale	Sovraccarico	Tiro Bitta	Sisma
Combinazione 1	Sovraccarico	1.30	0.65	0.00
Combinazione 2	Tiro Bitta	1.04	1.30	0.00
Combinazione 3	Sisma	0.80	0.00	1.00

Tabella 7-5: Combinazioni di carico

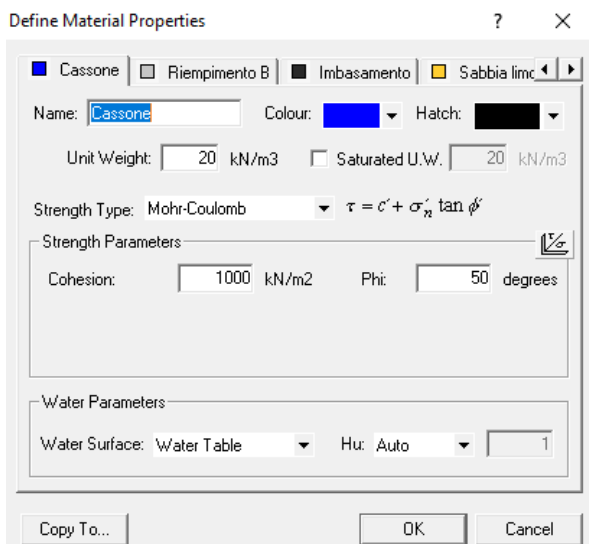


7.10 Calata Bettolo – Sezione A

7.10.1 Modello geotecnico

Calata Bettolo	Z _{iniziale}	Z _{finale}	γ_k	c'_k	ϕ_k
Unità	[m.s.l.m.]	[m.s.l.m.]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]
Riempimento	2.7	-17.8	18	0	30
Sabbia limosa	-17.8	-	18.5	2	33

Imbasamento	-17	-18.6	18.5	0	35
-------------	-----	-------	------	---	----



Define Material Properties

Cassone Riempimento B Imbasamento Sabbia limc

Name: Cassone Colour: Blue Hatch: Black

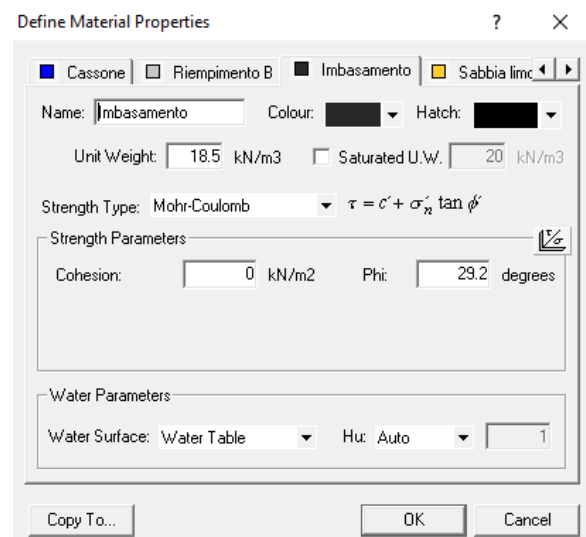
Unit Weight: 20 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_z \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 1000 kN/m² Phi: 50 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Auto 1

Copy To... OK Cancel



Define Material Properties

Cassone Riempimento B Imbasamento Sabbia limc

Name: Imbasamento Colour: Black Hatch: Black

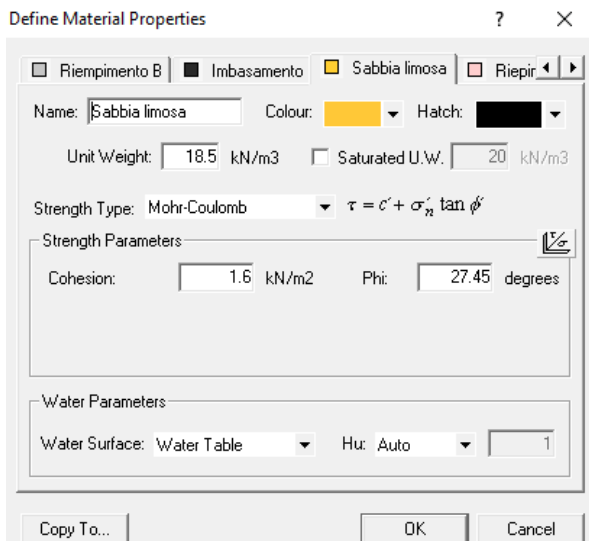
Unit Weight: 18.5 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_z \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m² Phi: 29.2 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Auto 1

Copy To... OK Cancel



Define Material Properties

Riempimento B Imbasamento Sabbia limosa Riepir

Name: Sabbia limosa Colour: Yellow Hatch: Black

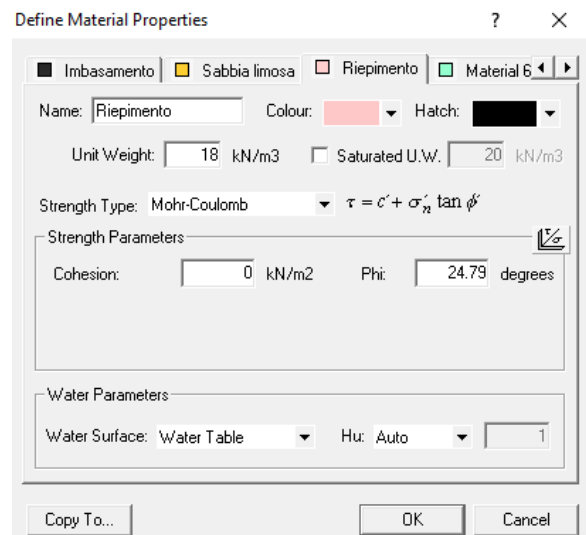
Unit Weight: 18.5 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_z \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 1.6 kN/m² Phi: 27.45 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Auto 1

Copy To... OK Cancel



Define Material Properties

Imbasamento Sabbia limosa Riempimento Material 6

Name: Riempimento Colour: Red Hatch: Black

Unit Weight: 18 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

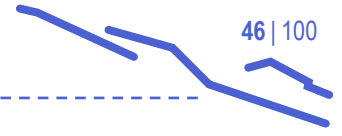
Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_z \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m² Phi: 24.79 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Auto 1

Copy To... OK Cancel

Figura 7-20: Unità geotecniche – Parametri di progetto



7.10.2 Modello di calcolo

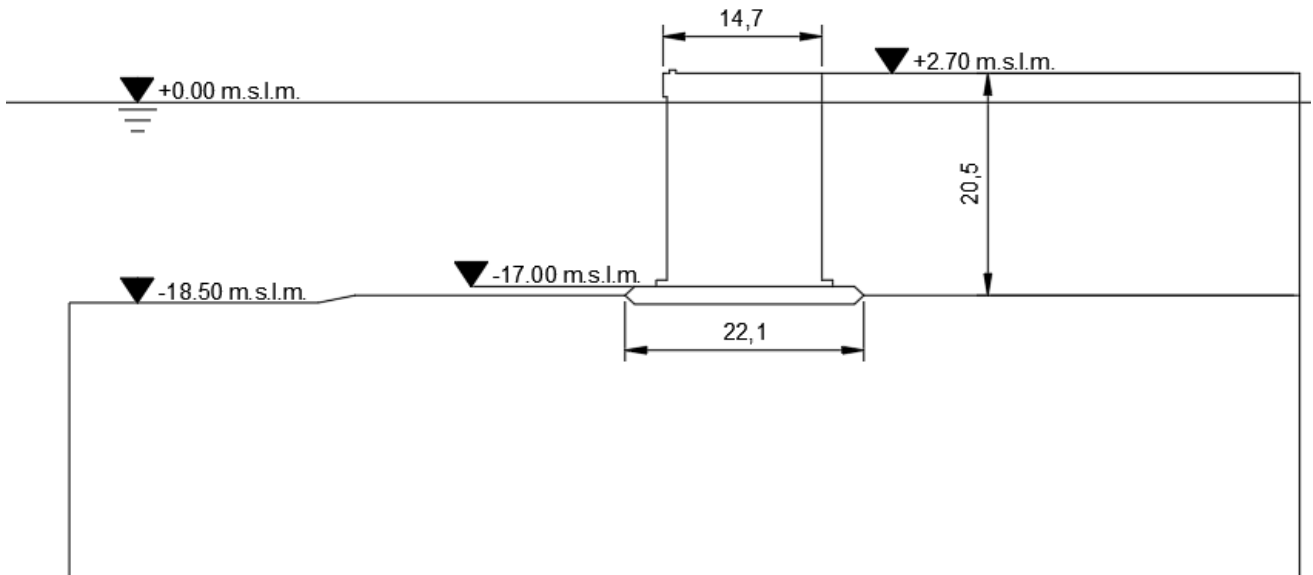


Figura 7-21: Geometria modello

7.10.3 Combinazione 1 / Sovraccarico

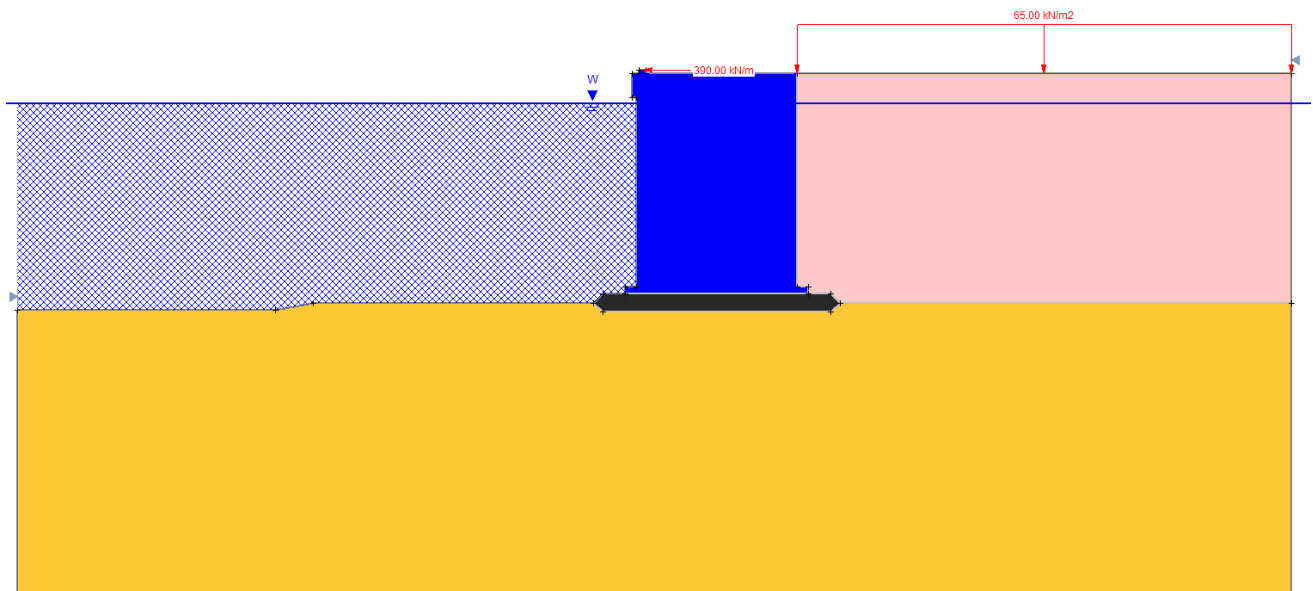


Figura 7-22: Modello di calcolo – Combinazione 1

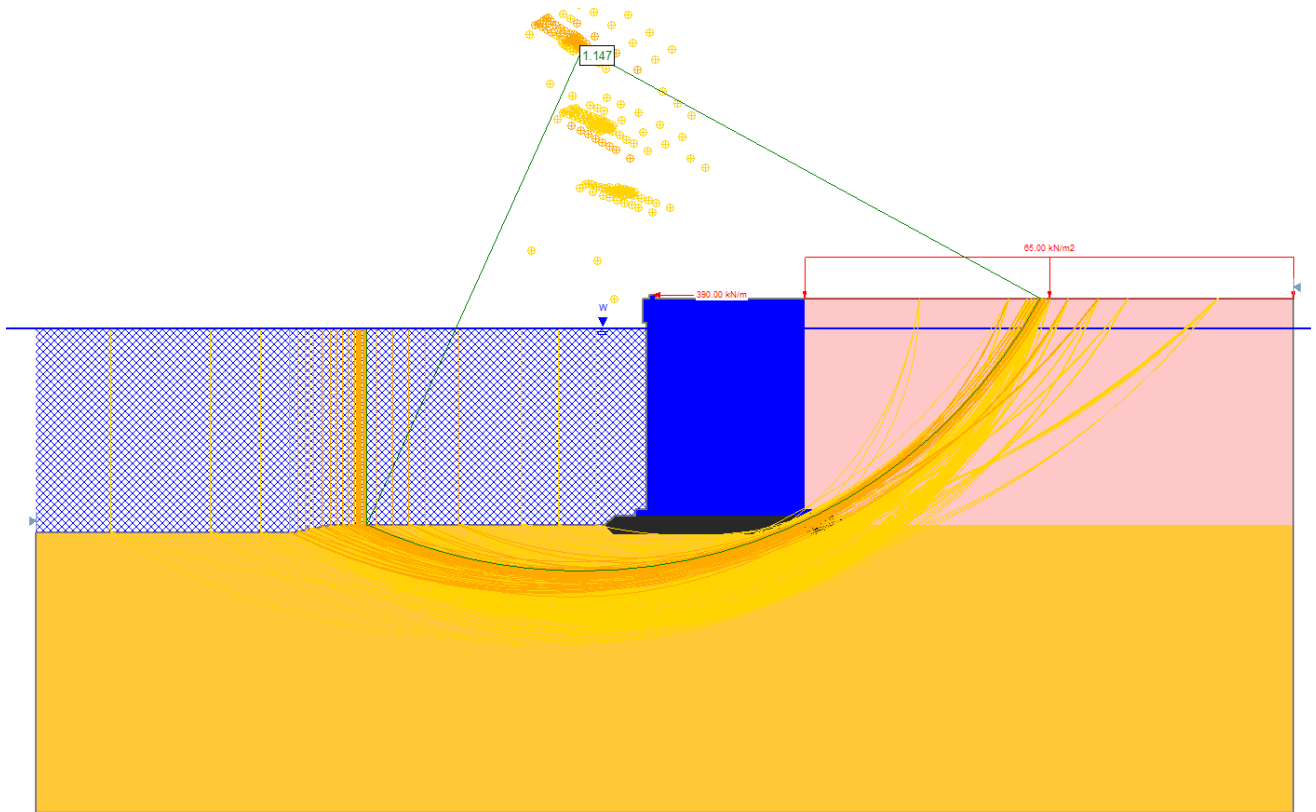
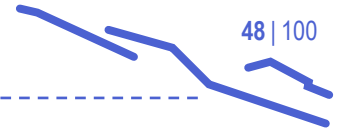


Figura 7-23: Fattore di sicurezza – Combinazione 1



7.10.4 Combinazione 2 / Tiro bitta

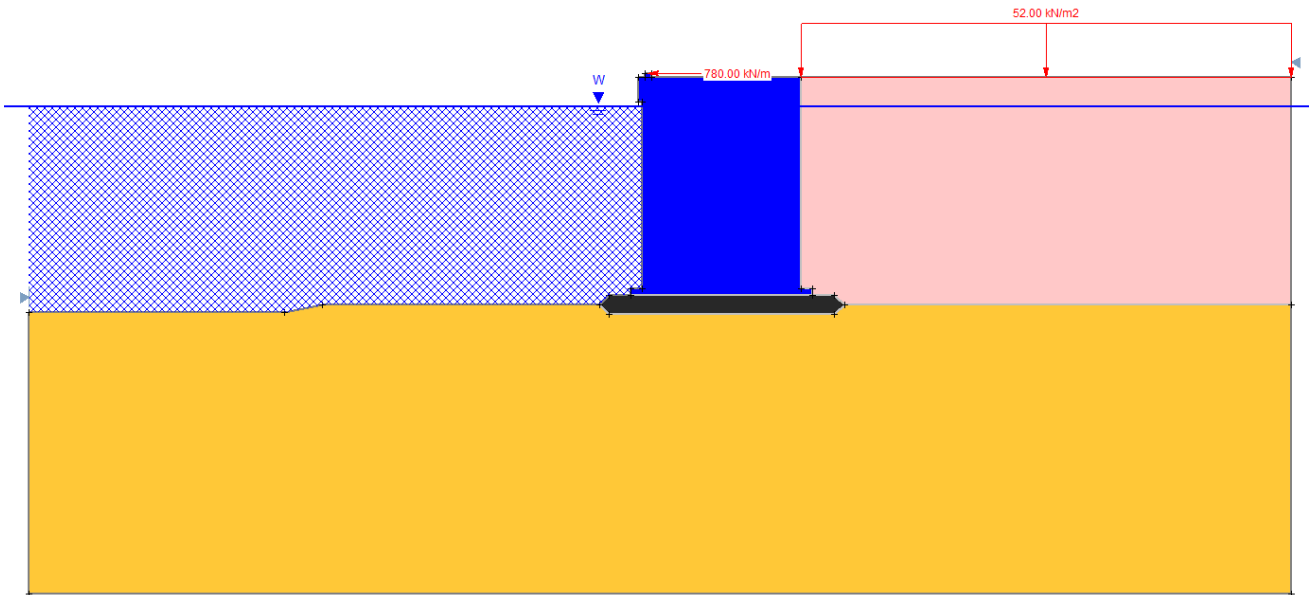


Figura 7-24: Modello di calcolo – Combinazione 2

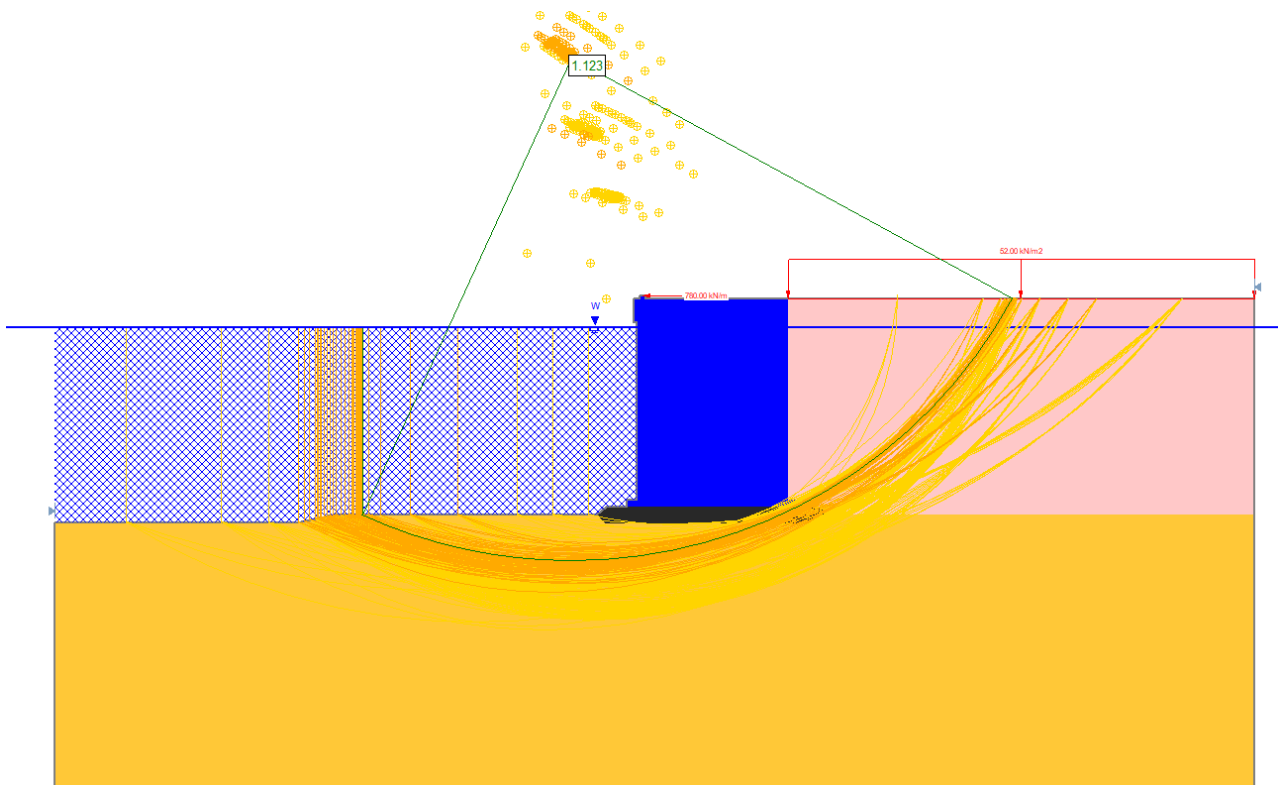
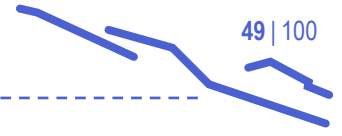


Figura 7-25: Fattore di sicurezza – Combinazione 2



7.10.5 Combinazione 3 / Sisma

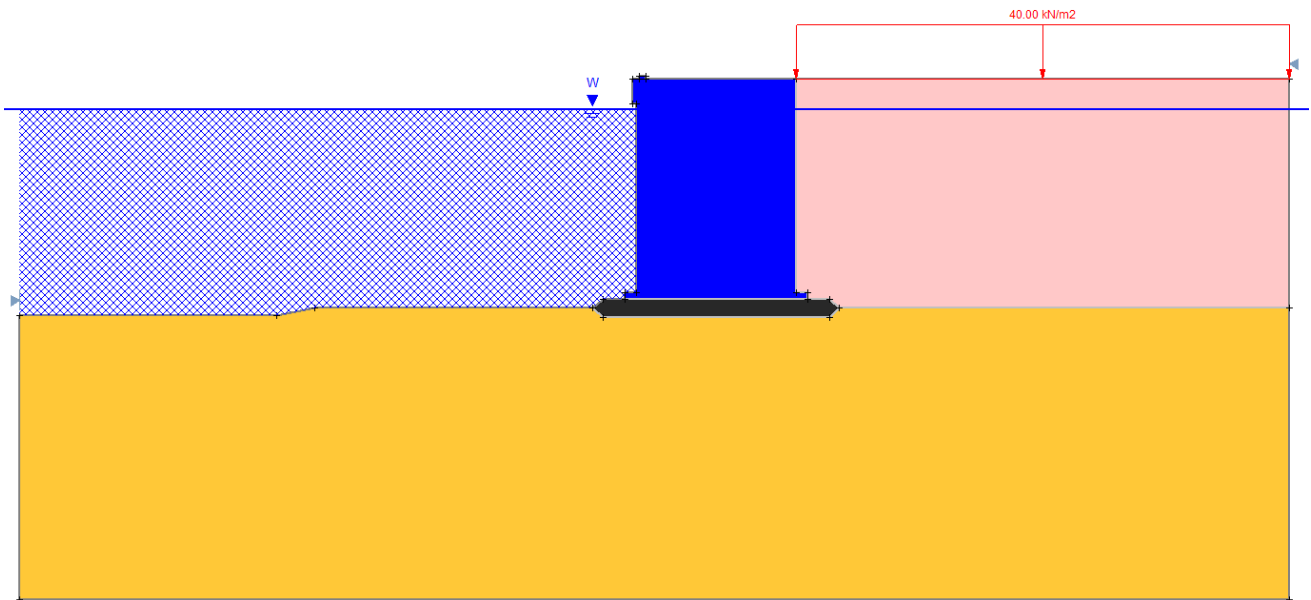


Figura 7-26: Modello di calcolo – Combinazione 3

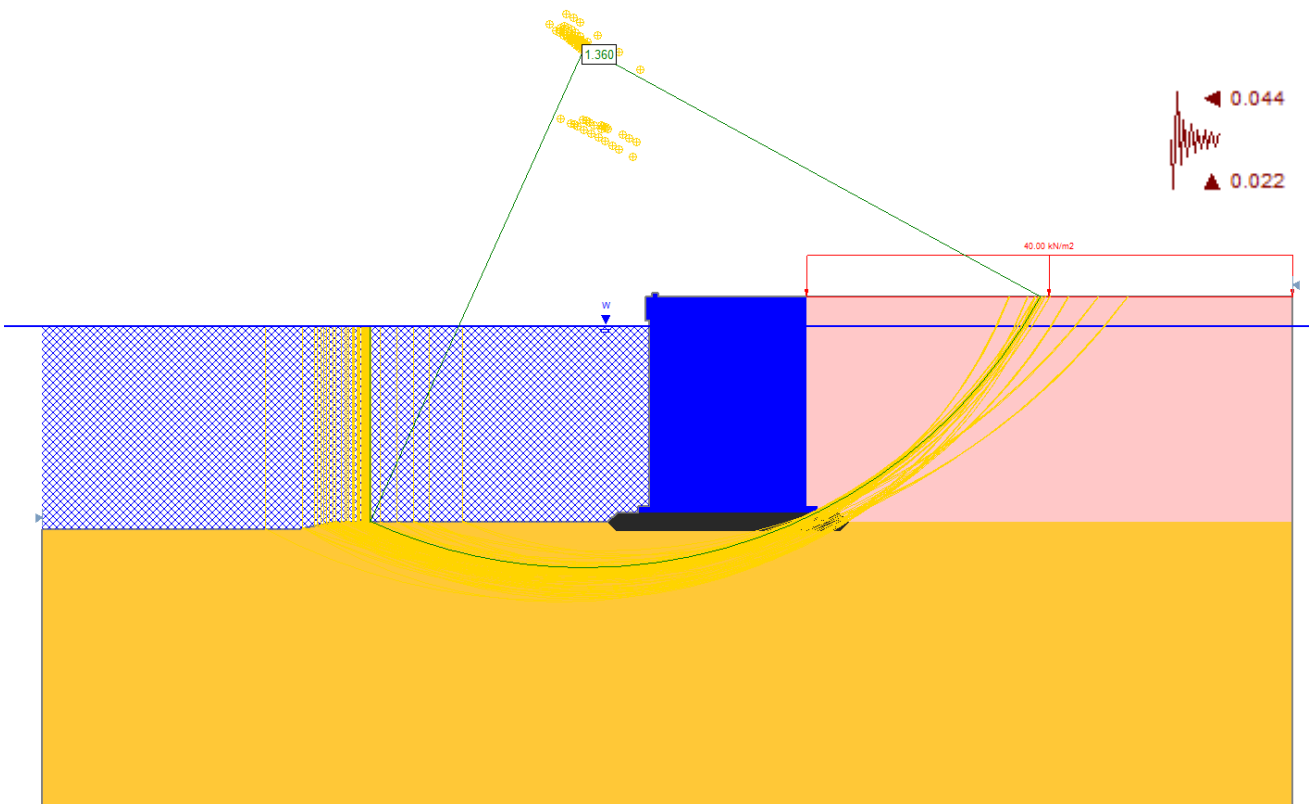


Figura 7-27: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale negativo

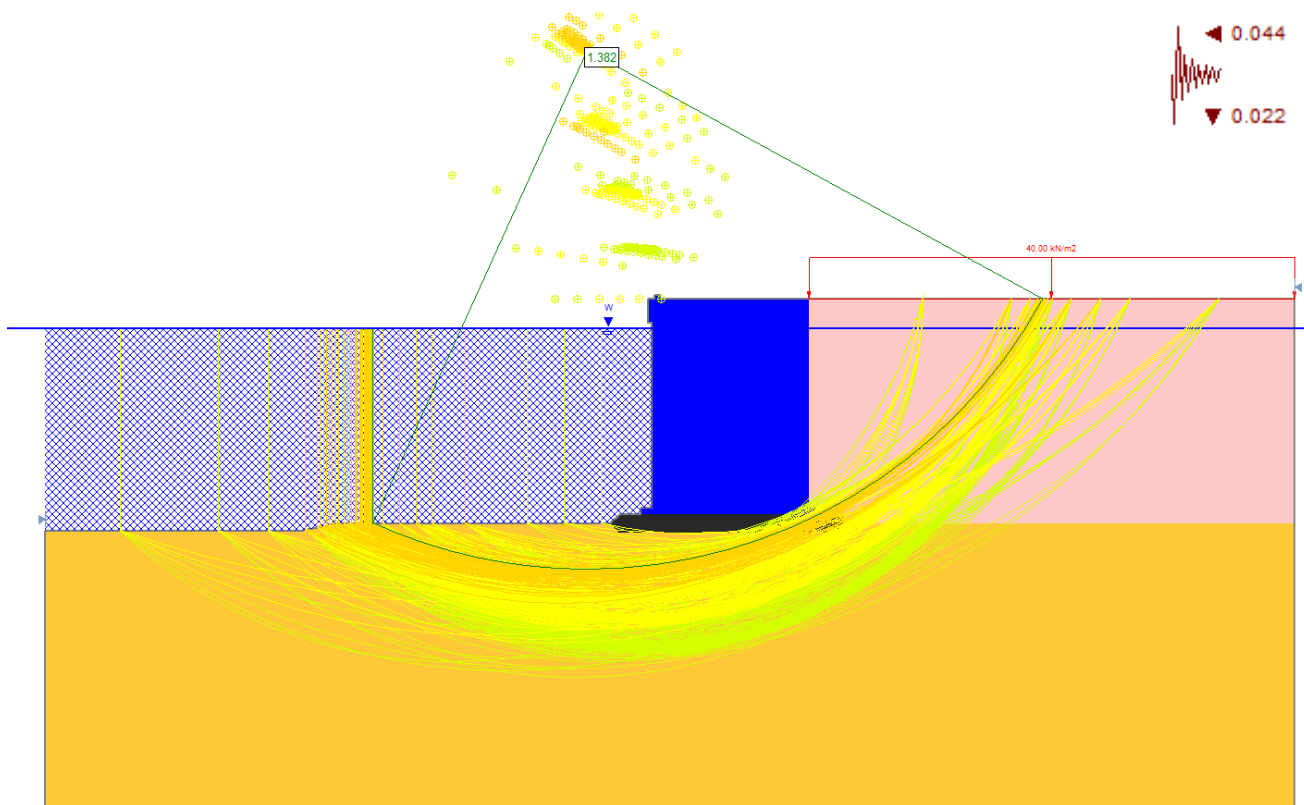


Figura 7-28: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale positivo

7.10.6 Coefficienti di sicurezza

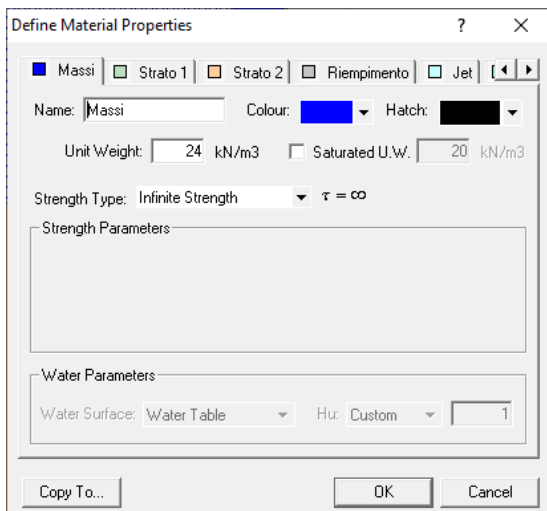
Combinazione	Coefficiente di sicurezza
Combinazione 1 / Sovraccarico	1.147
Combinazione 2 / Tiro bitta	1.123
Combinazione 3 / Sisma verticale positivo	1.382
Combinazione 3 / Sisma verticale negativo	1.360
MINIMO	1.123

7.11 Ponte San Giorgio – Sezione B

7.11.1 Modello geotecnico

Ponte San Giorgio	Z _{iniziale}	Z _{finale}	γ_k	c'_k	ϕ_k
Unità	[m.s.l.m.]	[m.s.l.m.]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]
Strato 1	2.9	-11.5	19	0	34
Strato 2	-11.5	-	20	0	40

Jet	-	-	20	100	34
Riempimento	-	-	19	0	32



Define Material Properties

Massi Strato 1 Strato 2 Riempimento Jet

Name: Massi Colour: Blue Hatch: Black

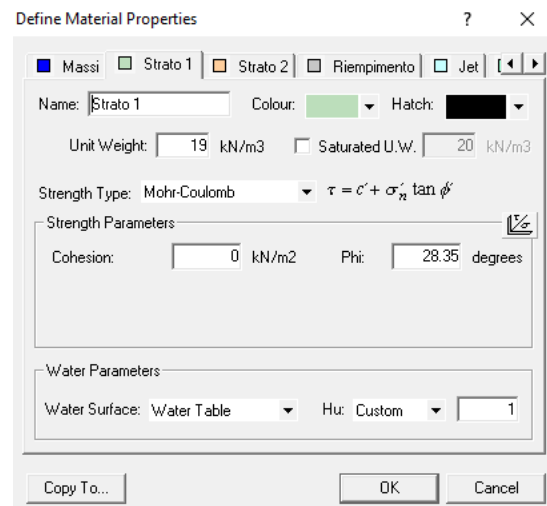
Unit Weight: 24 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Infinite Strength $\tau = \infty$

Strength Parameters:

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Custom 1

Copy To... OK Cancel



Define Material Properties

Massi Strato 1 Strato 2 Riempimento Jet

Name: Strato 1 Colour: Green Hatch: Black

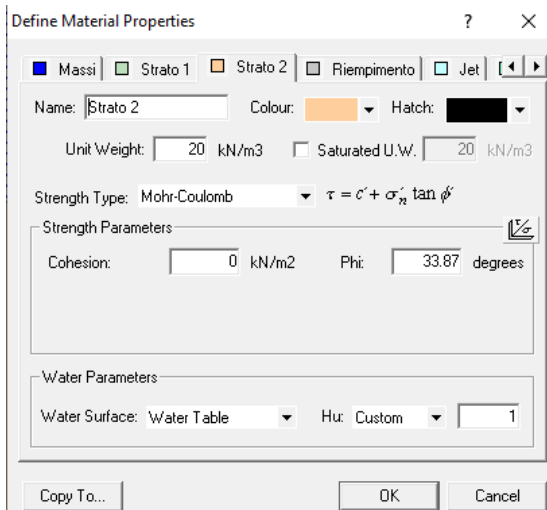
Unit Weight: 19 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_v \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m² Phi: 28.35 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Custom 1

Copy To... OK Cancel



Define Material Properties

Massi Strato 1 Strato 2 Riempimento Jet

Name: Strato 2 Colour: Orange Hatch: Black

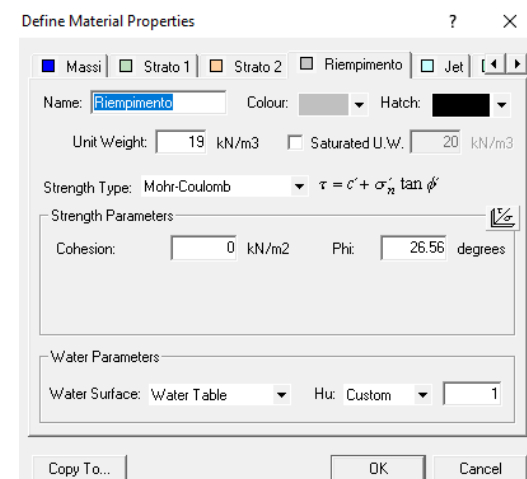
Unit Weight: 20 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_v \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m² Phi: 33.87 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Custom 1

Copy To... OK Cancel



Define Material Properties

Massi Strato 1 Strato 2 Riempimento Jet

Name: Riempimento Colour: Grey Hatch: Black

Unit Weight: 19 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_v \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m² Phi: 26.56 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Custom 1

Copy To... OK Cancel

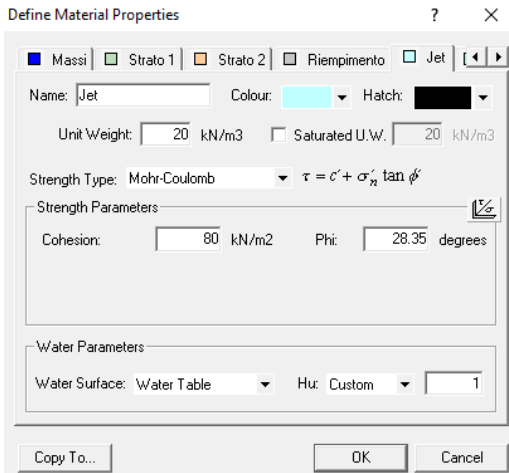


Figura 7-29: Unità geotecniche – Parametri di progetto

7.11.2 Modello di calcolo

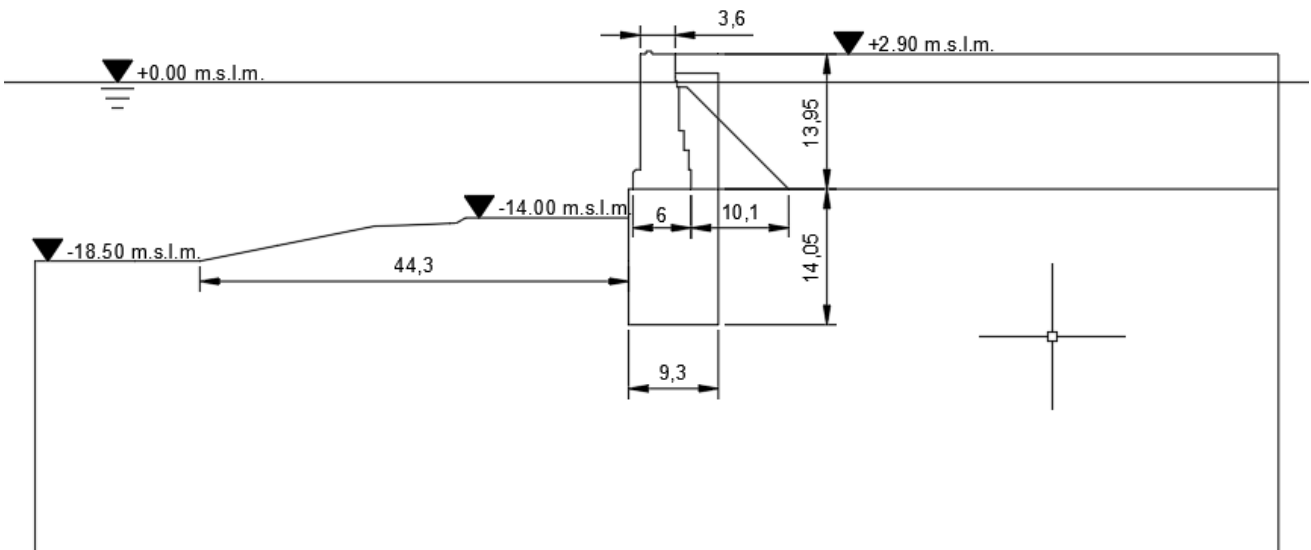


Figura 7-30: Geometria modello

7.11.3 Combinazione 1 / Sovraccarico

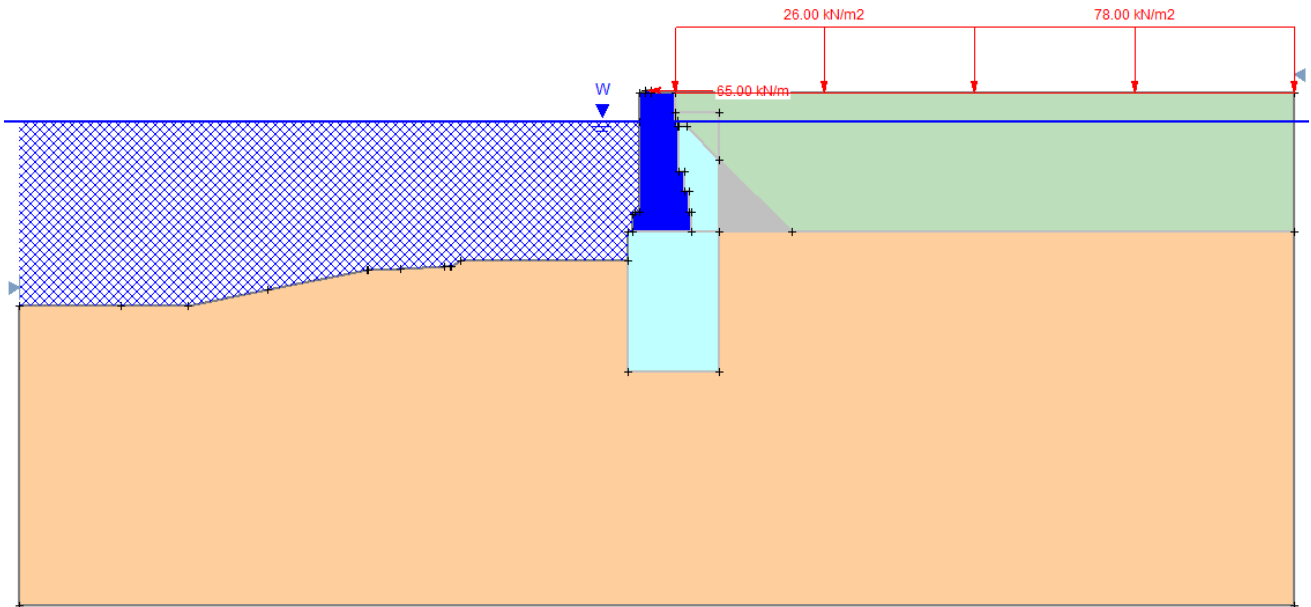


Figura 7-31: Modello di calcolo – Combinazione 1

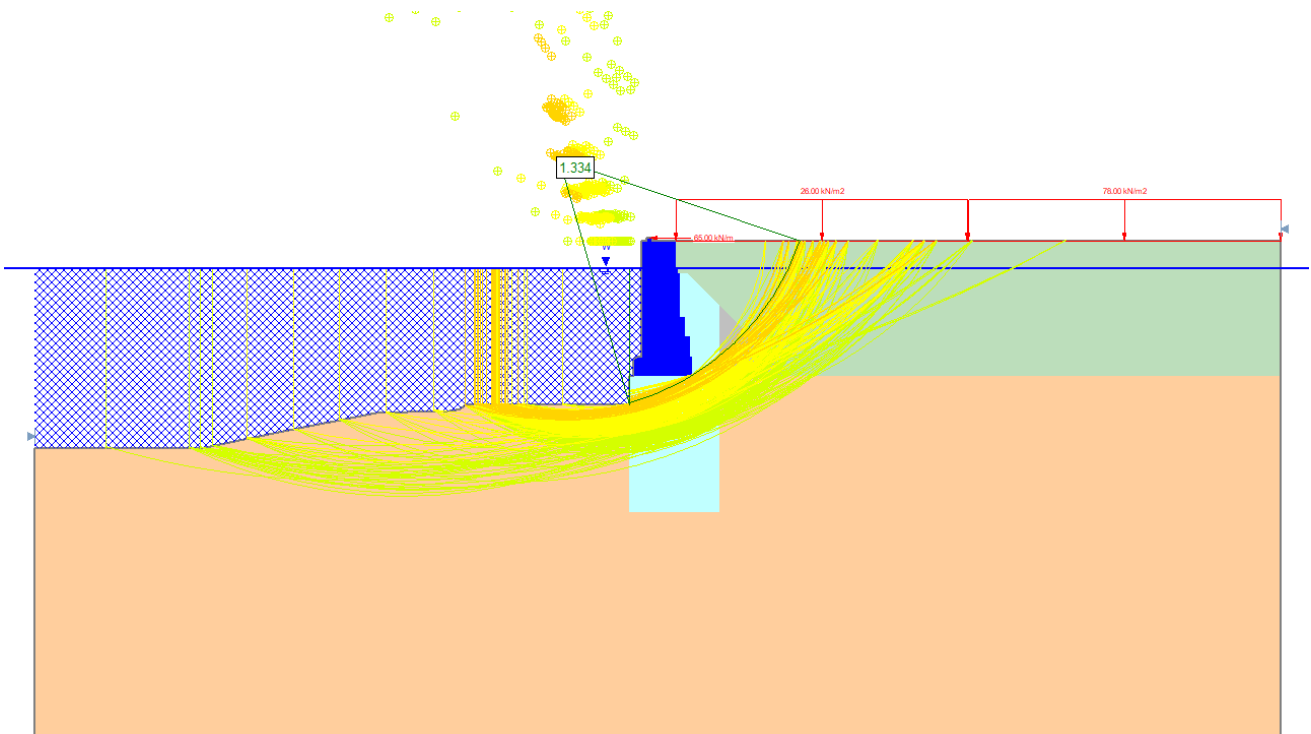


Figura 7-32: Fattore di sicurezza – Combinazione 1

7.11.4 Combinazione 2 / Tiro bitta

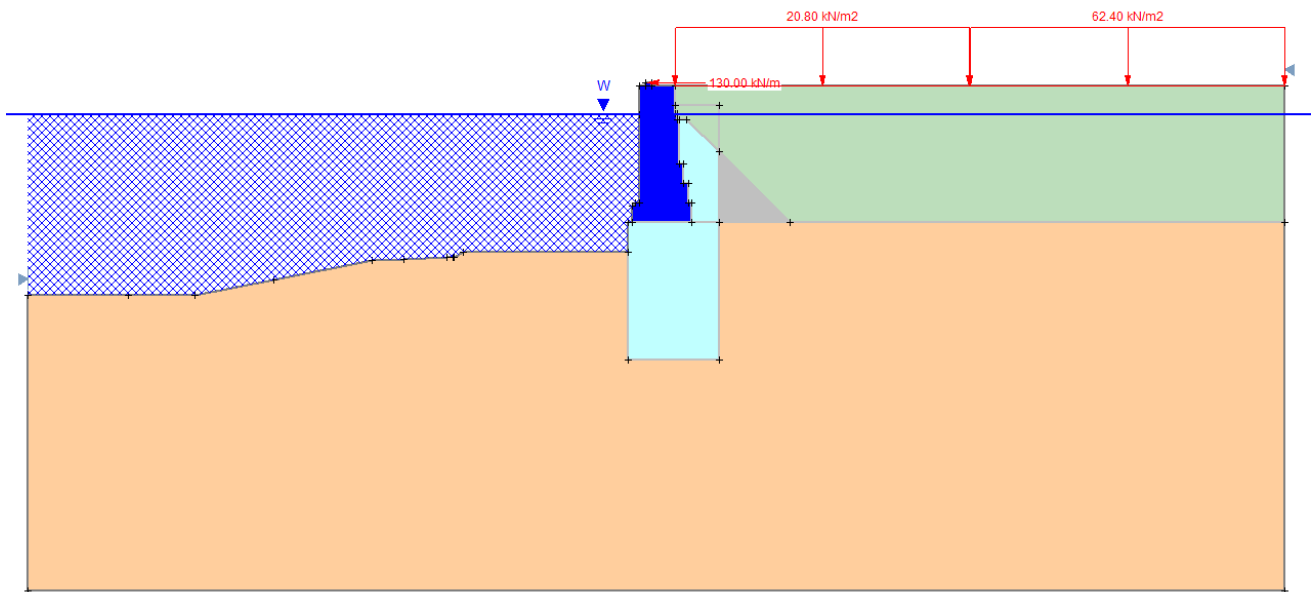


Figura 7-33: Modello di calcolo – Combinazione 2

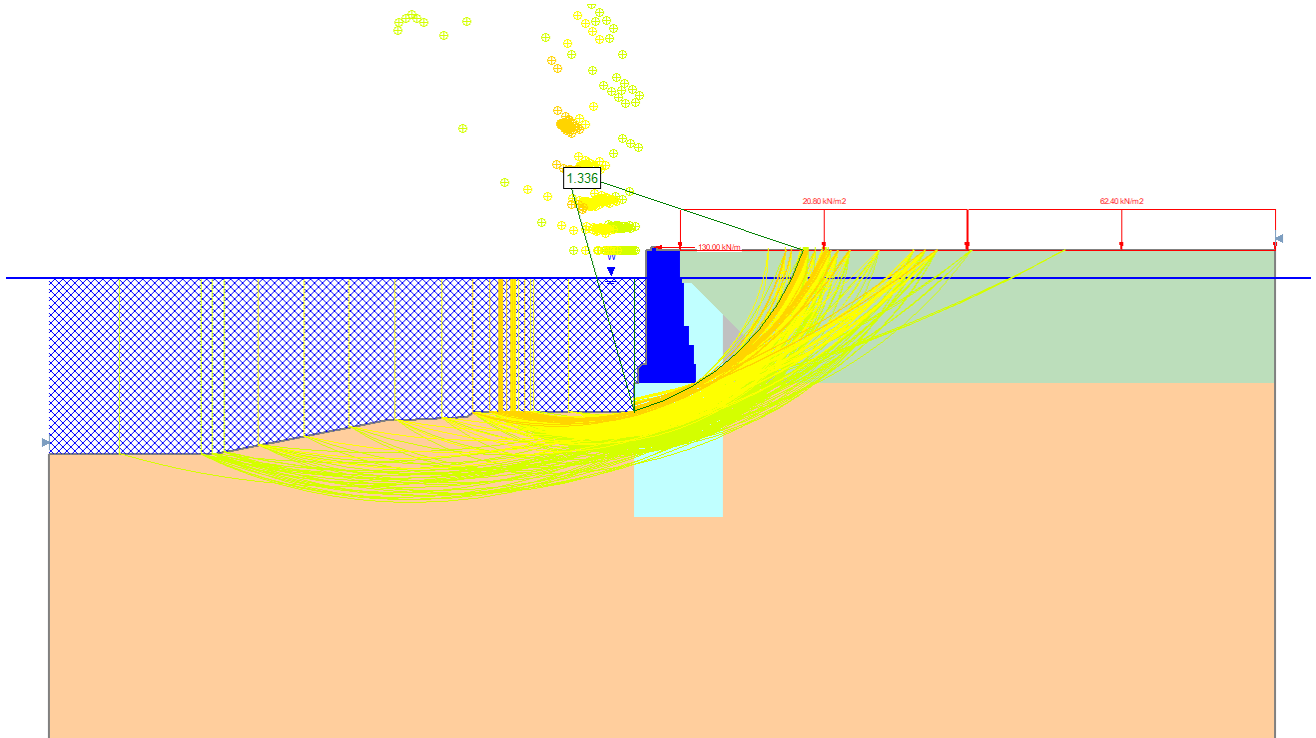
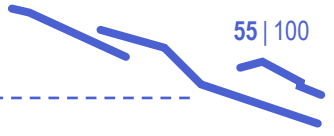


Figura 7-34: Fattore di sicurezza – Combinazione 2



7.11.5 Combinazione 3 / Sisma

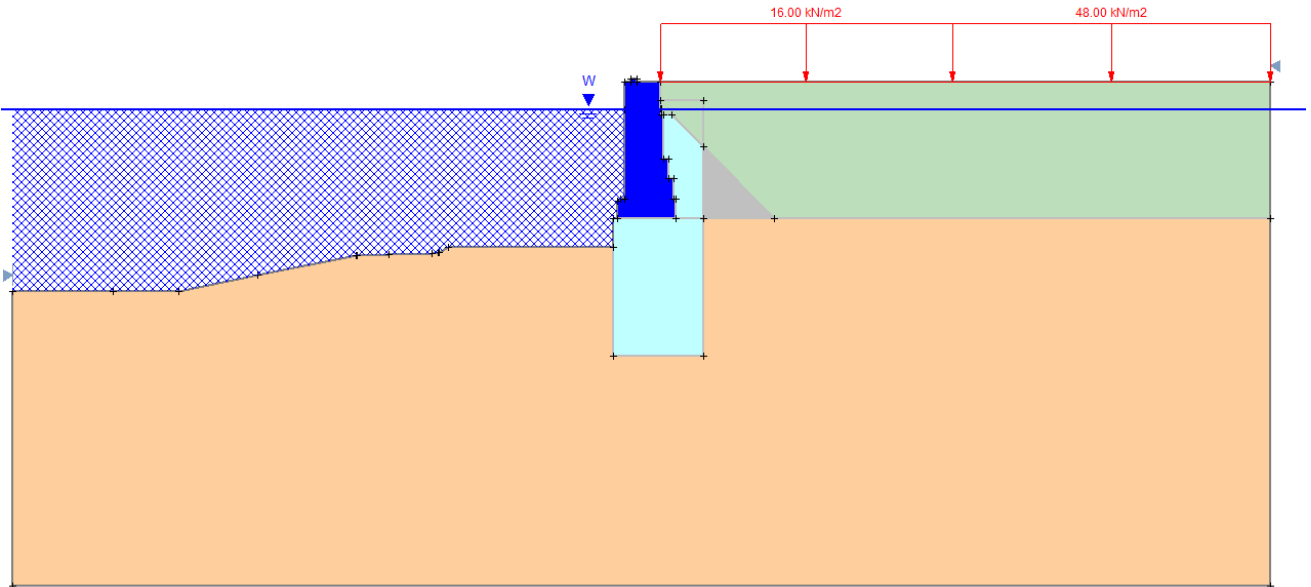


Figura 7-35: Modello di calcolo – Combinazione 3

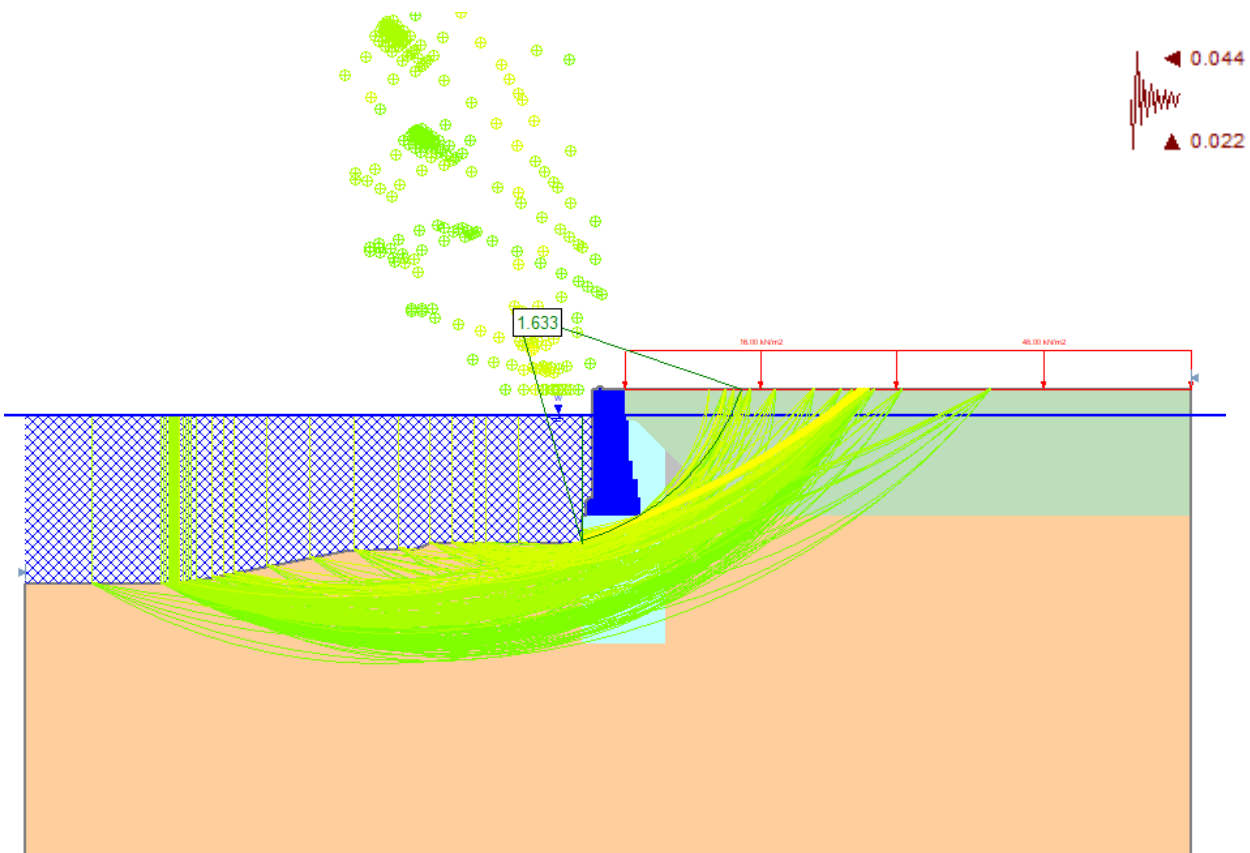


Figura 7-36: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale negativo

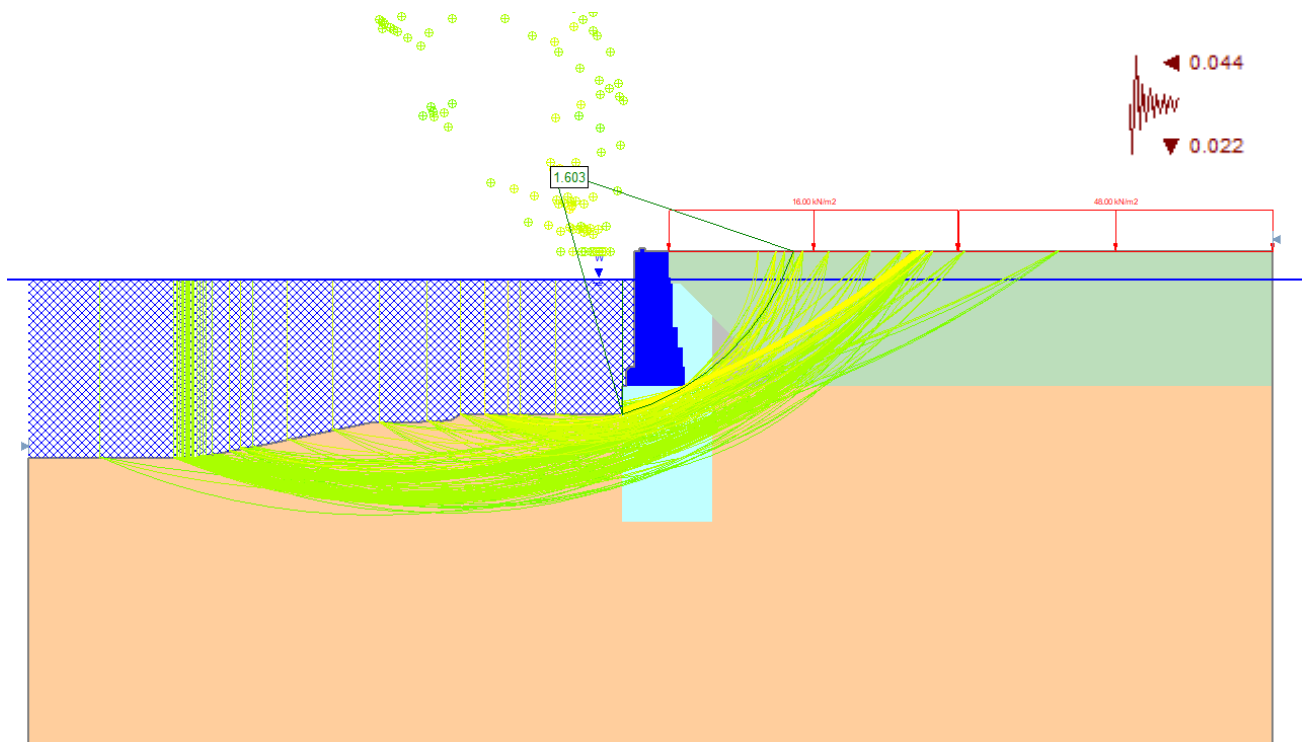


Figura 7-37: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale positivo

7.11.6 Coefficienti di sicurezza

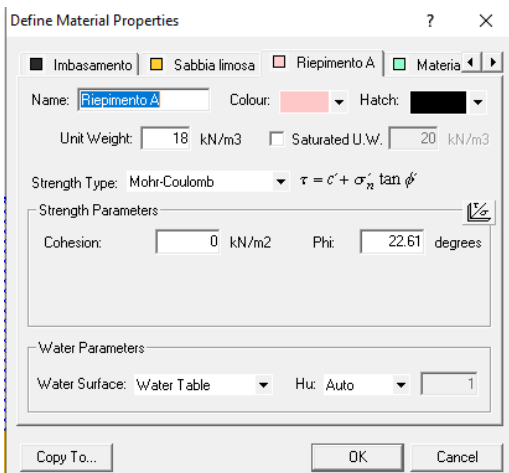
Combinazione	Coefficiente di sicurezza
Combinazione 1 / Sovraccarico	1.334
Combinazione 2 / Tiro bitta	1.336
Combinazione 3 / Sisma verticale positivo	1.603
Combinazione 3 / Sisma verticale negativo	1.633
MINIMO	1.334

7.12 Ponte Eritrea – Sezione C

7.12.1 Modello geotecnico

Ponte Eritrea	Z _{iniziale}	Z _{finale}	γ_k	c'_k	ϕ_k
Unità	[m.s.l.m.]	[m.s.l.m.]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]
Riempimento A	3.0	-5.5	18	0	27.5
Riempimento B	-5.5	-11.0	18	0	29.5
Sabbia limosa	-11.0	-	18.5	2	33

Imbasamento	-	-	18.5	0	35
Jet	-	-	22	4000	33



Define Material Properties

Imbasamento
 Sabbia limosa
 Riempimento A
 Materia

Name: **Riempimento A** Colour: █ Hatch:

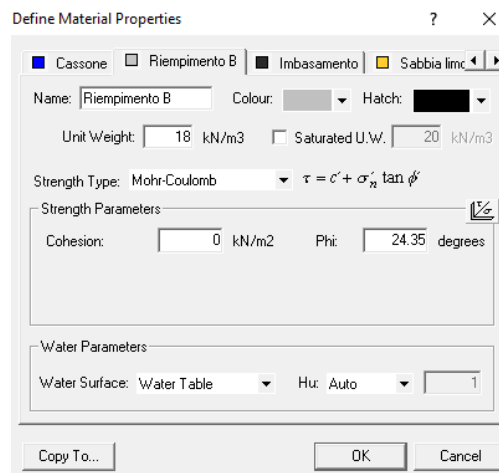
Unit Weight: 18 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_n \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m² Phi: 22.61 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Auto 1

Copy To... OK Cancel



Define Material Properties

Cassone
 Riempimento B
 Imbasamento
 Sabbia limosa

Name: **Riempimento B** Colour: █ Hatch:

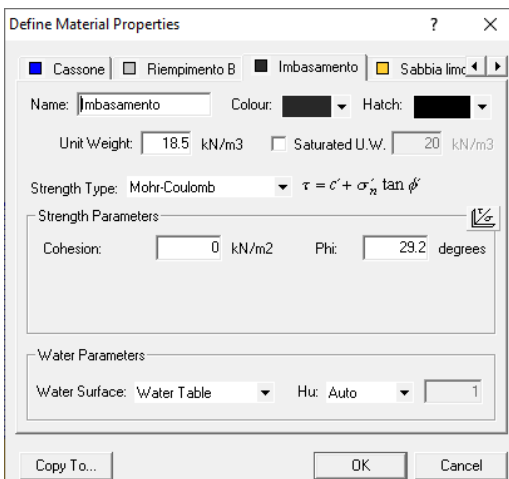
Unit Weight: 18 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_n \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m² Phi: 24.35 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Auto 1

Copy To... OK Cancel



Define Material Properties

Cassone
 Riempimento B
 Imbasamento
 Sabbia limosa

Name: **Imbasamento** Colour: █ Hatch:

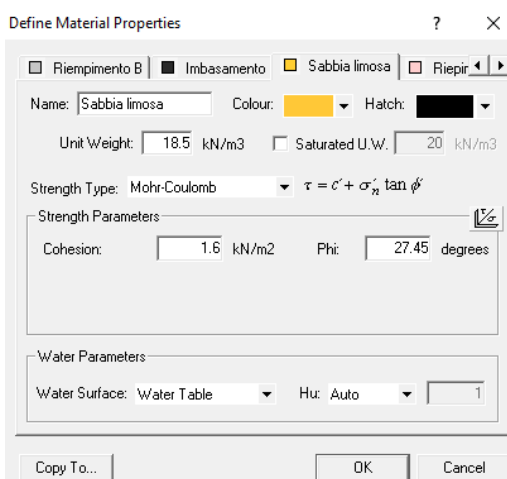
Unit Weight: 18.5 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_n \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m² Phi: 29.2 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Auto 1

Copy To... OK Cancel



Define Material Properties

Riempimento B
 Imbasamento
 Sabbia limosa
 Riempimento A

Name: **Sabbia limosa** Colour: █ Hatch:

Unit Weight: 18.5 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_n \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 1.6 kN/m² Phi: 27.45 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Auto 1

Copy To... OK Cancel

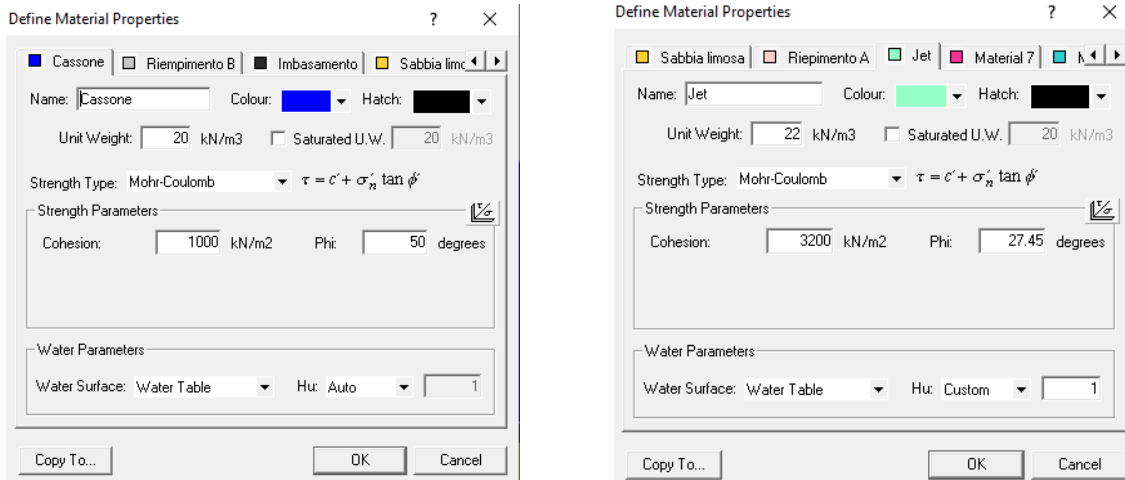


Figura 7-38: Unità geotecniche – Parametri di progetto

In progetto l'installazione di tiranti con interasse 2.5 m e capacità di tiro di calcolo pari a 1200 kN.

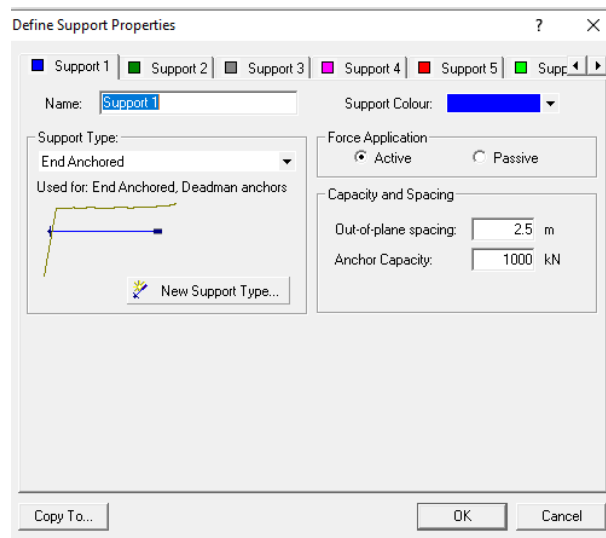


Figura 7-39: Caratteristiche supporto

7.12.2 Modello di calcolo

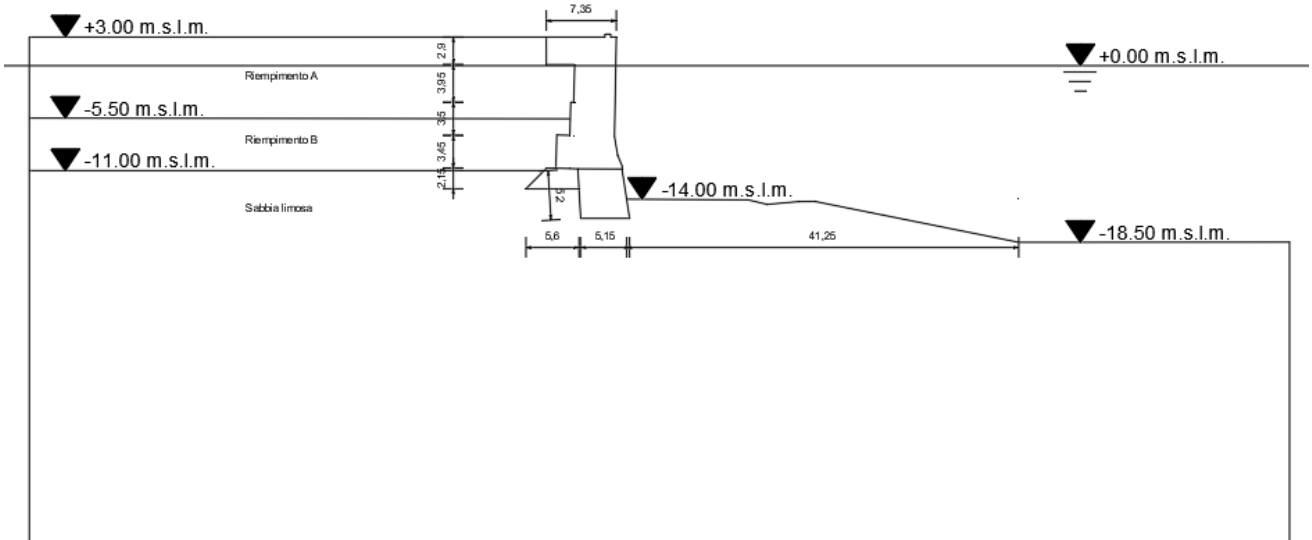


Figura 7-40: Geometria modello

7.12.3 Combinazione 1 / Stato di progetto - Sovraccarico

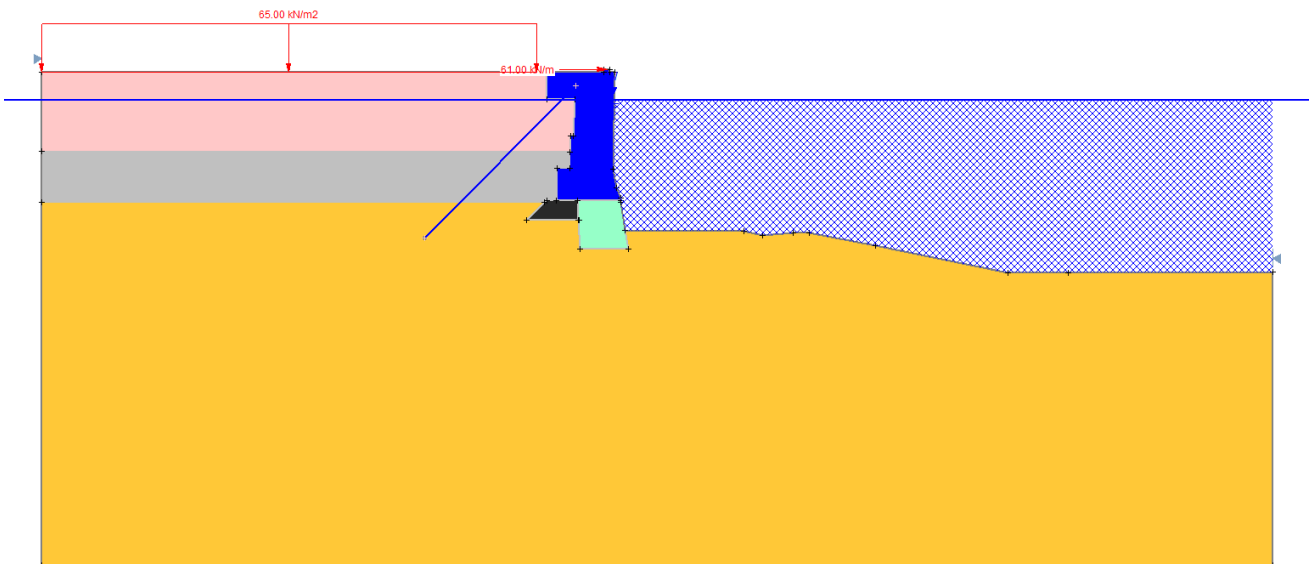


Figura 7-41: Modello di calcolo – Combinazione 1

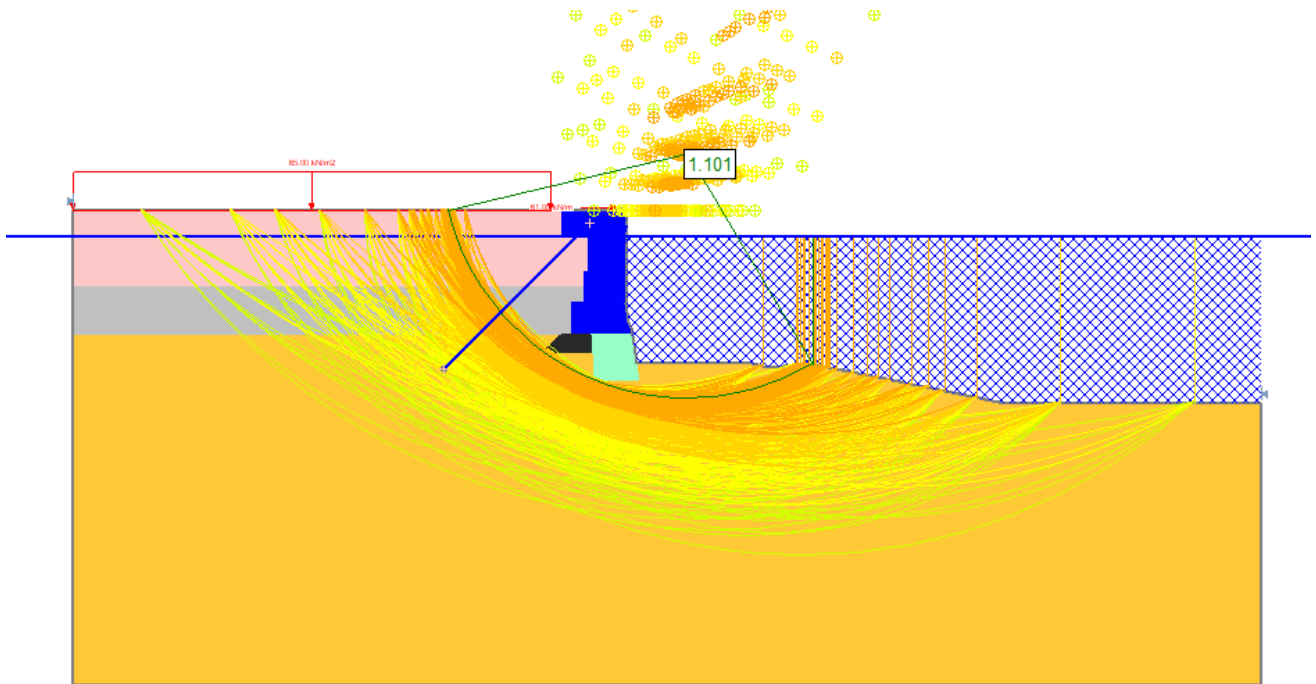


Figura 7-42: Fattore di sicurezza – Combinazione 1

7.12.4 Combinazione 2 / Stato di progetto - Tiro bitta

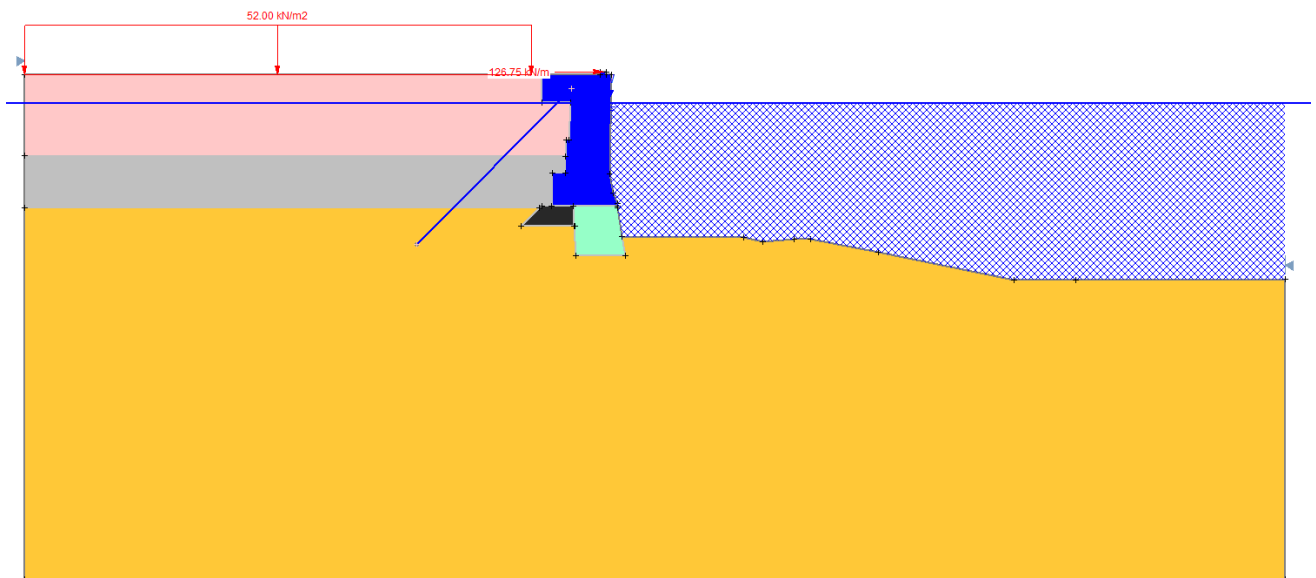


Figura 7-43: Modello di calcolo – Combinazione 2

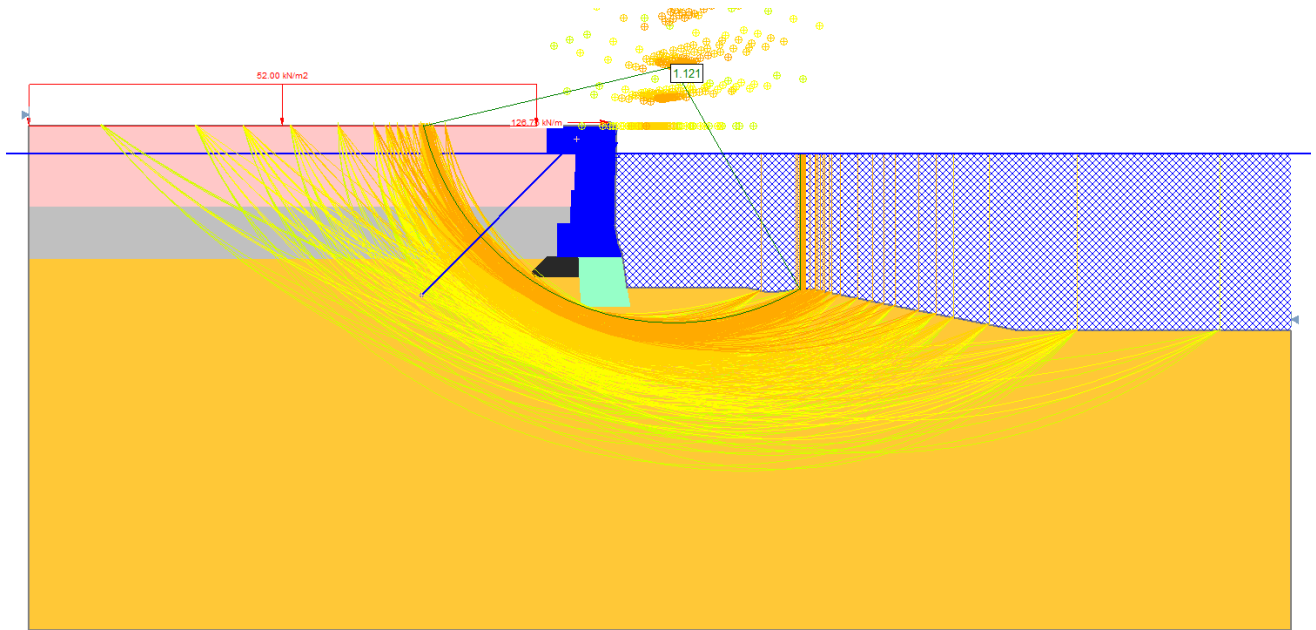


Figura 7-44: Fattore di sicurezza – Combinazione 2

7.12.5 Combinazione 3 / Stato di progetto - Sisma

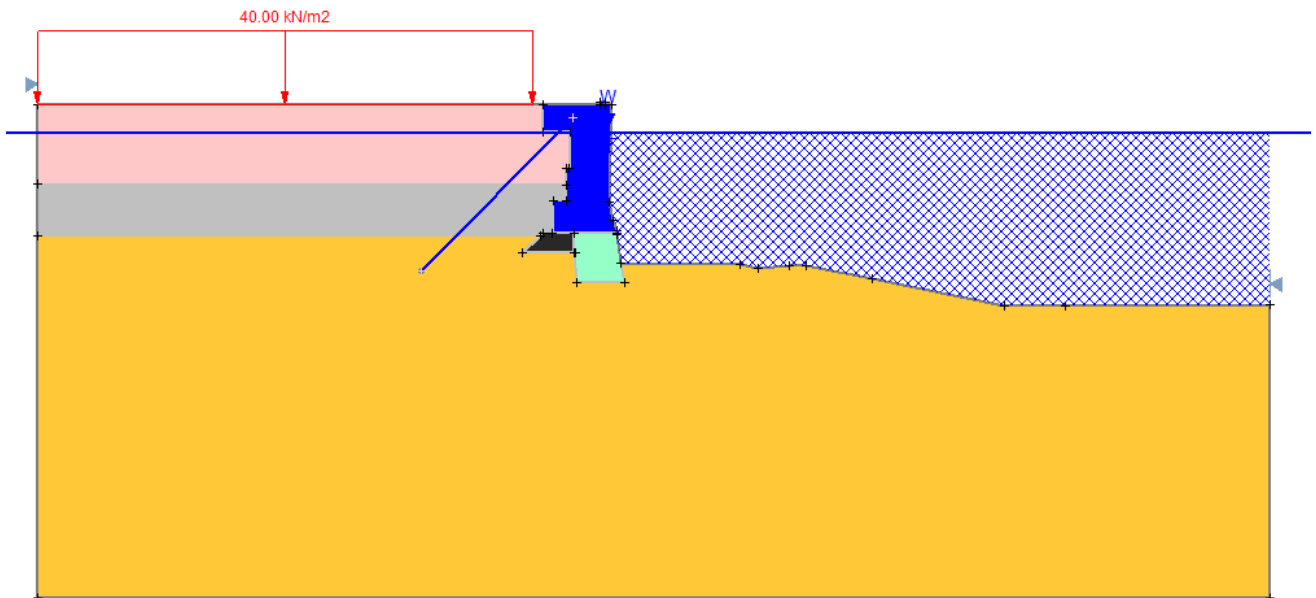


Figura 7-45: Modello di calcolo – Combinazione 3

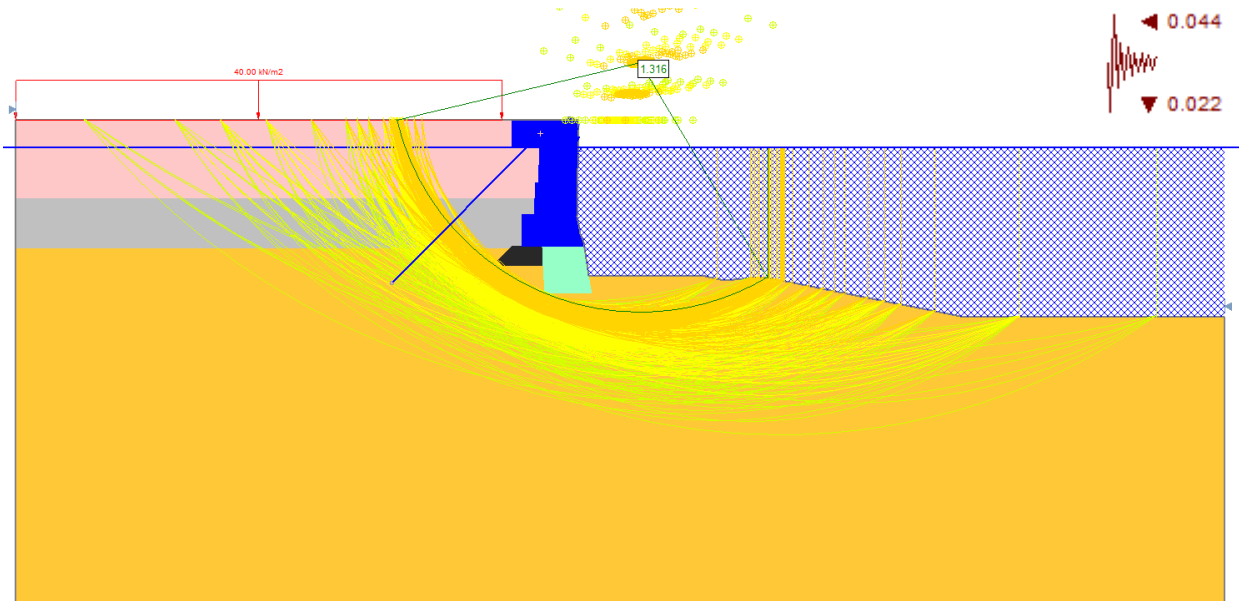


Figura 7-46: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale positivo.

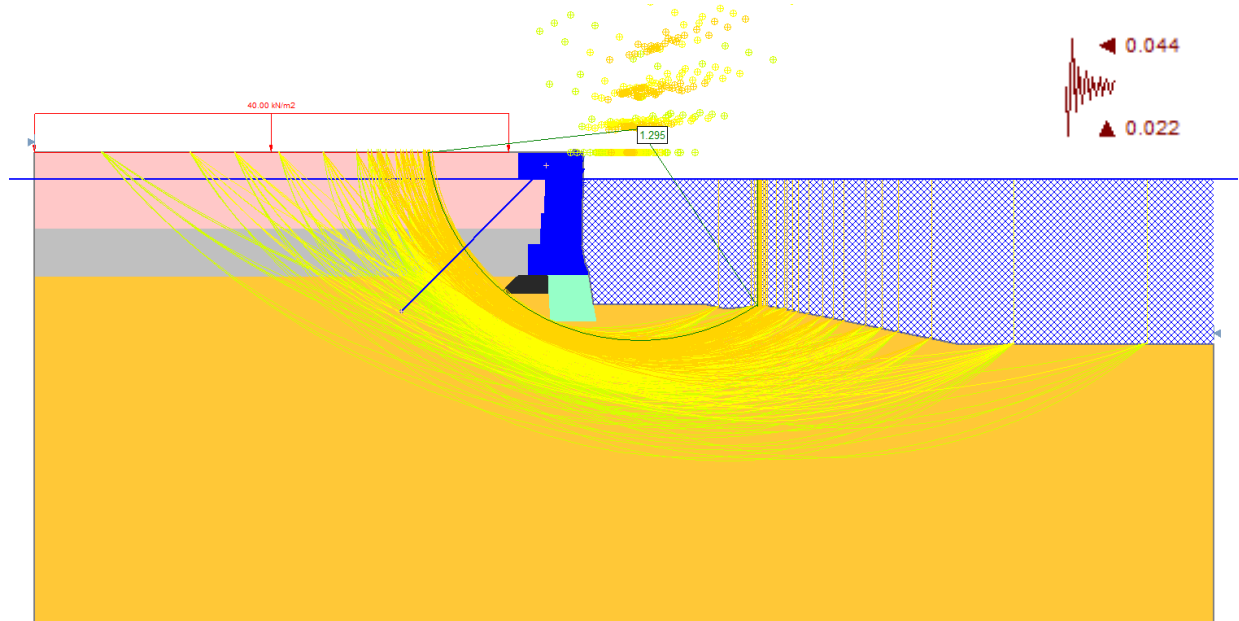
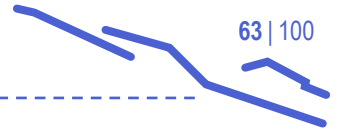


Figura 7-47: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale negativo

7.12.6 Coefficienti di sicurezza

Combinazione	Coefficiente di sicurezza
Combinazione 1 / Sovraccarico	1.101
Combinazione 2 / Tiro bitta	1.121
Combinazione 3 / Sisma verticale positivo	1.316
Combinazione 3 / Sisma verticale negativo	1.295
MINIMO	1.101



7.12.7 Carichi stato di fatto

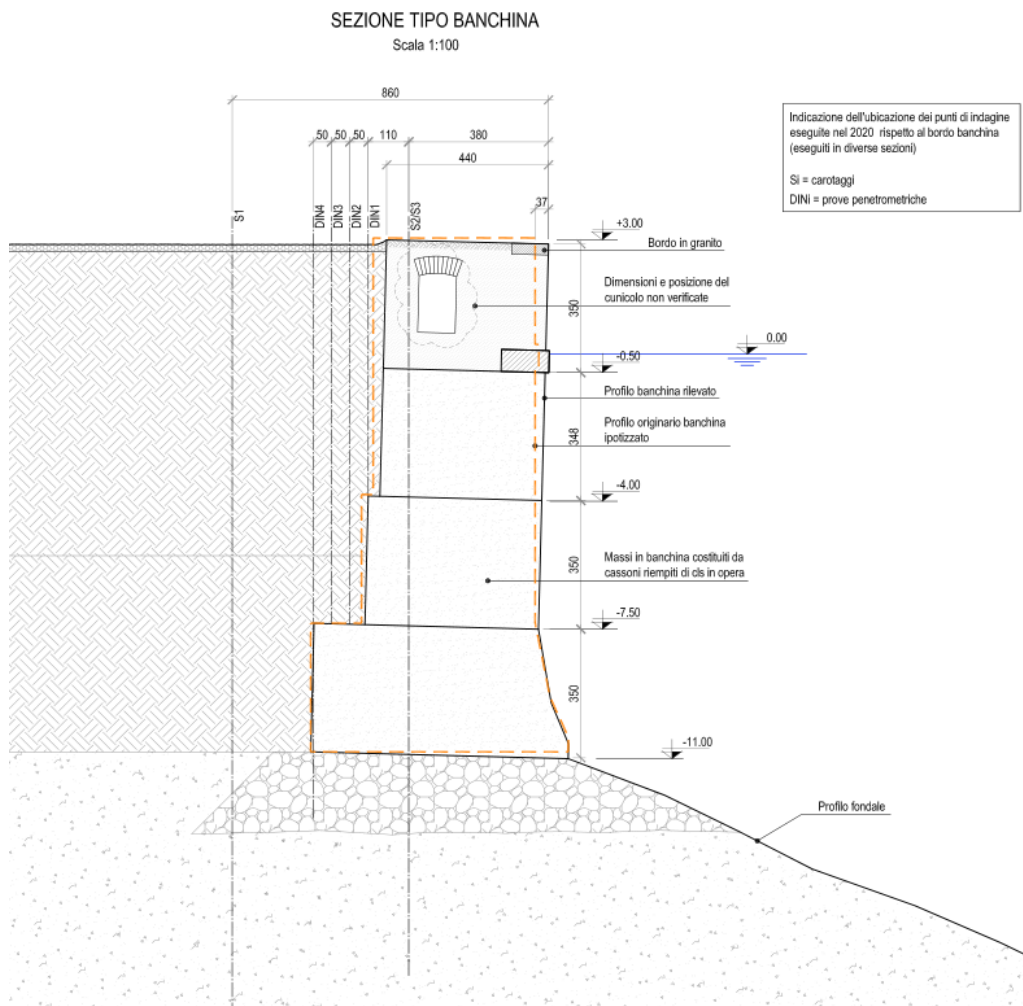
Per le verifiche di stabilità delle banchine di testata esistenti non soggette a nessun intervento sono considerati carichi ricavati dal documento:

- P.3129-R02-L3_(r1).

Si riportano i carichi elementari considerati per le verifiche

- Peso Proprio;
- Sovraccarico = 20 kPa;
- Tiro bitta = 1000 kN, interasse bitte 16 m;
- Sisma orizzontale e verticale

7.12.8 Modello di calcolo



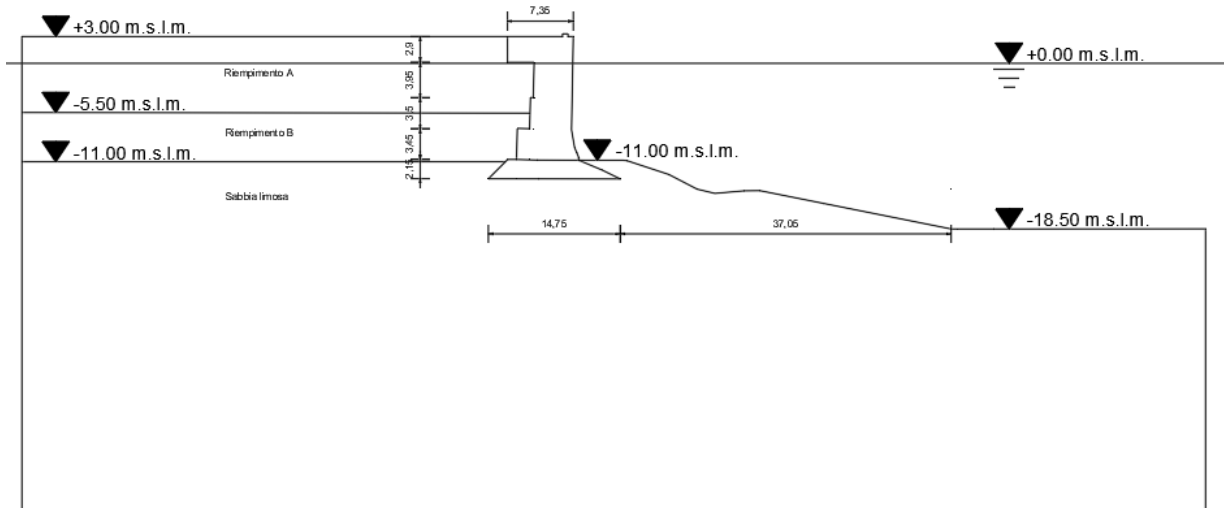


Figura 7-48: Geometria modello

7.12.9 Combinazione 1 / Stato di fatto / Sovraccarico

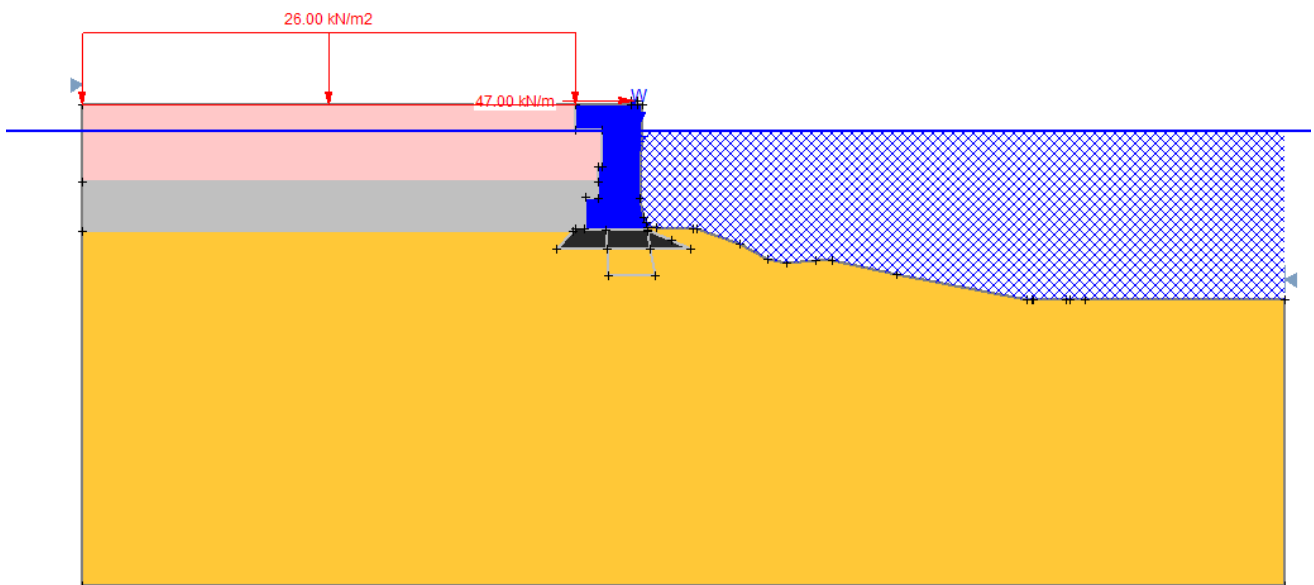


Figura 7-49: Modello di calcolo – Combinazione 1

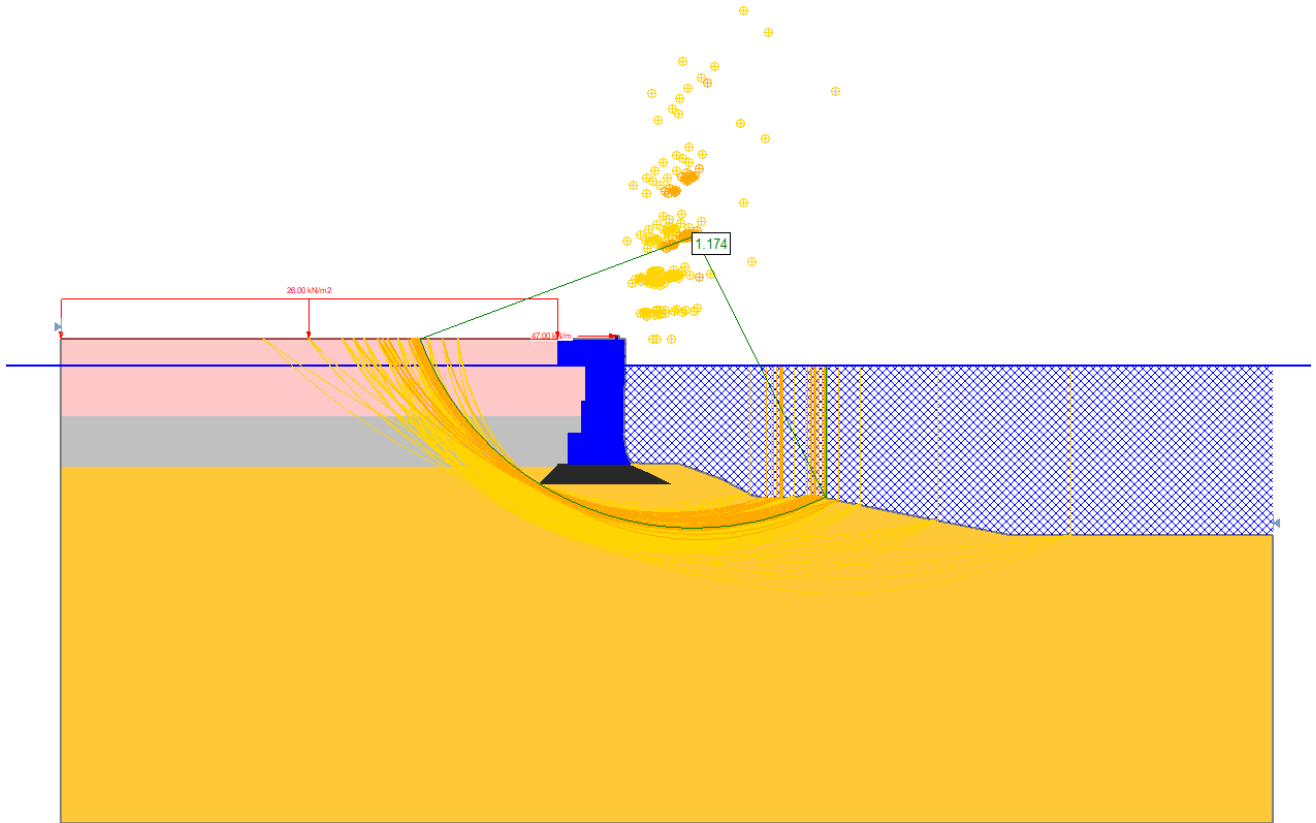


Figura 7-50: Fattore di sicurezza – Combinazione 1

7.12.10 Combinazione 2 / Stato di fatto / Tiro bitta

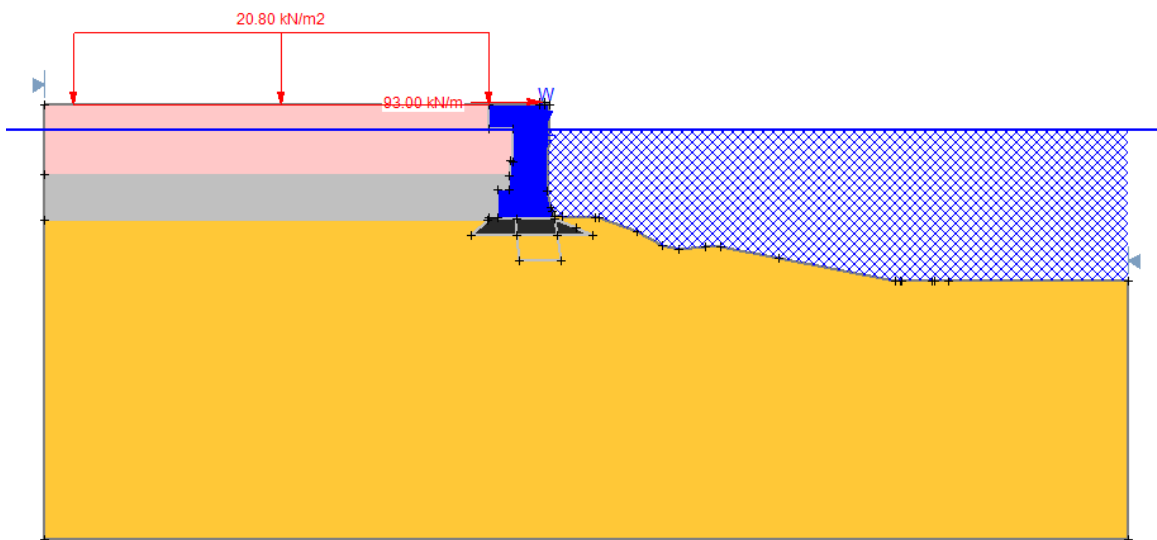


Figura 7-51: Modello di calcolo – Combinazione 2

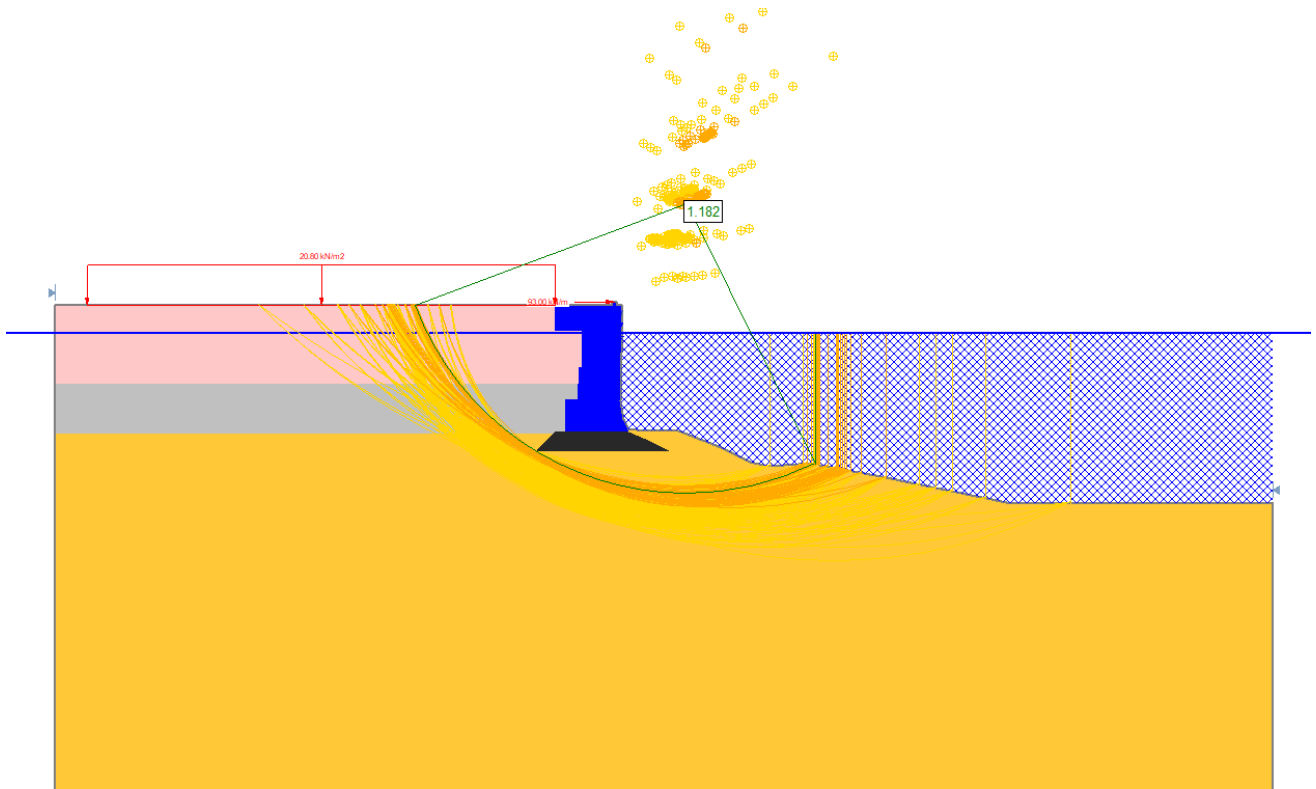


Figura 7-52: Fattore di sicurezza – Combinazione 2

7.12.11 Combinazione 3 / Stato di fatto / Sisma

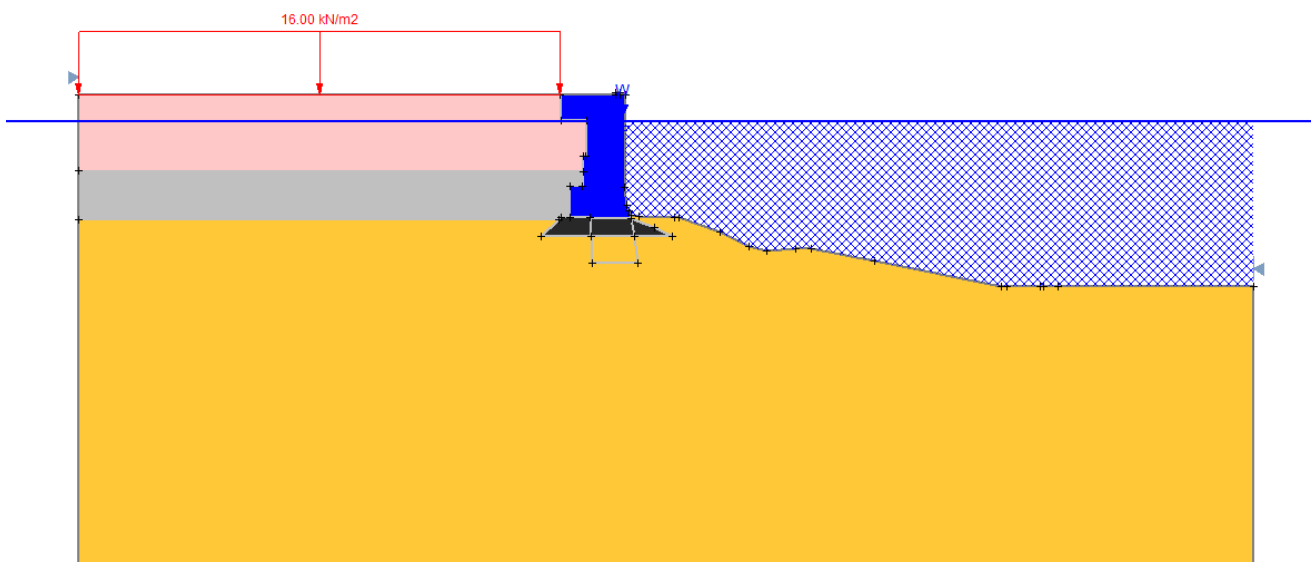


Figura 7-53: Modello di calcolo – Combinazione 3

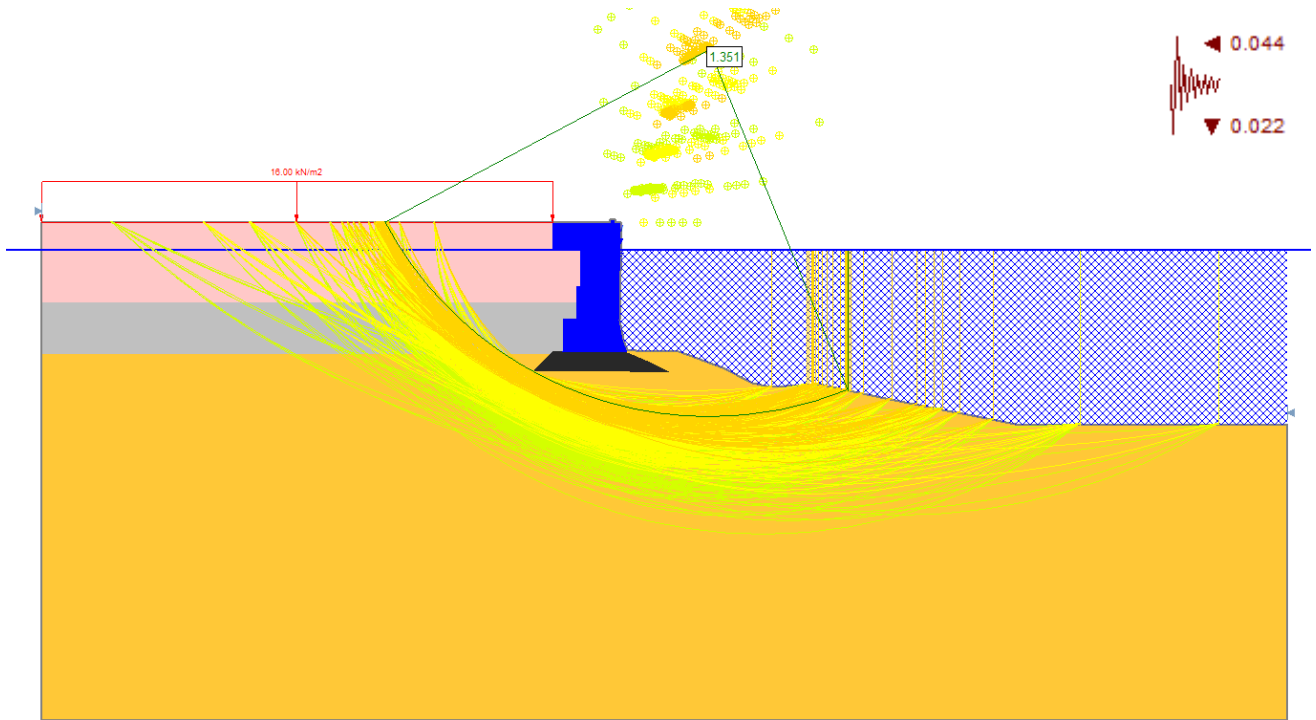


Figura 7-54: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale positivo

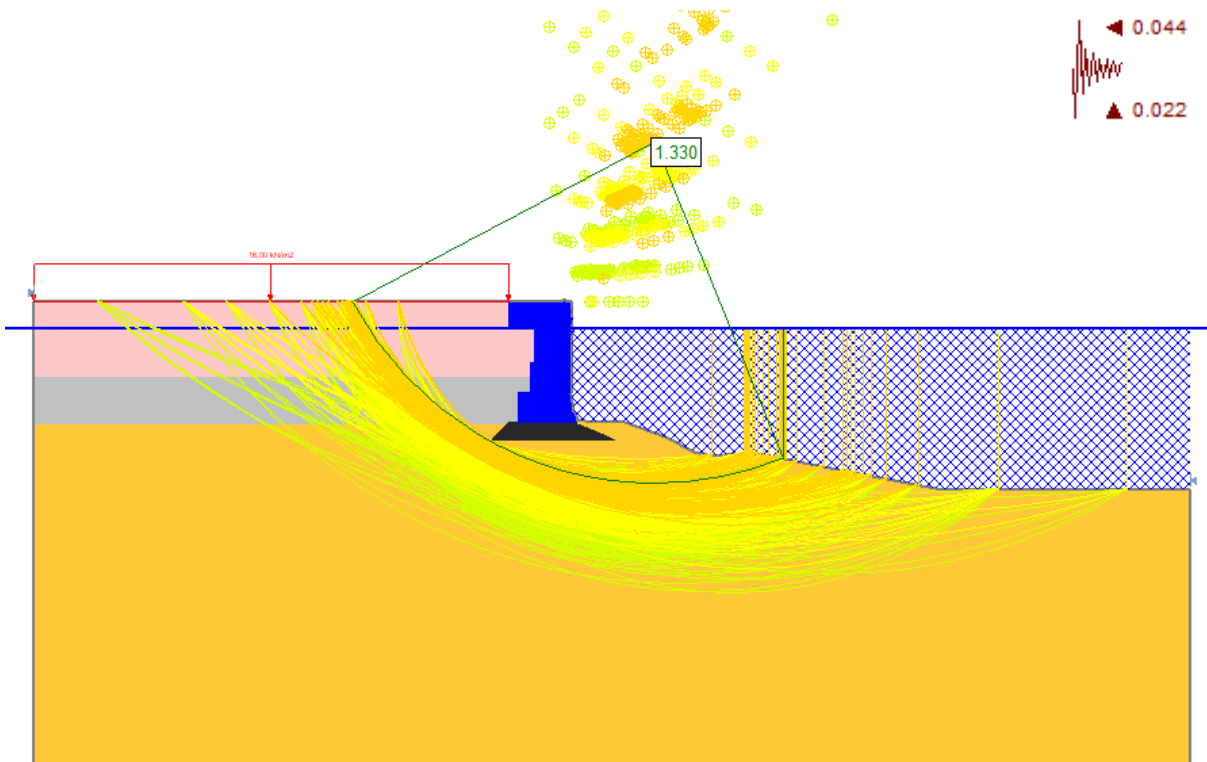
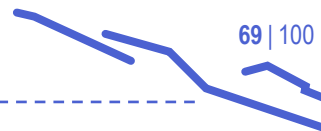


Figura 7-55: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale negativo



7.12.12

Coefficienti di sicurezza

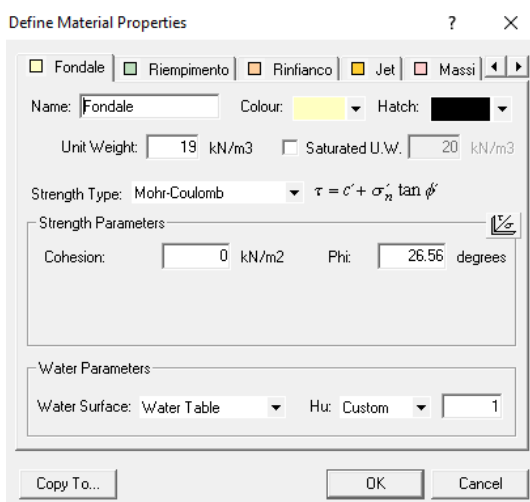
Combinazione	Coefficiente di sicurezza
Combinazione 1 / Sovraccarico	1.174
Combinazione 2 / Tiro bitta	1.182
Combinazione 3 / Sisma verticale positivo	1.351
Combinazione 3 / Sisma verticale negativo	1.330
MINIMO	1.174

7.13 Ponte Ex - Idroscalo – Sezione D

7.13.1 Modello geotecnico

Ponte Ex - Idroscalo	Z _{iniziale}	Z _{finale}	γ_k	c'_k	ϕ_k
Unità	[m.s.l.m.]	[m.s.l.m.]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]
Riempimento	2.8	-13.0	20	0	32
Fondale	-13.0	-	19	0	32

Rinfianco	-	-	20	0	40
-----------	---	---	----	---	----



Define Material Properties

Fondale Riempimento Rinfianco Jet Massi

Name: Fondale Colour: Yellow Hatch: Black

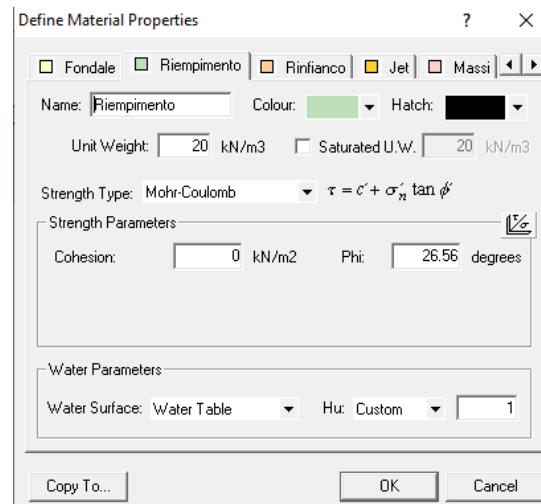
Unit Weight: 19 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_n \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m² Phi: 26.56 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Custom 1

Copy To... OK Cancel



Define Material Properties

Fondale Riempimento Rinfianco Jet Massi

Name: Riempimento Colour: Green Hatch: Black

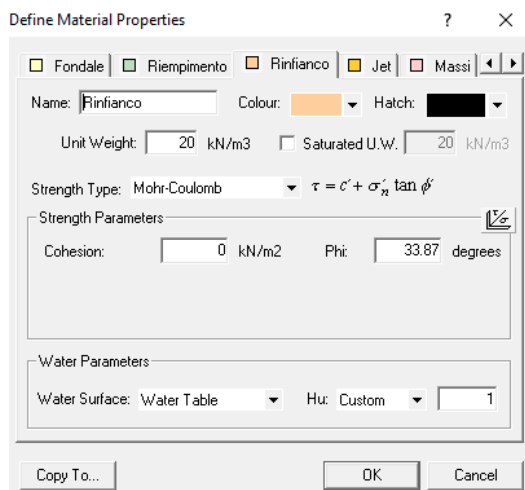
Unit Weight: 20 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_n \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m² Phi: 26.56 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Custom 1

Copy To... OK Cancel



Define Material Properties

Fondale Riempimento Rinfianco Jet Massi

Name: Rinfianco Colour: Orange Hatch: Black

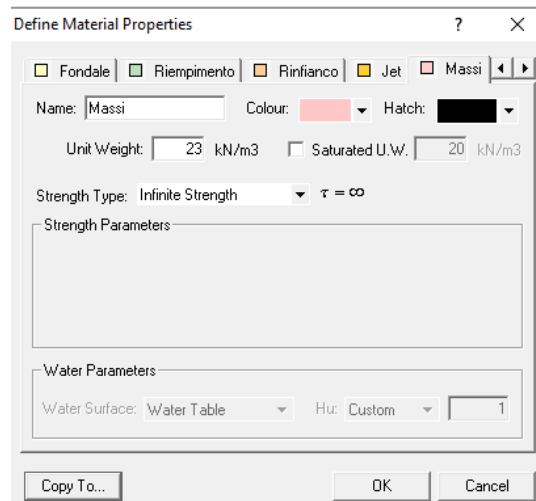
Unit Weight: 20 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_n \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m² Phi: 33.87 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Custom 1

Copy To... OK Cancel



Define Material Properties

Fondale Riempimento Rinfianco Jet Massi

Name: Massi Colour: Red Hatch: Black

Unit Weight: 23 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Infinite Strength $\tau = \infty$

Strength Parameters:

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Custom 1

Copy To... OK Cancel

Figura 7-56: Unità geotecniche – Parametri di progetto

7.13.2 Modello di calcolo

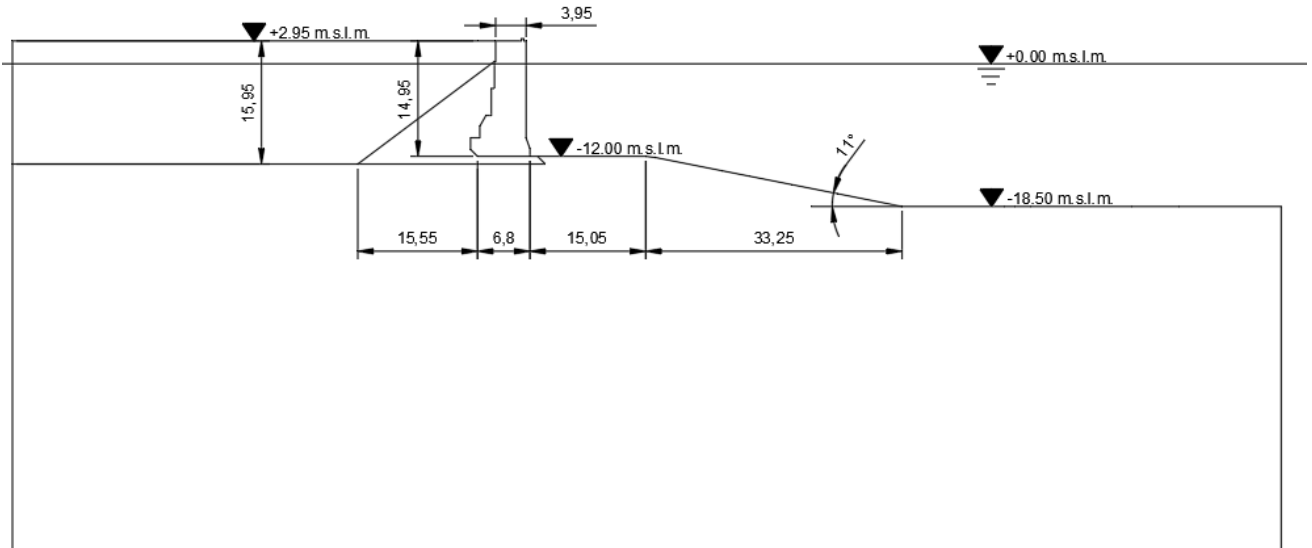


Figura 7-57: Geometria modello

7.13.3 Combinazione 1 / Sovraccarico

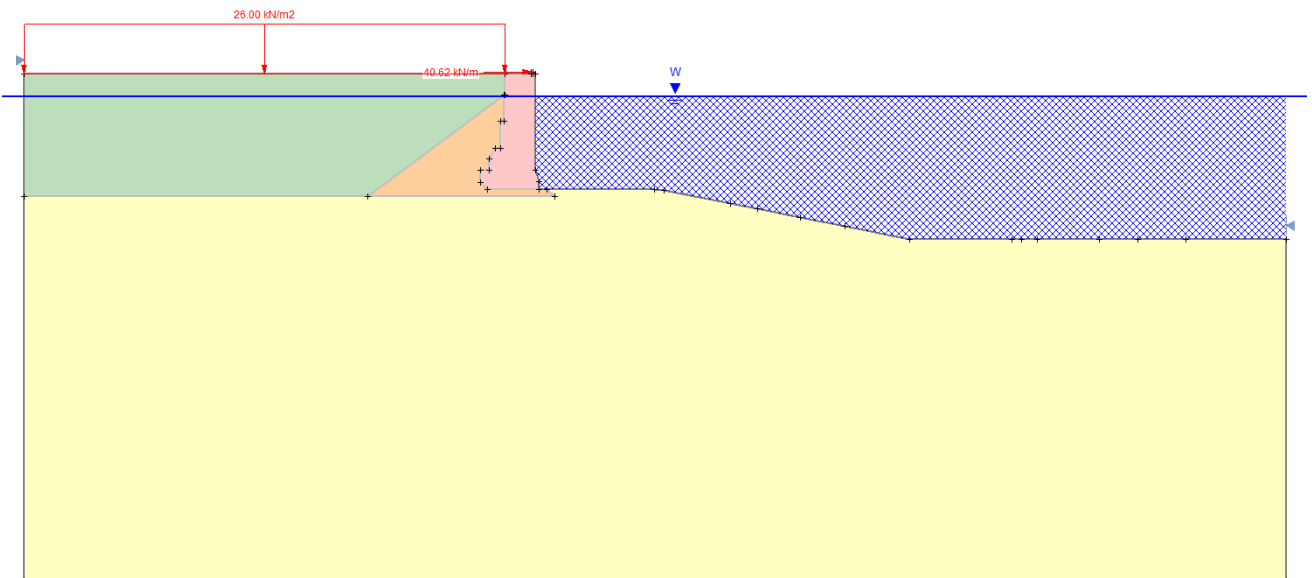


Figura 7-58: Modello di calcolo – Combinazione 1

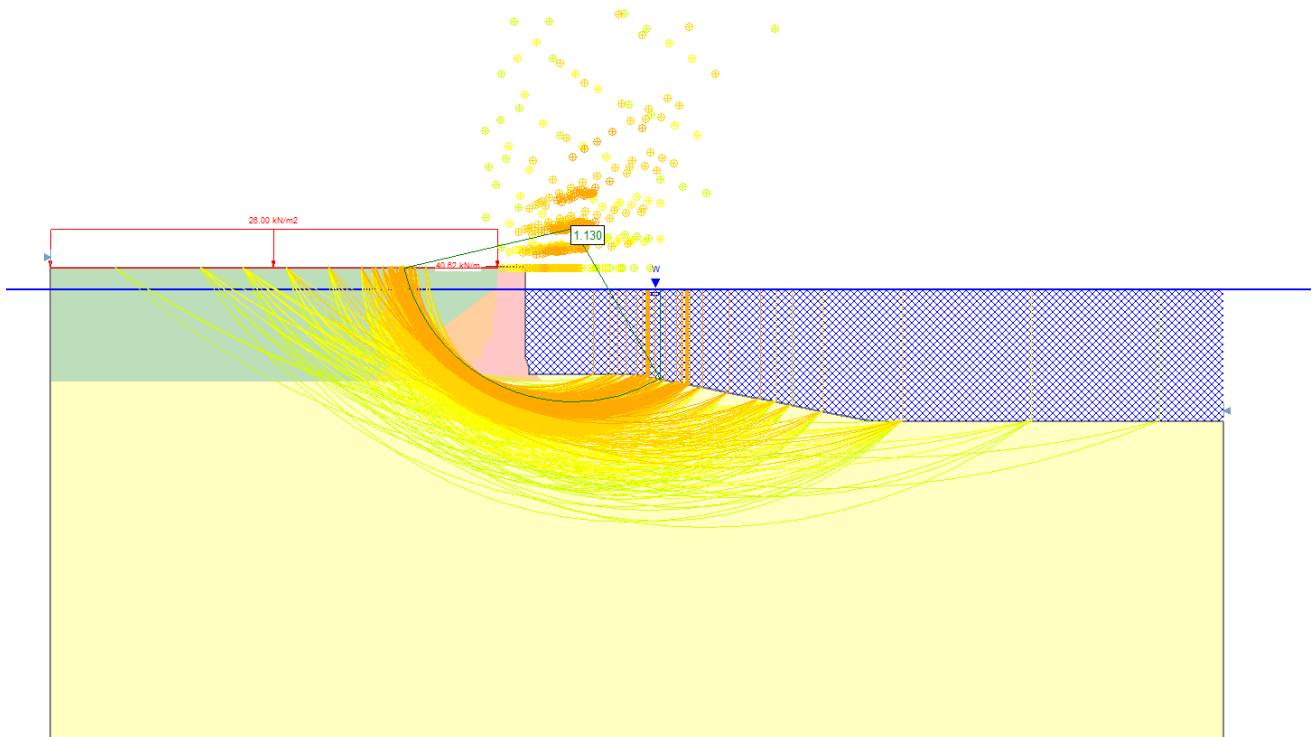


Figura 7-59: Fattore di sicurezza – Combinazione 1

7.13.4 Combinazione 2 / Tiro bitta

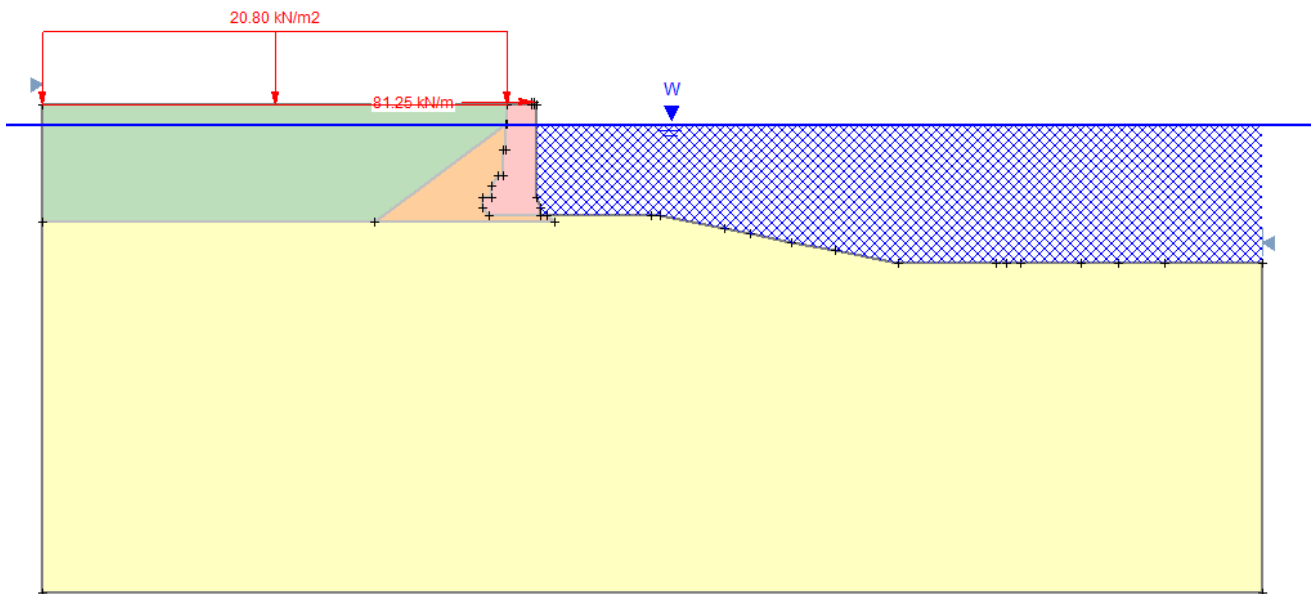


Figura 7-60: Modello di calcolo – Combinazione 2

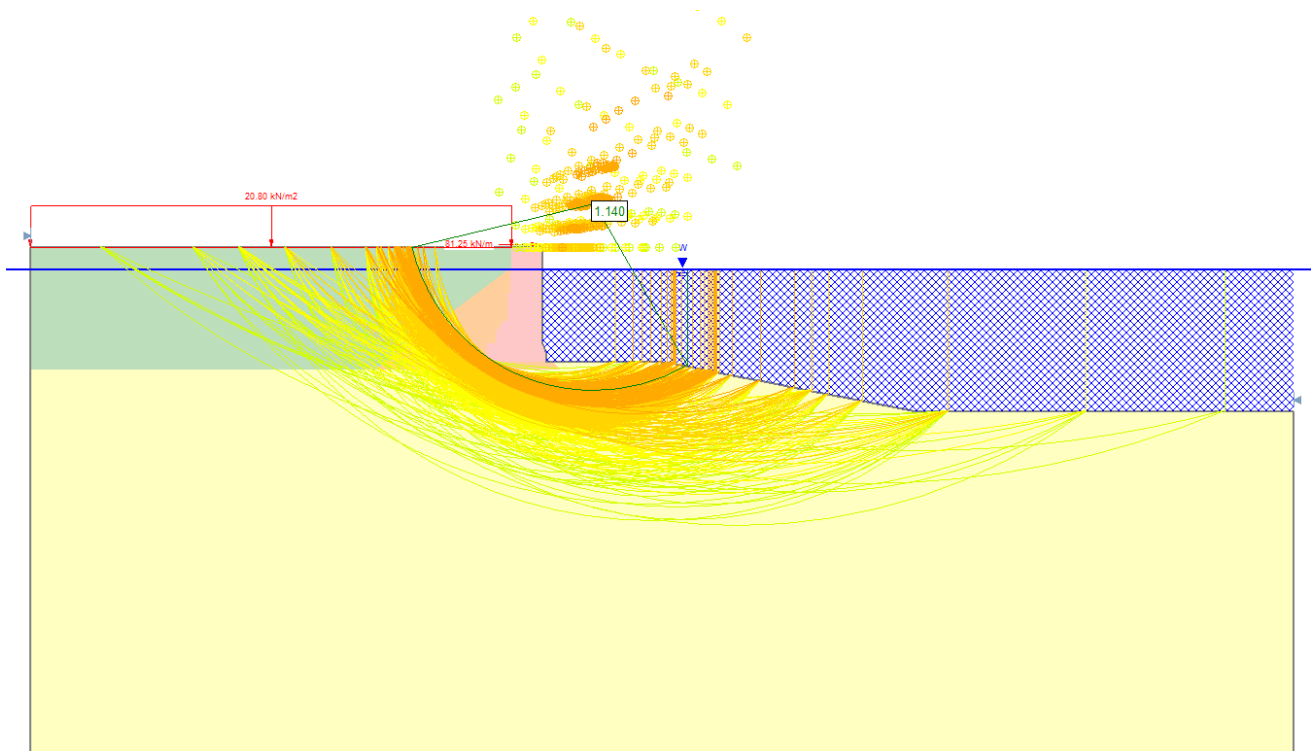
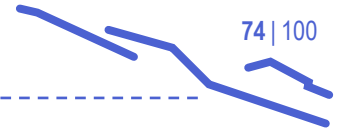


Figura 7-61: Fattore di sicurezza – Combinazione 2



7.13.5 Combinazione 3 / Sisma

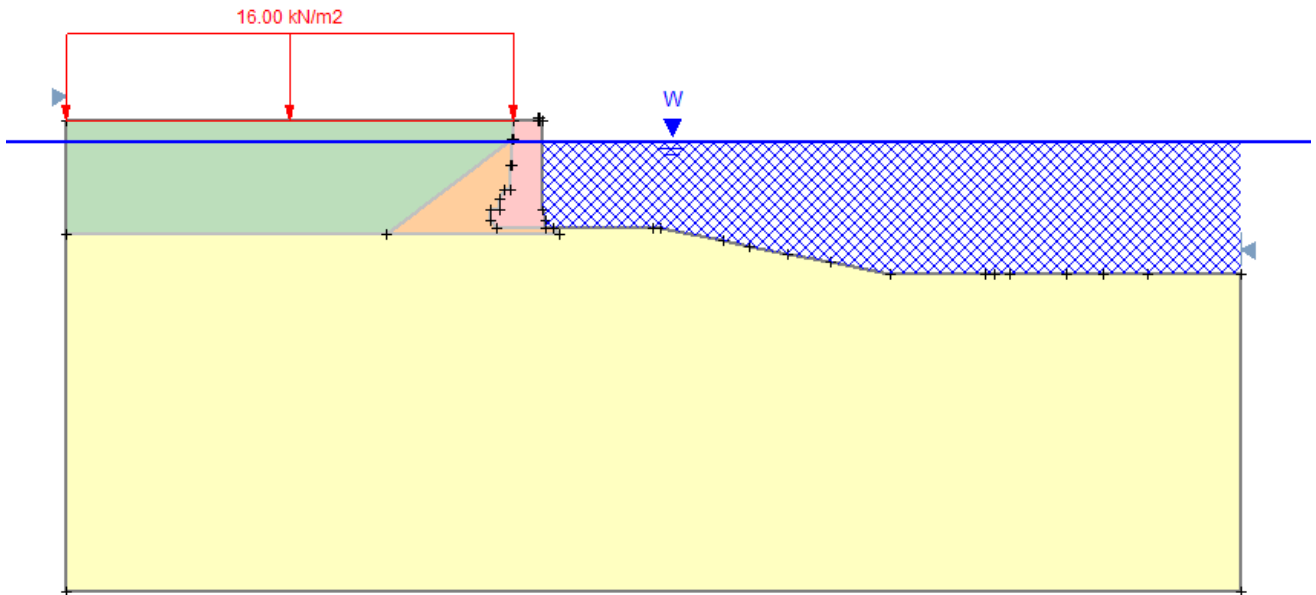


Figura 7-62: Modello di calcolo – Combinazione 3

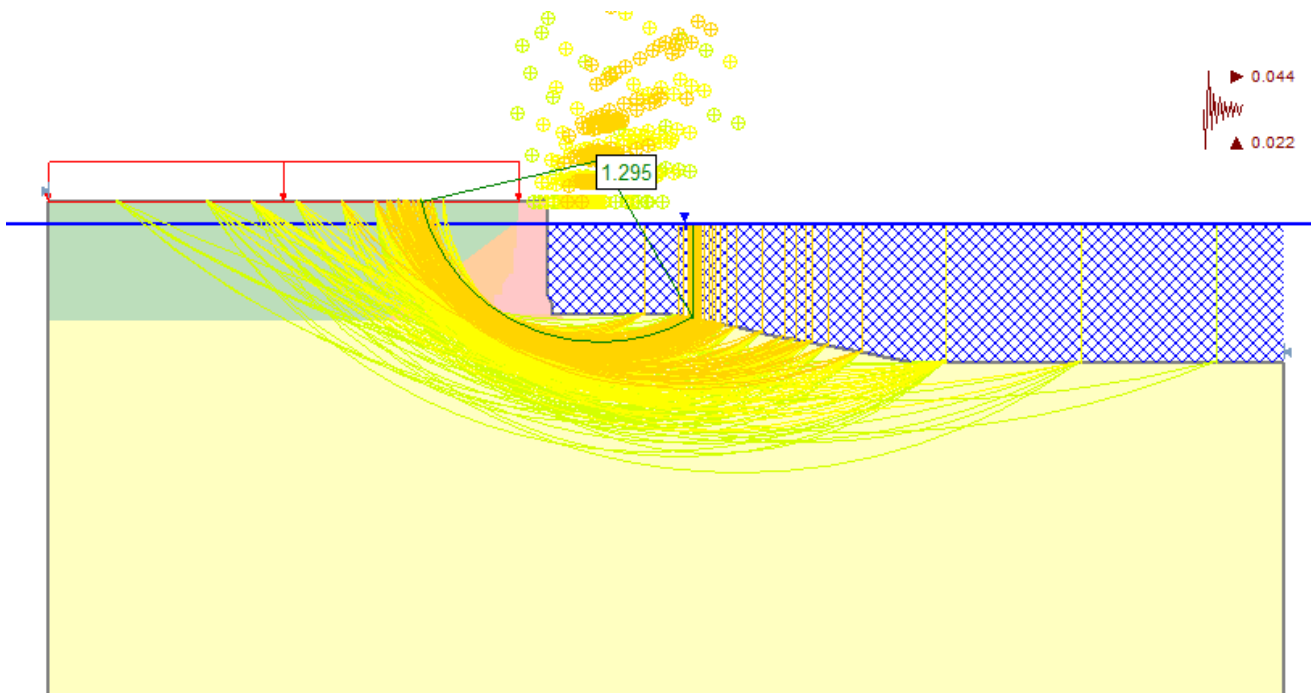


Figura 7-63: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale negativo

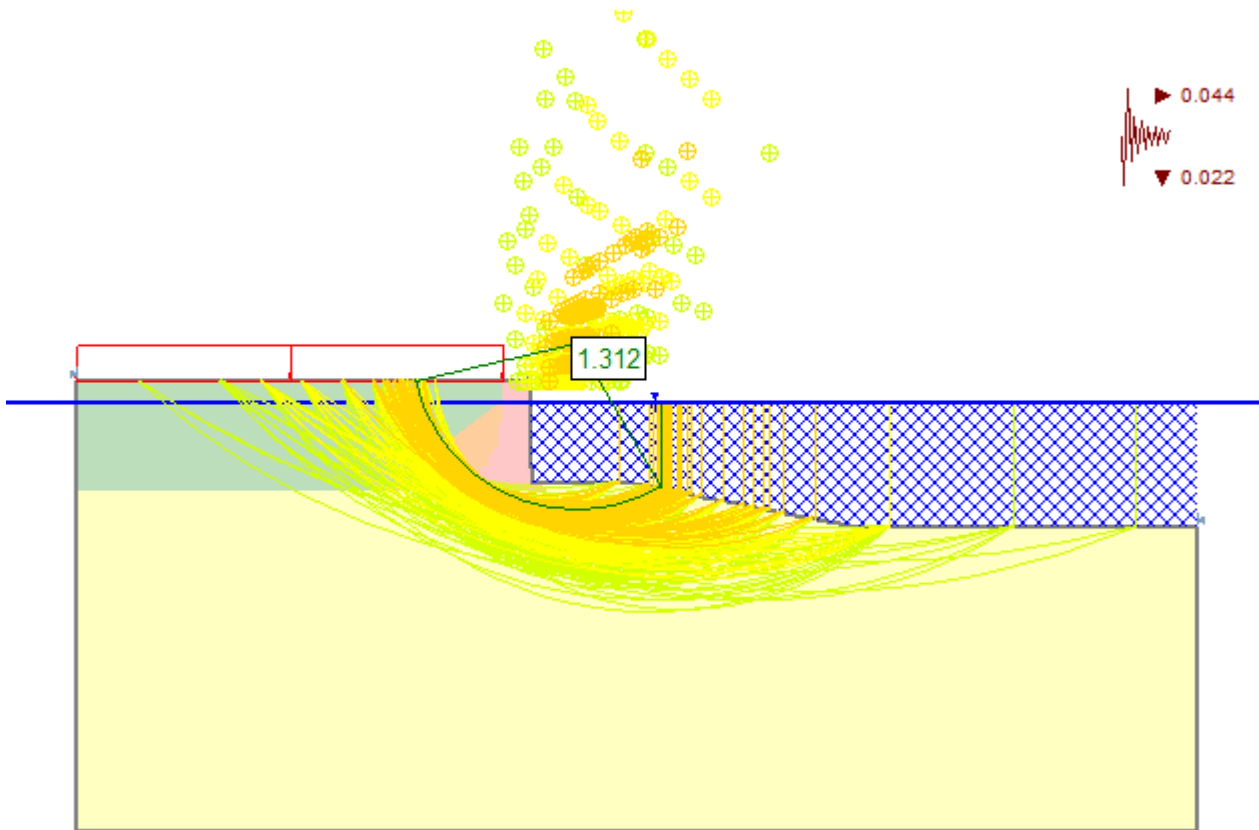
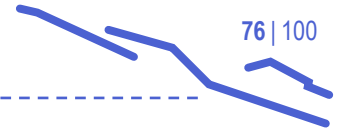


Figura 7-64: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale positivo

7.13.6 Coefficienti di sicurezza

Combinazione	Coefficiente di sicurezza
Combinazione 1 / Sovraccarico	1.130
Combinazione 2 / Tiro bitta	1.140
Combinazione 3 / Sisma verticale positivo	1.315
Combinazione 3 / Sisma verticale negativo	1.295
MINIMO	1.130



7.14 Diga esistente – Sezione E

7.14.1 Modello geotecnico

Diga esistente	γ_k	c'_k	ϕ_k
Unità	[kN/m ³]	[kPa]	[°]
Scogliera	18	0	30
Sabbia limosa	18.5	0	33
Imbasamento	18.5	0	35

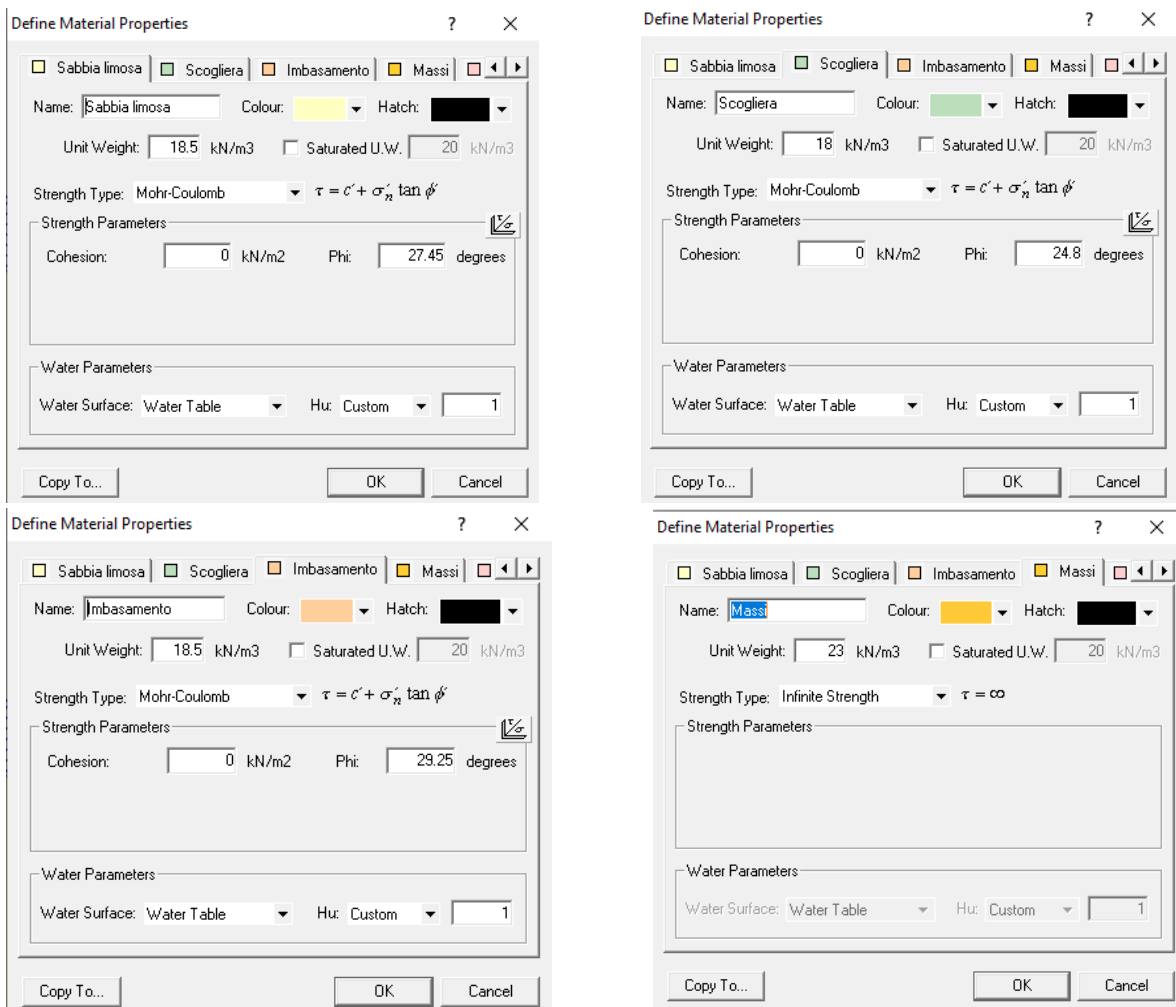


Figura 7-65: Unità geotecniche – Parametri di progetto

7.14.2 Modello di calcolo

Documenti di riferimento:

NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA / Diga esistente
 interessa dall'intervento - sezioni tipo - Tavola 2 di 5 / P3062_E-RI-G-E107_00

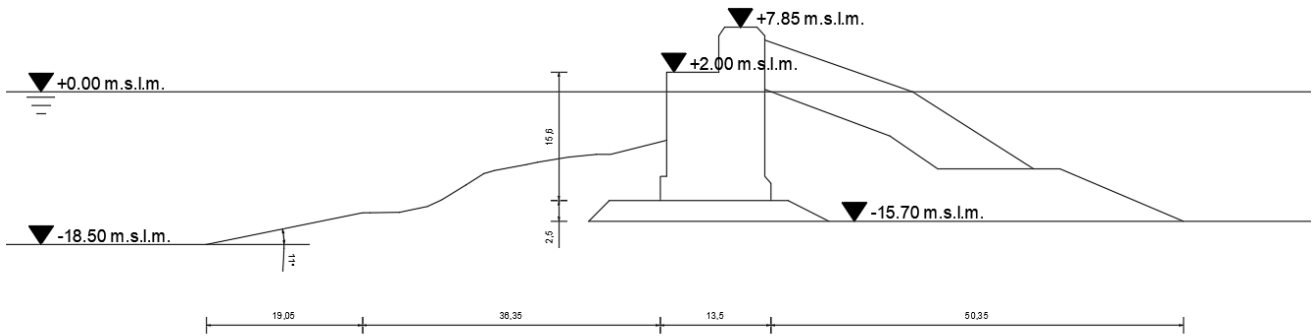


Figura 7-66: Geometria modello

7.14.3 Combinazione 1 / Dragaggio

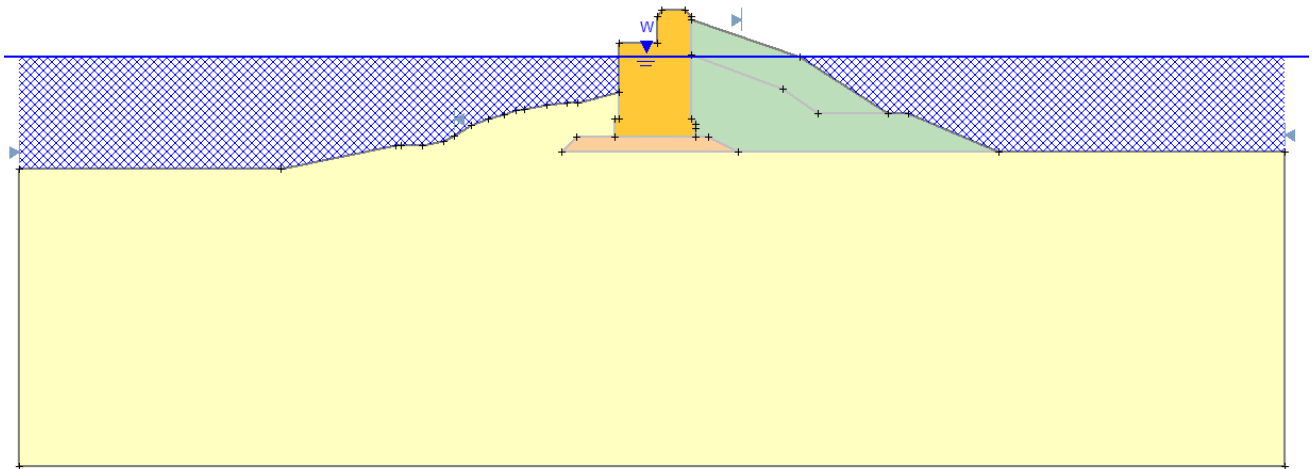


Figura 7-67: Modello di calcolo – Dragaggio -18.5 m.s.l.m.m.

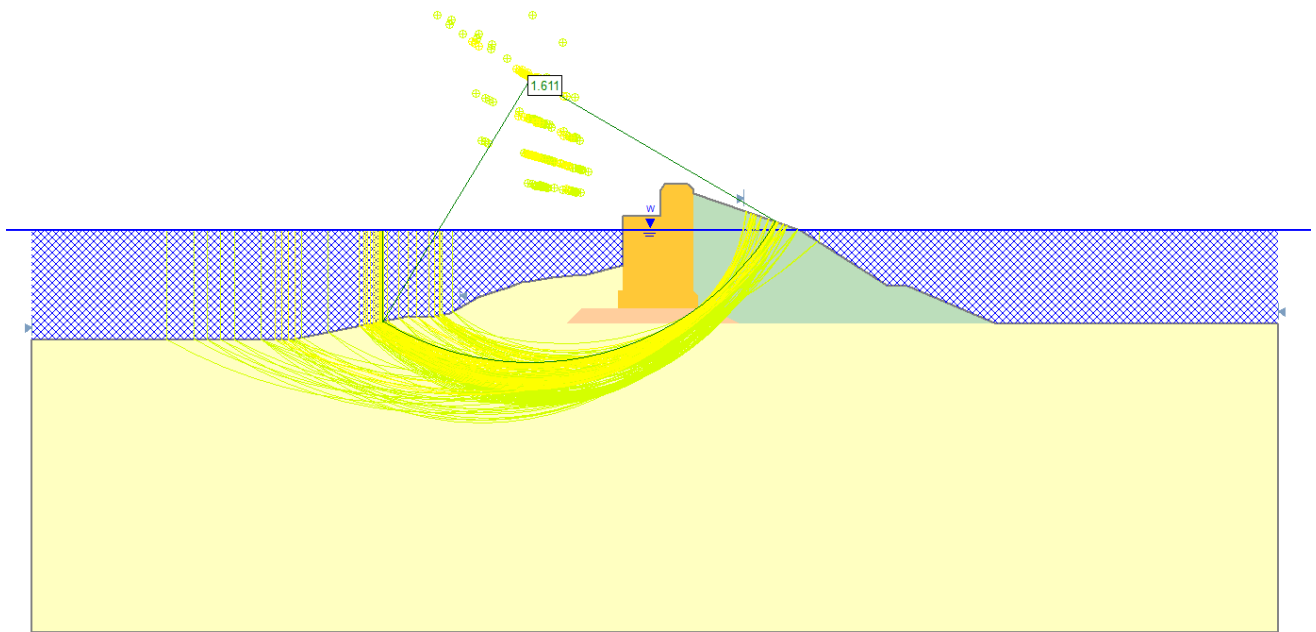


Figura 7-68: Fattore di sicurezza – Dragaggio -18.5 m.s.l.m.m.

7.14.4 Coefficienti di sicurezza

Combinazione	Coefficiente di sicurezza
Combinazione 1 / Dragaggio	1.611

Non è stata considerata l'azione sismica poiché la diga esistente sarà dismessa.

7.15 Diga esistente – Sezione F

7.15.1 Modello geotecnico

Diga esistente	γ_k	c'_k	ϕ_k
Unità	[kN/m ³]	[kPa]	[°]
Scogliera	18	0	30
Sabbia limosa	18.5	0	33
Imbasamento	18.5	0	35

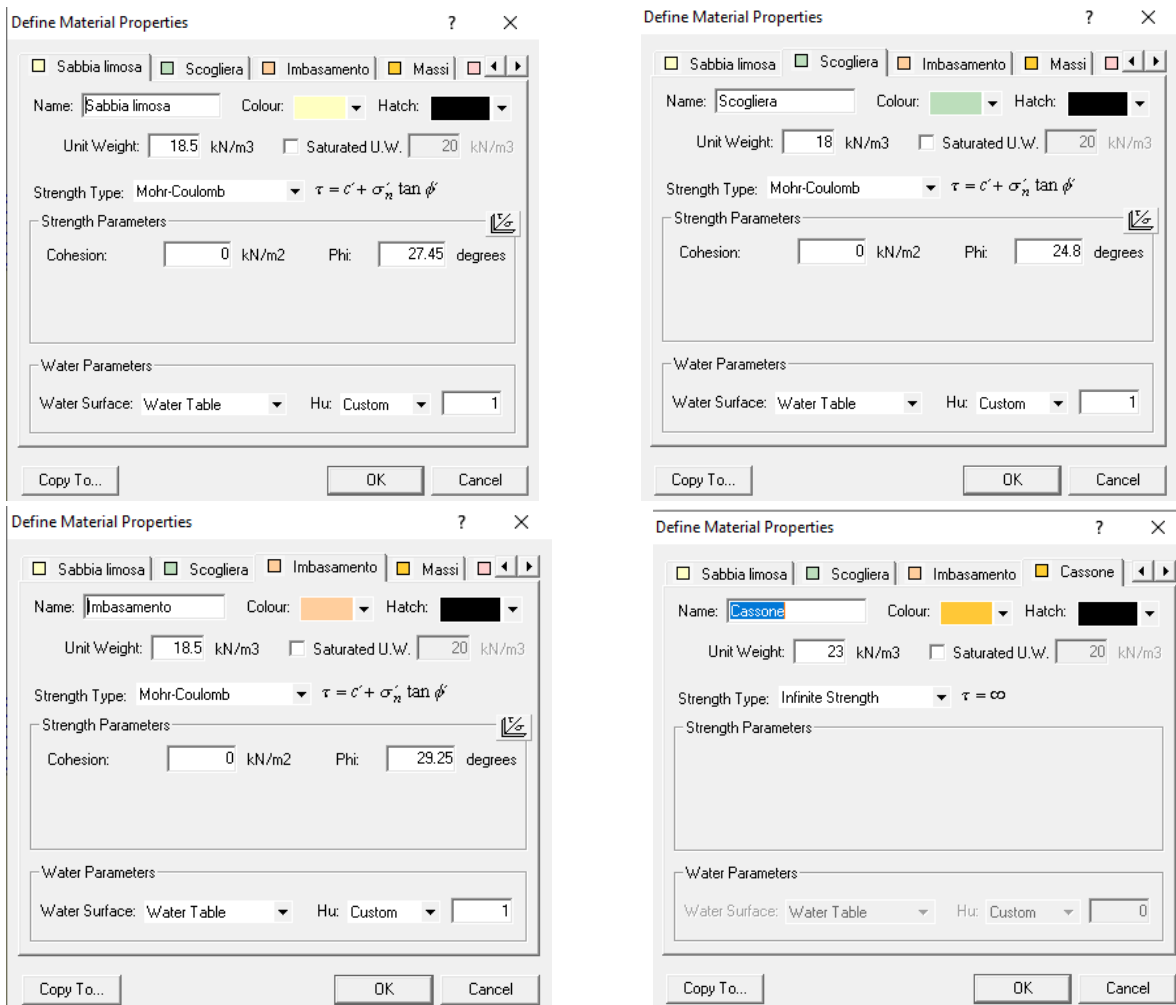


Figura 7-69: Unità geotecniche – Parametri di progetto

7.15.2 Modello di calcolo

Documenti di riferimento:

NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA / Diga esistente interessa dall'intervento - sezioni tipo - Tavola 3 di 5 / P3062_E-RI-G-E108_00

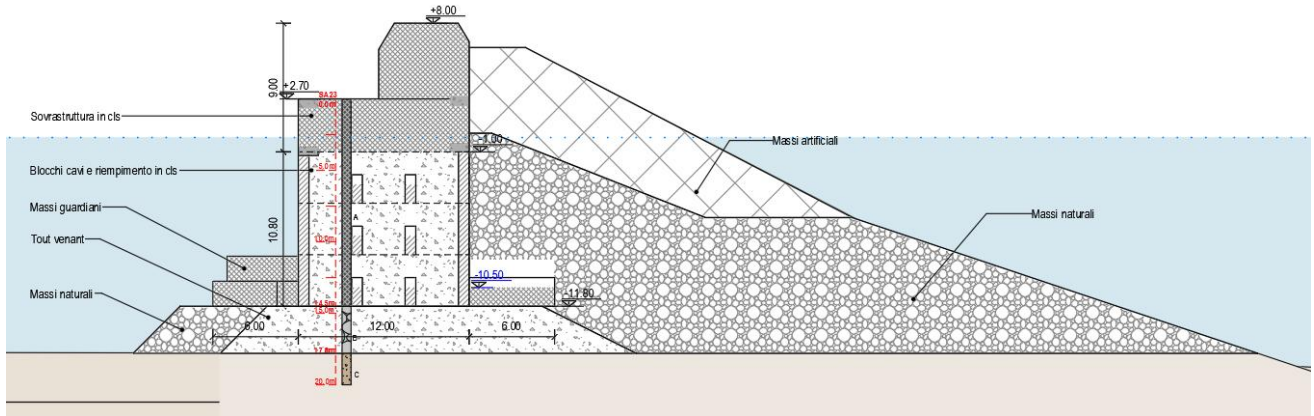


Figura 7-70: Sezione di riferimento D-E_4

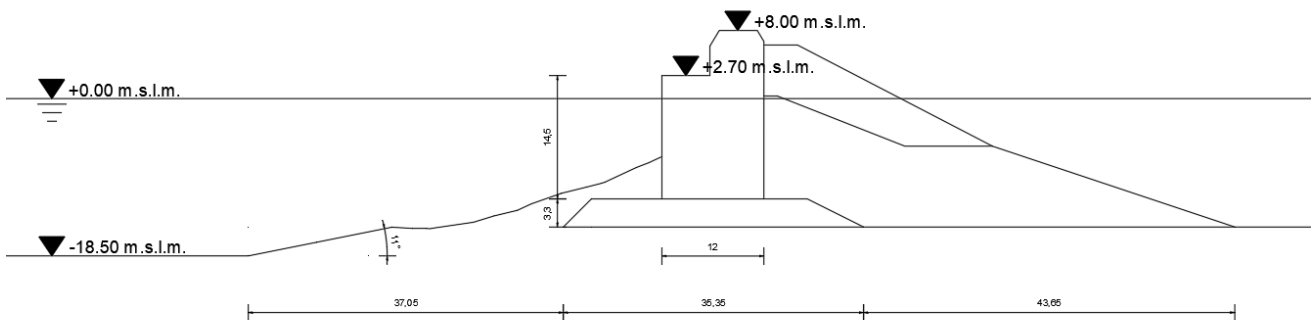


Figura 7-71: Geometria modello

7.15.3 Combinazione 1 / Dragaggio

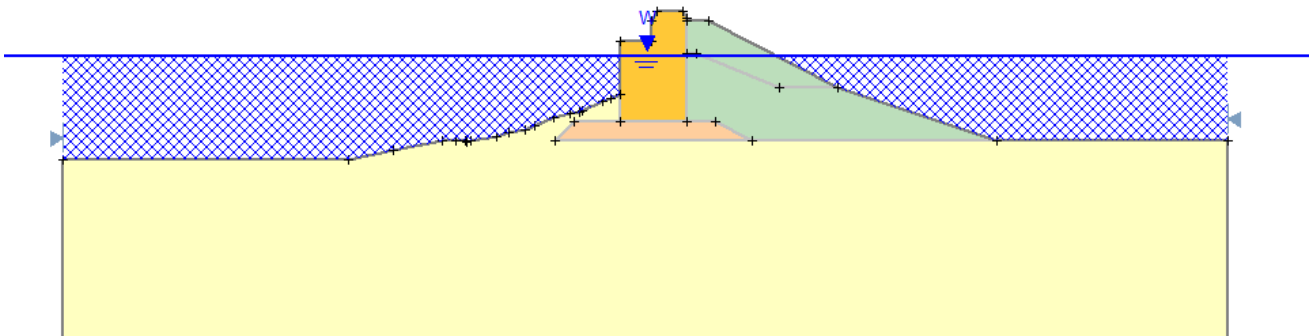


Figura 7-72: Modello di calcolo – Dragaggio -18.5 m.s.l.m.m.

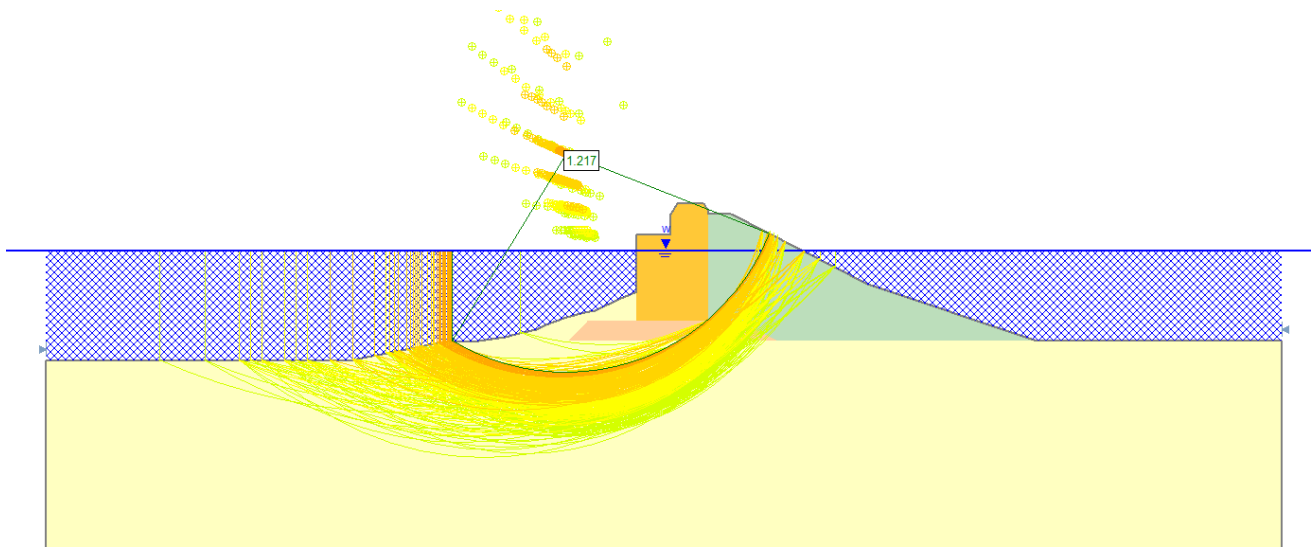


Figura 7-73: Fattore di sicurezza – Dragaggio -18.5 m.s.l.m.m.

7.15.4 Coefficienti di sicurezza

Combinazione	Coefficiente di sicurezza
Combinazione 1 / Dragaggio	1.217

Non è stata considerata l'azione sismica poiché la diga esistente sarà dismessa.

7.16 Ponte Etiopia – Sezione G

7.16.1 Modello geotecnico

Ponte Etiopia	Z _{iniziale}	Z _{finale}	γ_k	c'_k	ϕ_k
Unità	[m.s.l.m.]	[m.s.l.m.]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]
Riempimento	2.8	-12.0	20	0	32
Fondale	-12.0	-	19	0	32

Jet	-	-	20	2800	32
Rinfianco	-	-	20	0	40

Define Material Properties

Fondale Riempimento Rinfianco Jet Massi

Name: Fondale Colour: Yellow Hatch: Black

Unit Weight: 19 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_{zz} \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m² Phi: 26.56 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Custom 1

Copy To... OK Cancel

Define Material Properties

Fondale Riempimento Rinfianco Jet Massi

Name: Riempimento Colour: Green Hatch: Black

Unit Weight: 20 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_{zz} \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m² Phi: 26.56 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Custom 1

Copy To... OK Cancel

Define Material Properties

Fondale Riempimento Rinfianco Jet Massi

Name: Rinfianco Colour: Orange Hatch: Black

Unit Weight: 20 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_{zz} \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m² Phi: 33.87 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Custom 1

Copy To... OK Cancel

Define Material Properties

Fondale Riempimento Rinfianco Jet Massi

Name: Jet Colour: Yellow Hatch: Black

Unit Weight: 20 kN/m³ Saturated U.W.: 20 kN/m³

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_{zz} \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 2248 kN/m² Phi: 26.56 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Custom 1

Copy To... OK Cancel

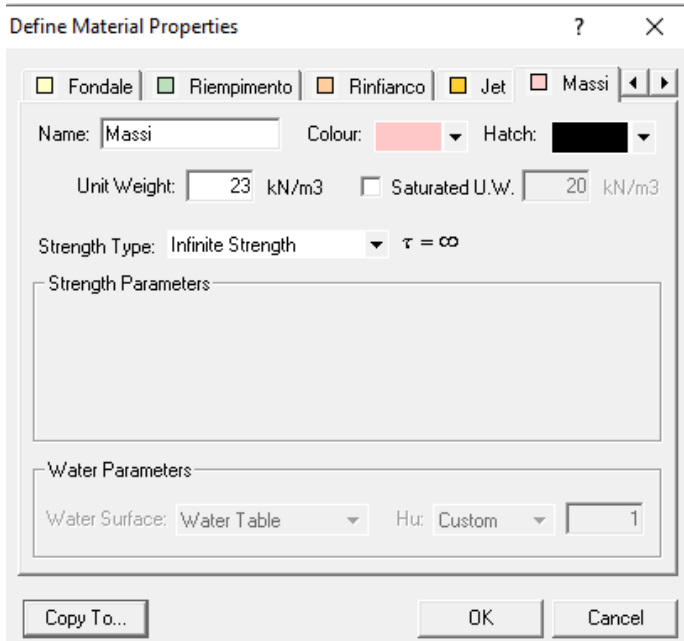


Figura 7-74: Unità geotecniche – Parametri di progetto

7.16.2 Modello di calcolo

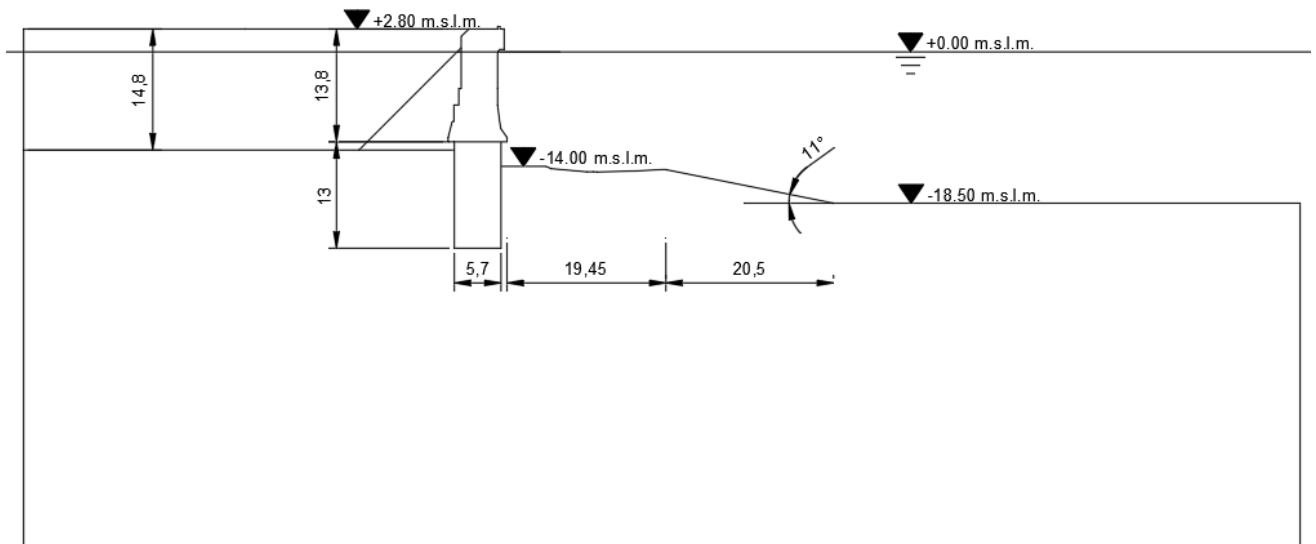
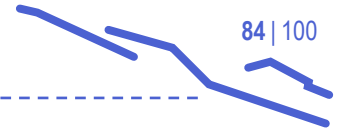


Figura 7-75: Geometria modello



7.16.3 Combinazione 1 / Sovraccarico

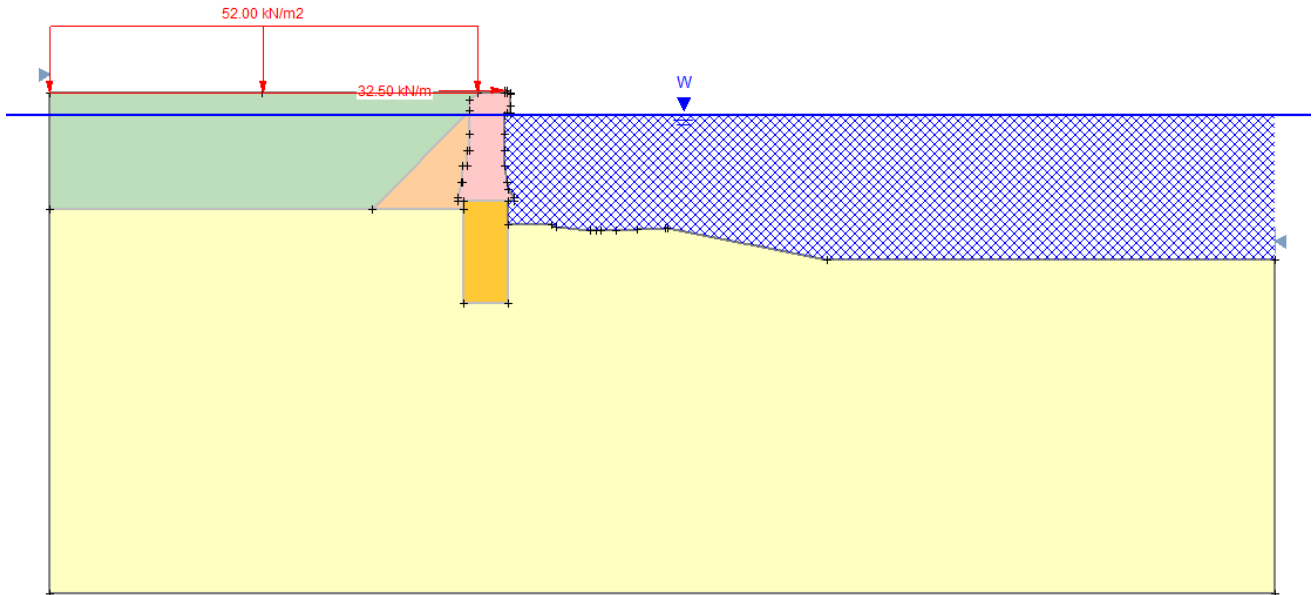


Figura 7-76: Modello di calcolo – Combinazione 1

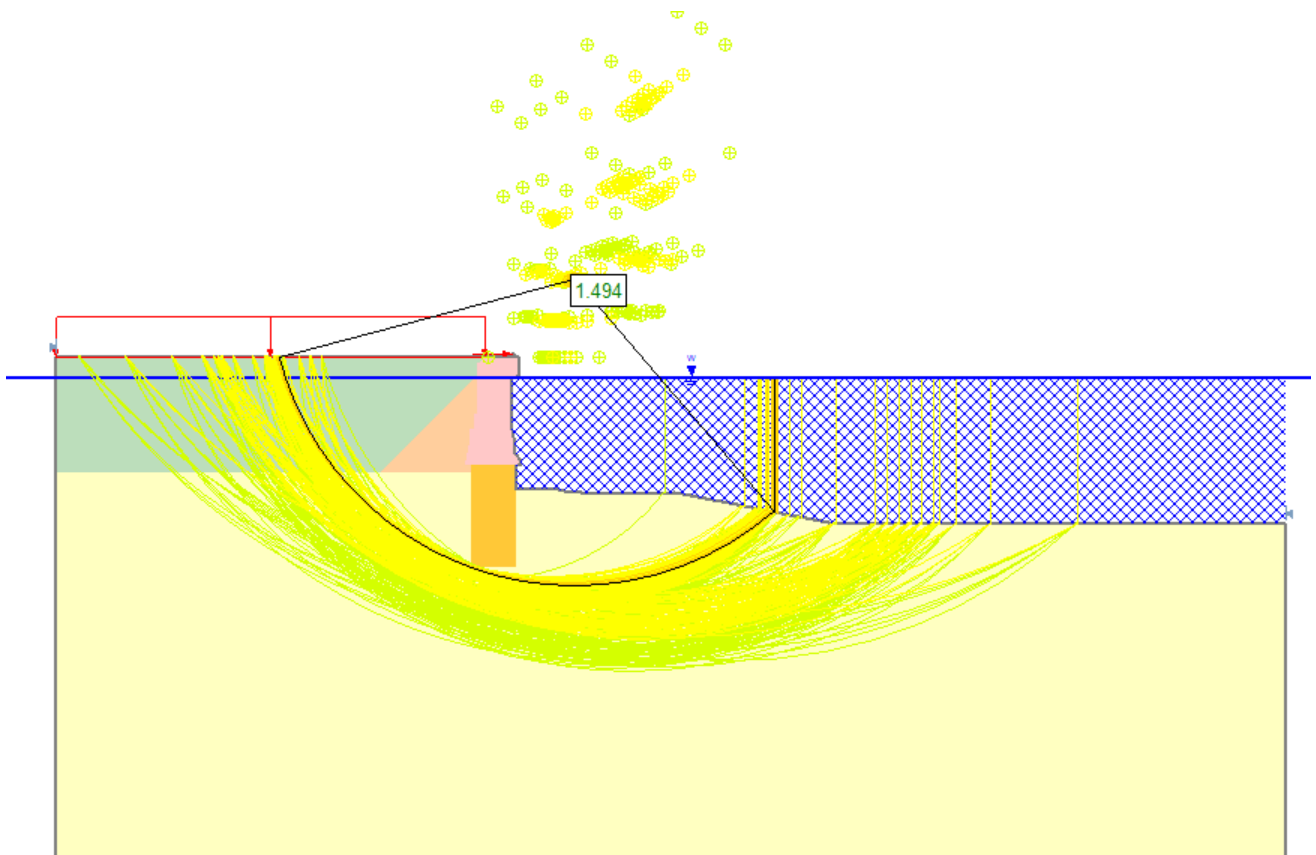
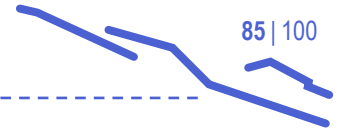


Figura 7-77: Fattore di sicurezza – Combinazione 1



7.16.4 Combinazione 2 / Tiro bitta

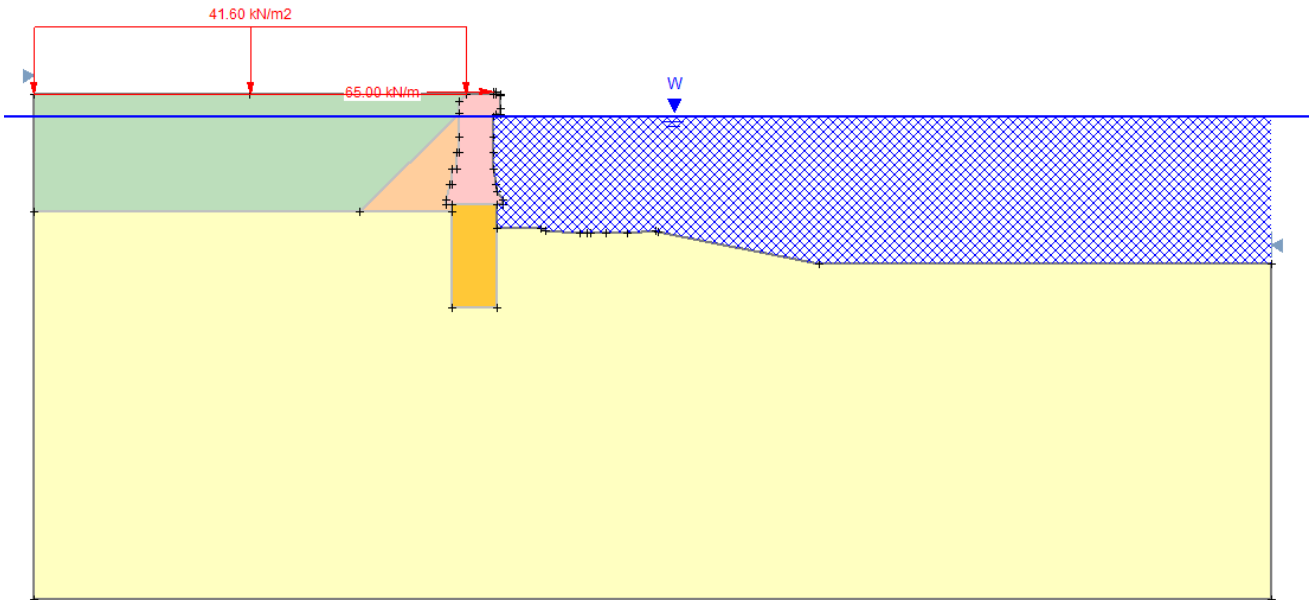


Figura 7-78: Modello di calcolo – Combinazione 2

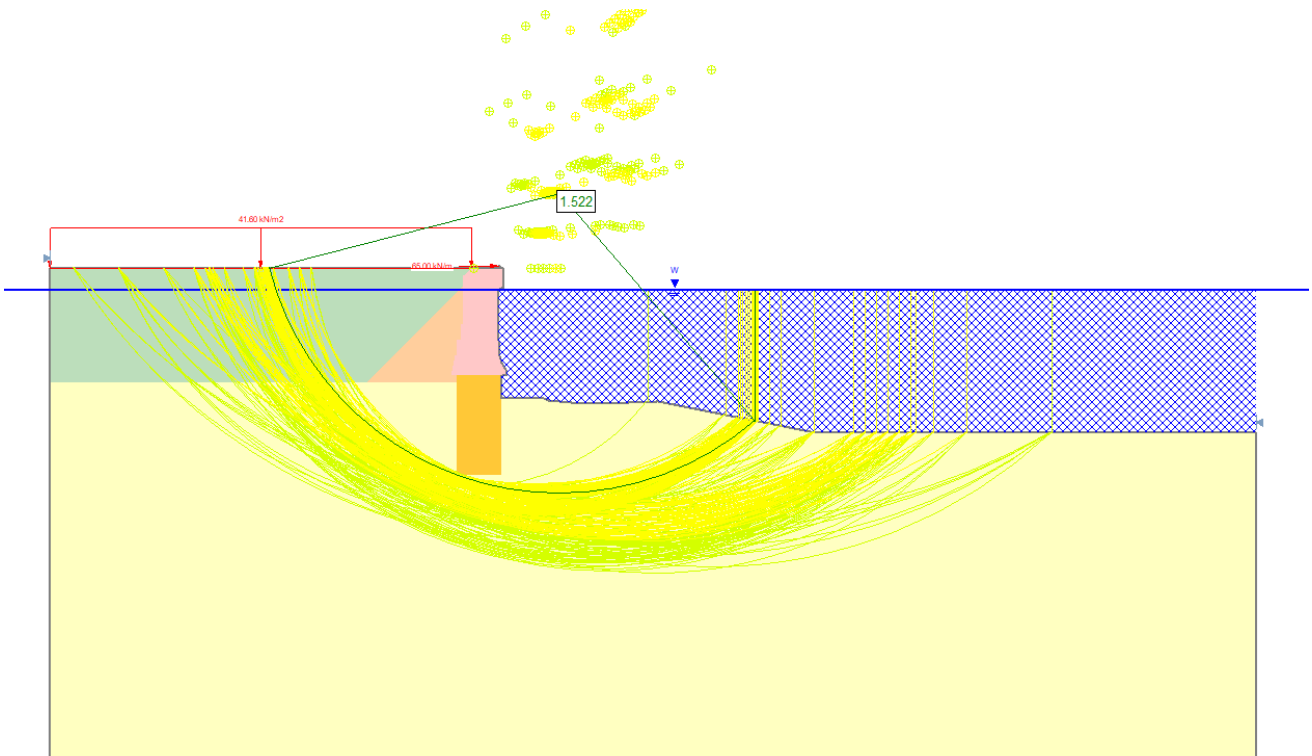
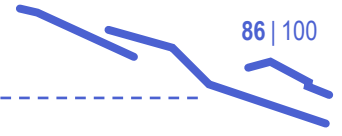


Figura 7-79: Fattore di sicurezza – Combinazione 2



7.16.5 Combinazione 3 / Sisma

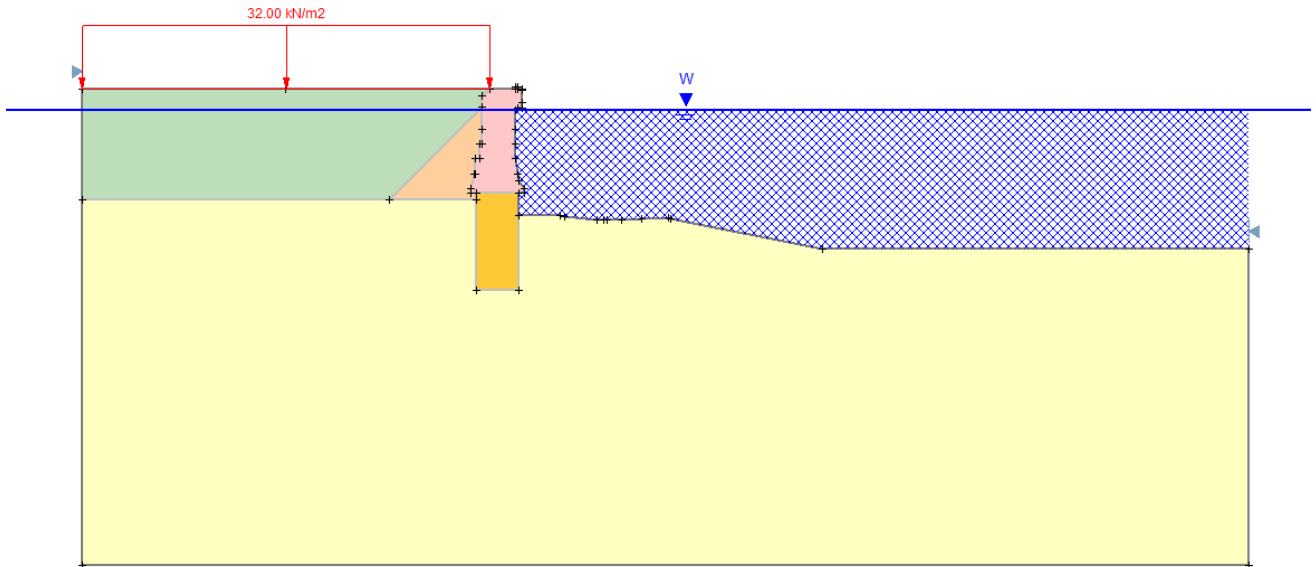


Figura 7-80: Modello di calcolo – Combinazione 3

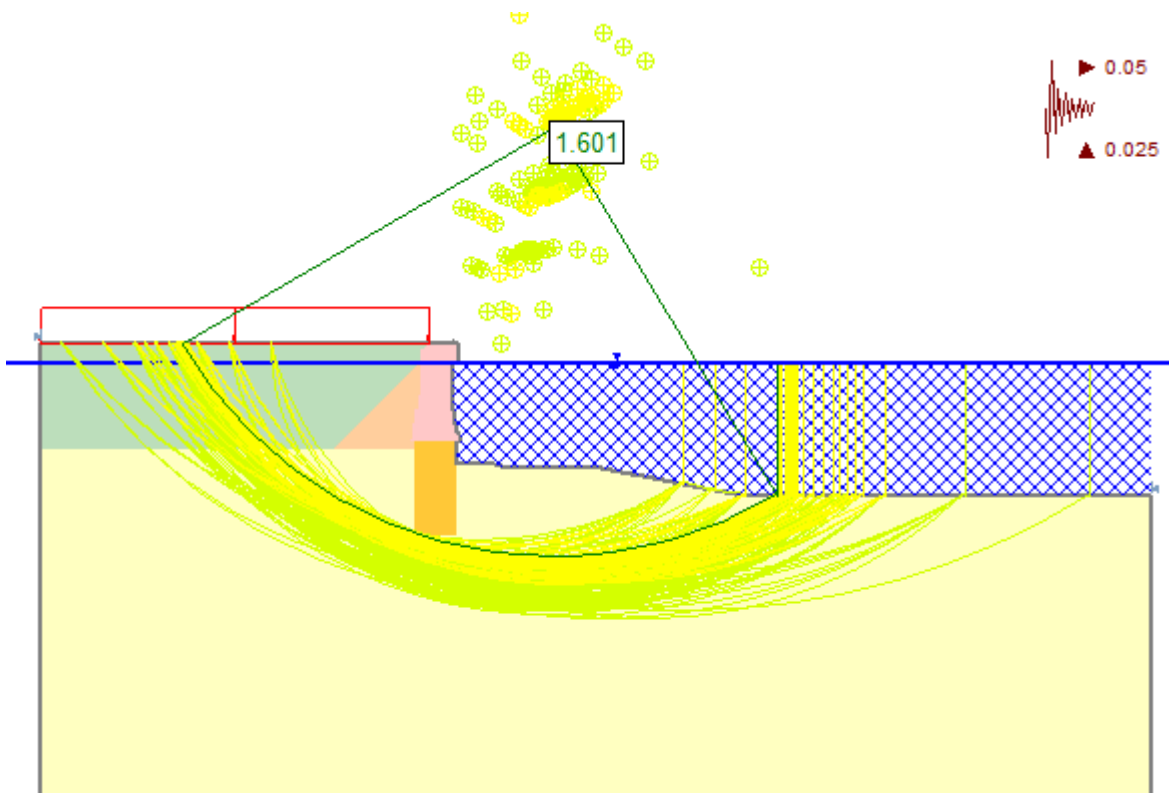


Figura 7-81: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale negativo

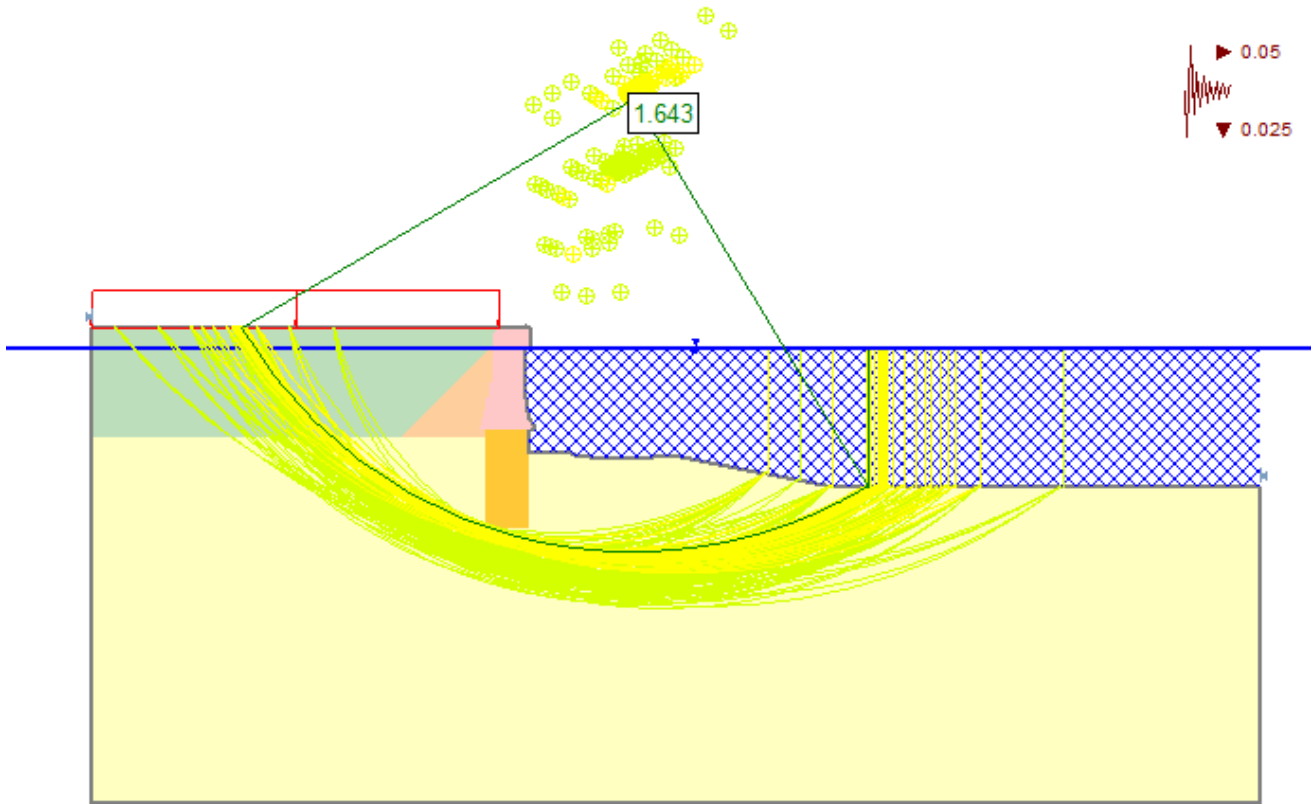
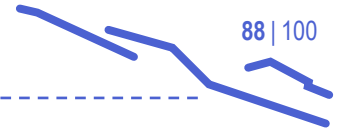


Figura 7-82: Fattore di sicurezza – Combinazione 3 – Sisma verticale positivo

7.16.6 Coefficienti di sicurezza

Combinazione	Coefficiente di sicurezza
Combinazione 1 / Sovraccarico	1.494
Combinazione 2 / Tiro bitta	1.522
Combinazione 3 / Sisma verticale positivo	1.643
Combinazione 3 / Sisma verticale negativo	1.601
MINIMO	1.494



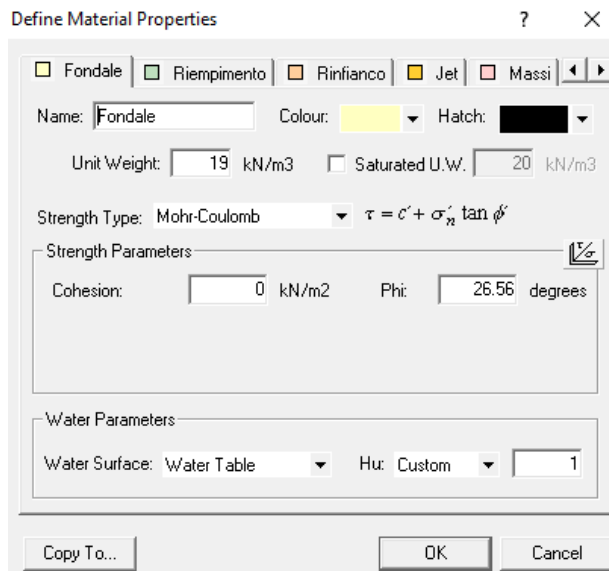
7.17 Stabilità delle scarpate

Nel presente paragrafo è riportata l'analisi di stabilità globale della scarpata in progetto con pendenza 1:5.

7.17.1 Modello geotecnico

L'analisi è stata effettuata considerando il seguente modello geotecnico (che verrà assegnato al fondale dragato) considerando i materiali, riscontrati nelle analisi precedenti, con parametri meccanici peggiori.

	γ_k	c'_k	ϕ_k
Unità	[kN/m ³]	[kPa]	[°]
Fondale	19	0	32



Define Material Properties

Fondale Riempimento Rinfiaccio Jet Massi

Name: Fondale Colour: Yellow Hatch: Black

Unit Weight: 19 kN/m3 Saturated U.W.: 20 kN/m3

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_n \tan \phi'$

Strength Parameters: Cohesion: 0 kN/m2 Phi: 26.56 degrees

Water Parameters: Water Surface: Water Table Hu: Custom 1

Copy To... OK Cancel

7.17.2 Modello di calcolo

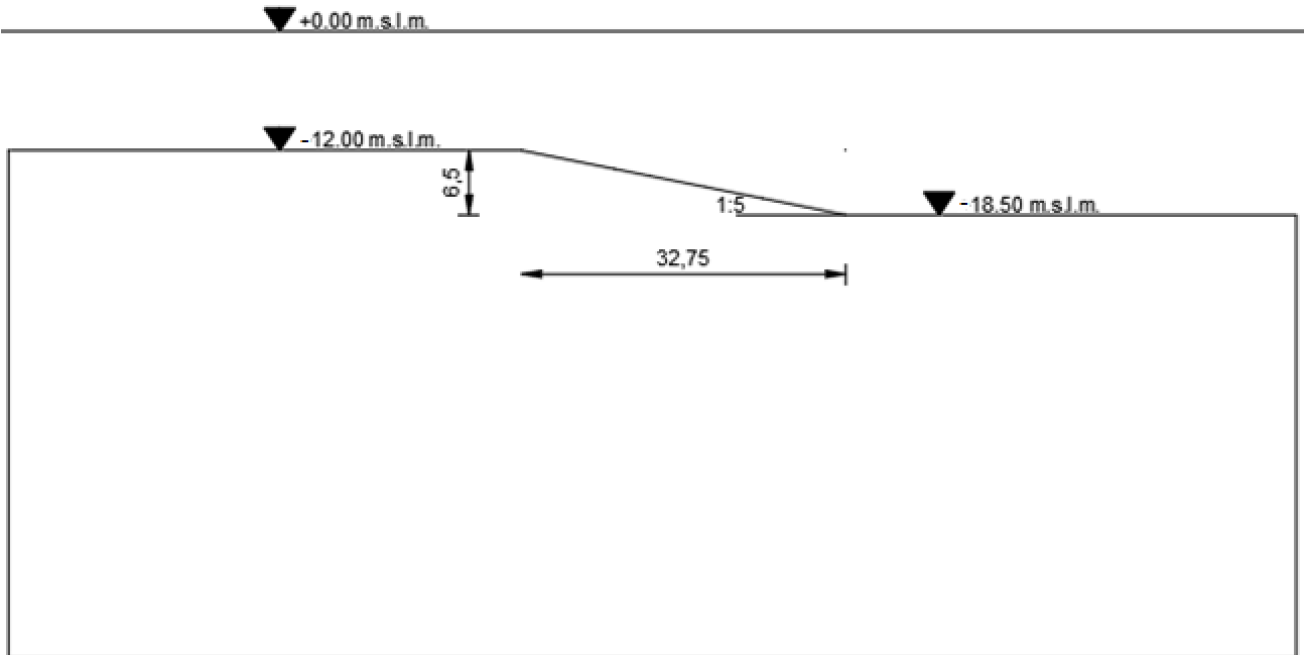


Figura 7-83: Geometria modello

7.17.3 Combinazione 1 / Dragaggio

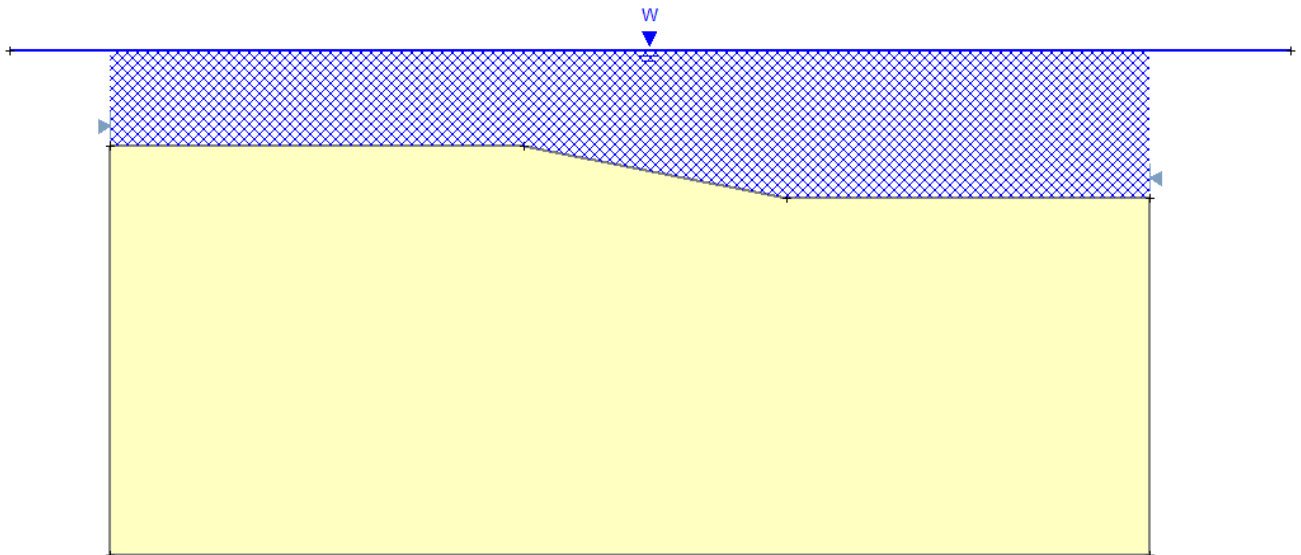


Figura 7-84: Modello di calcolo – Combinazione 2

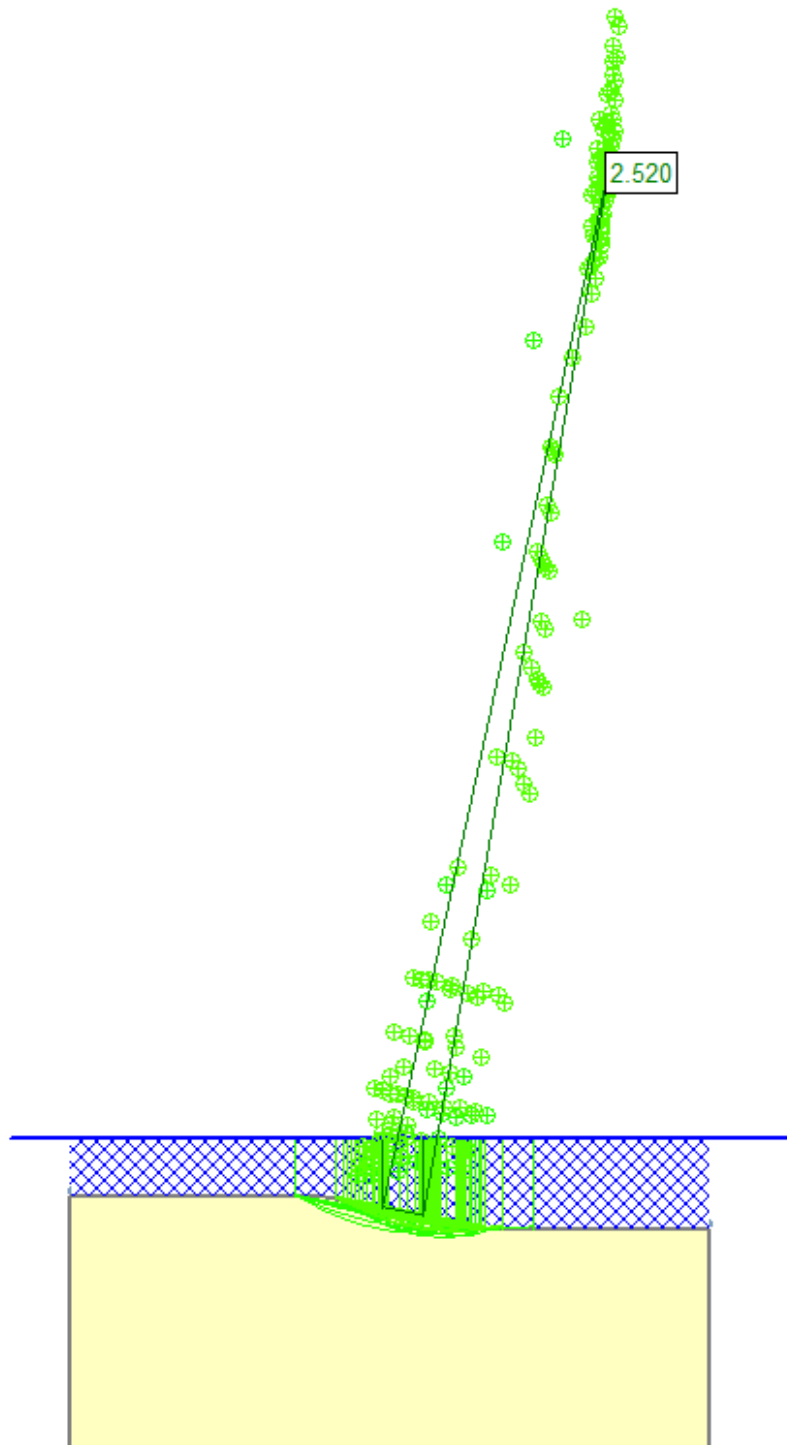
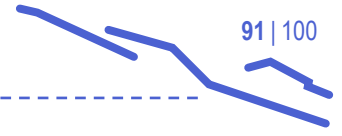


Figura 7-85: Fattore di sicurezza – Combinazione 1



7.17.4 Combinazione 2 / Sisma

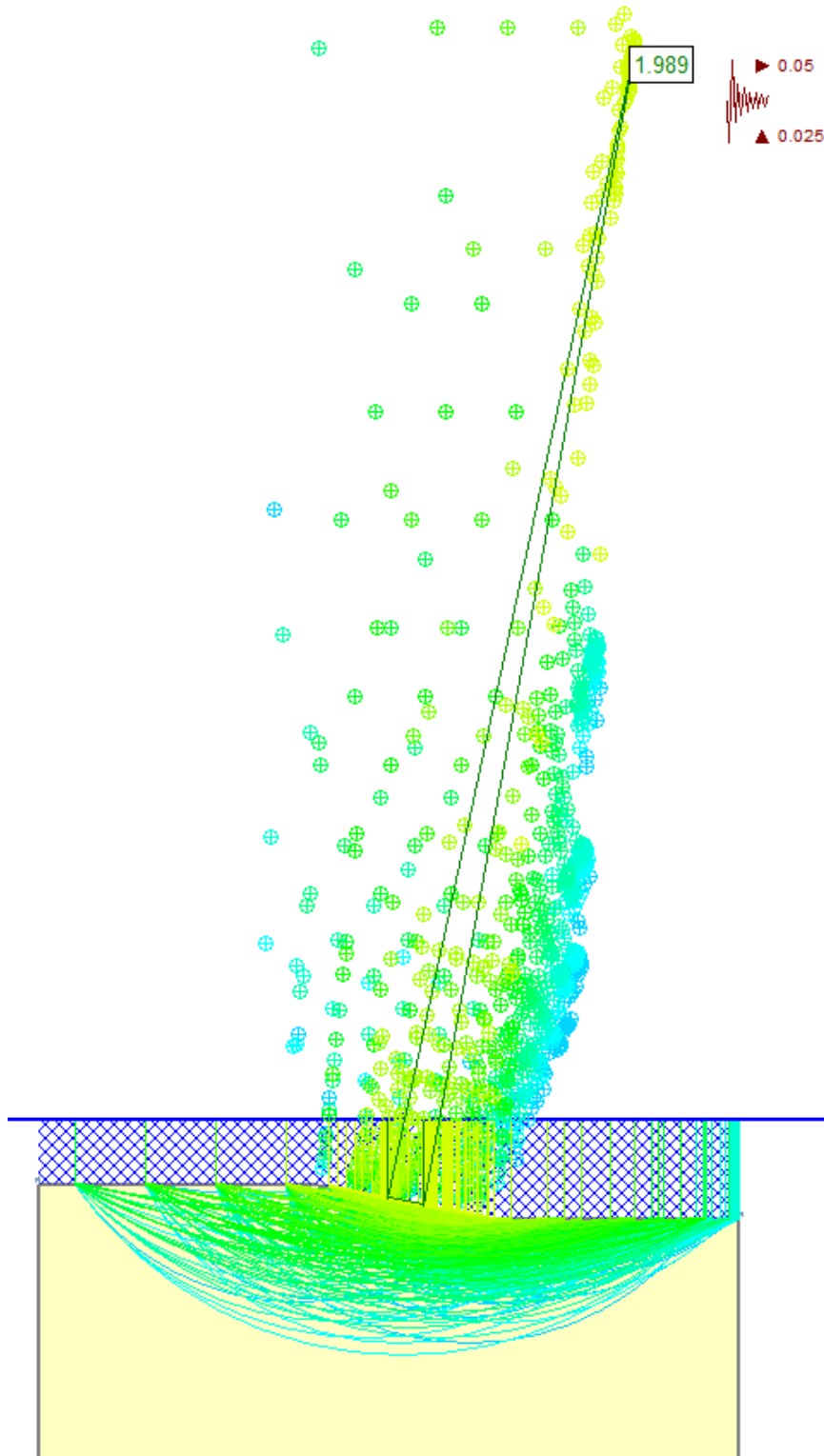


Figura 7-86: Fattore di sicurezza – Combinazione 2 – Sisma verticale negativo

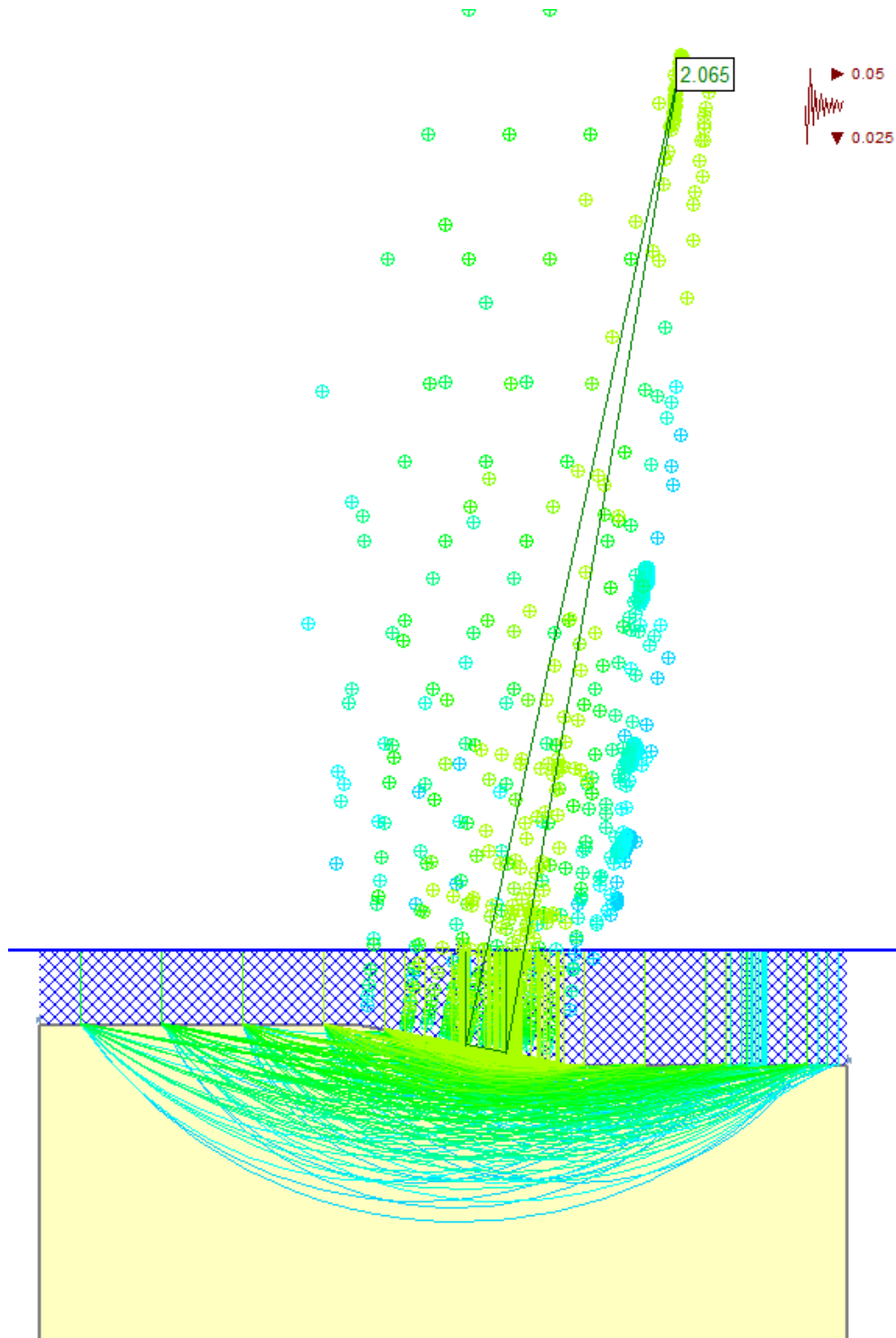


Figura 7-87: Fattore di sicurezza – Combinazione 2 – Sisma verticale positivo

7.17.5 Coefficienti di sicurezza

Combinazione	Coefficiente di sicurezza
Combinazione 1 / Dragaggio	2.520
Combinazione 2 / Sisma verticale positivo	2.065
Combinazione 2 / Sisma verticale negativo	1.989
MINIMO	1.989

8 DESCRIZIONE DEI MEZZI E DELLE TECNICHE UTILIZZATE PER LA MOVIMENTAZIONE

Il dragaggio sarà eseguito con un motopontone autocaricante dotato di benna ambientale (a tenuta, **Errore. L 'origine riferimento non è stata trovata.**) per limitare il rilascio di sedimenti potenzialmente contaminati in fase di escavo.

Si procederà con il dragaggio in funzione della qualità del materiale, prelevando per primi i sedimenti in classe E e proseguendo poi con sedimenti di qualità migliore.

Le operazioni di dragaggio si svolgeranno in maniera da limitare la produzione di torbidità; l'area di escavo è peraltro caratterizzata da una circolazione idrodinamica modesta, in particolare negli strati più profondi dove si sviluppa e ricade il plume generato dalle lavorazioni.



Figura 8-1: Motopontone autocaricante con benna ambientale

Durante tutte le fasi realizzative è previsto un monitoraggio sistematico della qualità delle acque (ed in particolare della torbidità) nelle aree circostanti quelle di intervento al fine di verificare l'assenza di impatti significativi.

I sedimenti, una volta imbarcati sul motopontone, verranno portati a destinazione presso i cassoni della nuova diga foranea, precedentemente affondati sullo scanno di fondazione. Il riempimento delle celle avverrà progressivamente nelle diverse celle che compongono il cassone, lasciando il tempo necessario per decantare alla base delle celle stesse ed eventualmente intercalando i sedimenti con materiale di apporto di peso specifico più elevato per ottenere le densità di progetto. Una volta completato il riempimento delle celle, la sommità del riempimento stesso verrà livellata con magrone per preparare la base del successivo getto della sovrastruttura.

La scelta della tecnologia di dragaggio è stata oggetto di specifiche valutazioni in fase di redazione del PFTE sottoposto a V.I.A. e si ritiene quindi di doverla confermare, sia in relazione agli esiti degli studi condotti che alla natura del sedimento da dragare, che contiene aliquote significative di materiale di classe E, in parte eccedente anche i limiti del LEG (limite effetto grave).

Lo studio condotto nell'ambito del PFTE (elaborato MI046RPF DAR067B00: "Studio di Impatto Ambientale – Allegato B, Analisi modellistiche per la propagazione di torbidità nelle acque marine costiere") ha avuto l'obiettivo di fornire una stima qualitativa e quantitativa del plume legato alla movimentazione di sedimenti, con particolare riguardo al dragaggio del Bacino di Sampierdarena e dell'avamposto di Levante, con reflimento dei sedimenti nei cassoni della nuova diga.

L'analisi ha permesso di valutare l'entità della concentrazione di sedimenti sospesi che potrebbe potenzialmente avere effetti sulle aree sensibili prossime all'area di intervento. L'approccio utilizzato, di tipo lagrangiano, ha permesso di riprodurre l'effetto delle modalità di movimentazione dei sedimenti, ricostruendo, per diversi scenari, la distribuzione spazio-temporale del plume di risospensione e l'entità della deposizione sul fondo.

Sono stati riprodotti diversi scenari, prendendo in considerazione due condizioni di vento, volte a rappresentare i campi idrodinamici forzati da eventi di Libeccio e Scirocco, caratterizzati da intensità del vento frequenti e rare. Per ogni lavorazione sono riprodotte tre diverse aree di lavoro, con l'obiettivo di identificare le condizioni peggiori rispetto alla migrazione del plume.

L'analisi dei risultati ottenuti ha permesso di osservare come l'attività di dragaggio sia potenzialmente in grado di produrre fenomeni di torbida superiori rispetto alle altre lavorazioni (consolidamento dei terreni di fondazione e rimozione dello scanno di imbasamento della diga attuale). Le concentrazioni in sospensione risultano tuttavia accettabili già a breve distanza dalle aree di escavo. A conferma delle ipotesi di lavoro dello studio condotto nell'ambito del PFTE, i lavori di dragaggio in parte anticipati rispetto al presente progetto (che interessano le medesime aree di escavo e il Canale di Calma, come area di provvisorio reflimento) si sono svolti con successo nel rispetto delle prescrizioni del Piano di Monitoraggio.

Lo studio svolto nel PFTE evidenzia come la fase più critica del dragaggio sia rappresentata dal dragaggio dell'area dell'avamposto (non interessata dai lavori anticipati di dragaggio di cui sopra) in concomitanza con venti provenienti dal settore di Libeccio. In tal caso, infatti, le simulazioni mostrano come i sedimenti risospesi possano essere dispersi e diffusi al di fuori dell'area portuale, ma non tanto da raggiungere le aree sensibili ad Est. Tale eventualità può essere efficacemente limitata effettuando il dragaggio meccanico con una benna di tipo ambientale, che dovrà essere effettivamente prudenzialmente impiegata per l'intero intervento di dragaggio.

Lo studio ha previsto l'escavo per 8 ore/giorno, con una produzione giornaliera di 3'750 m³. Le analisi della dispersione del plume proposte nel SIA fanno riferimento a tale rateo di produzione ed all'utilizzo della benna ambientale. Gli altri dati (numero di motopontoni, volume della benna, ecc.) non influiscono sulla generazione del plume. Gli esiti di tali analisi si considerano validi nelle ipotesi indicate.

Si prevede che il dragaggio verrà realizzato impiegando una motonave autocaricante da 800 mc con benna bivalve. Il cronoprogramma delle attività sviluppato nel PE è compatibile con tale tecnologia e rateo di produzione che, salvo circostanze ad oggi imprevedute, non verrà superato.

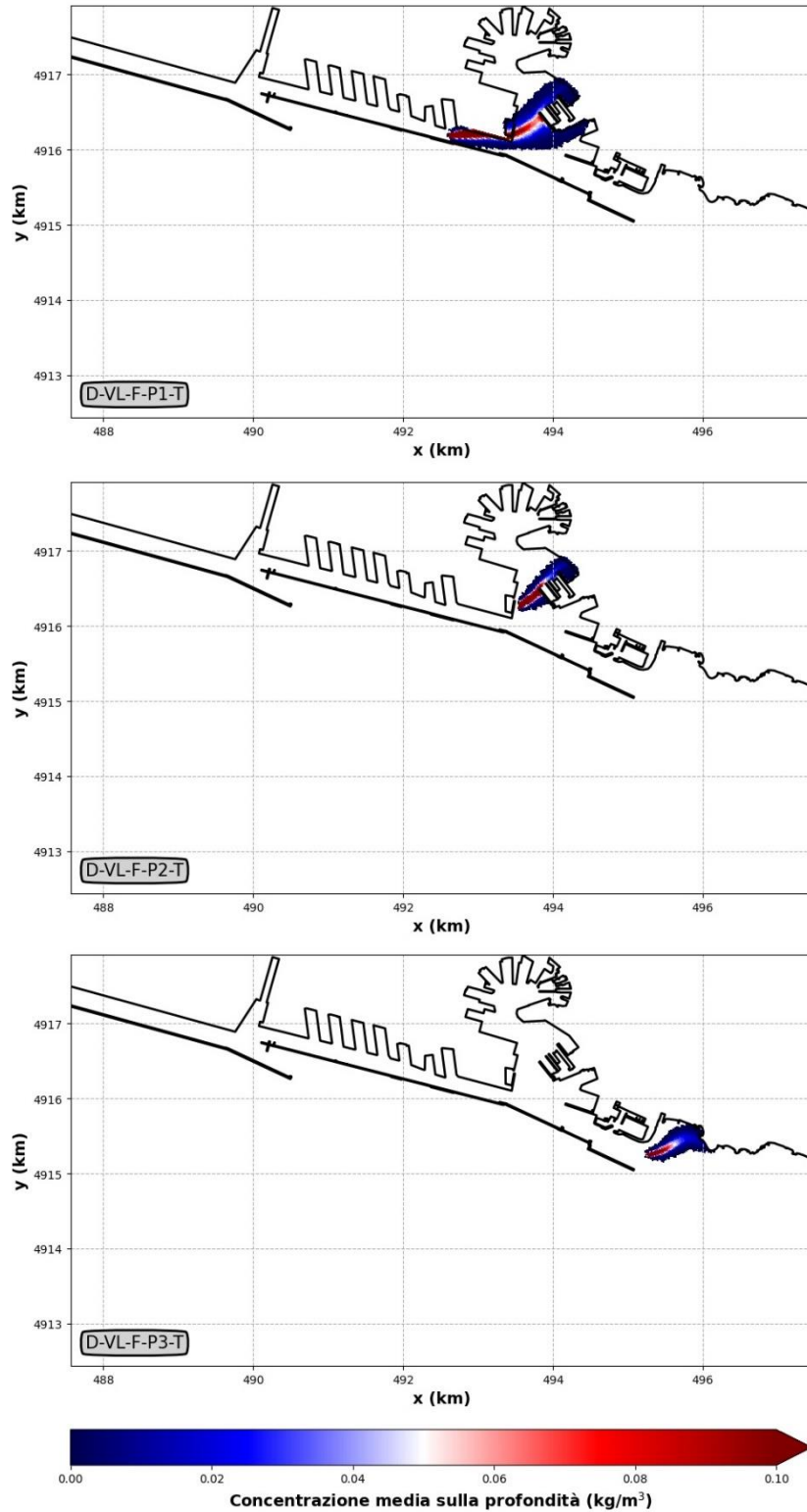


Figura 8-2: Dragaggio (D) effettuato con tecnica tradizionale (T) con vento frequente (F) di Libeccio (VL):
 concentrazioni medie sulla profondità per le diverse zone di lavoro (mg/l);
 estratto di elaborato MI046RPFAR067B00 (Allegato B del S.I.A.)

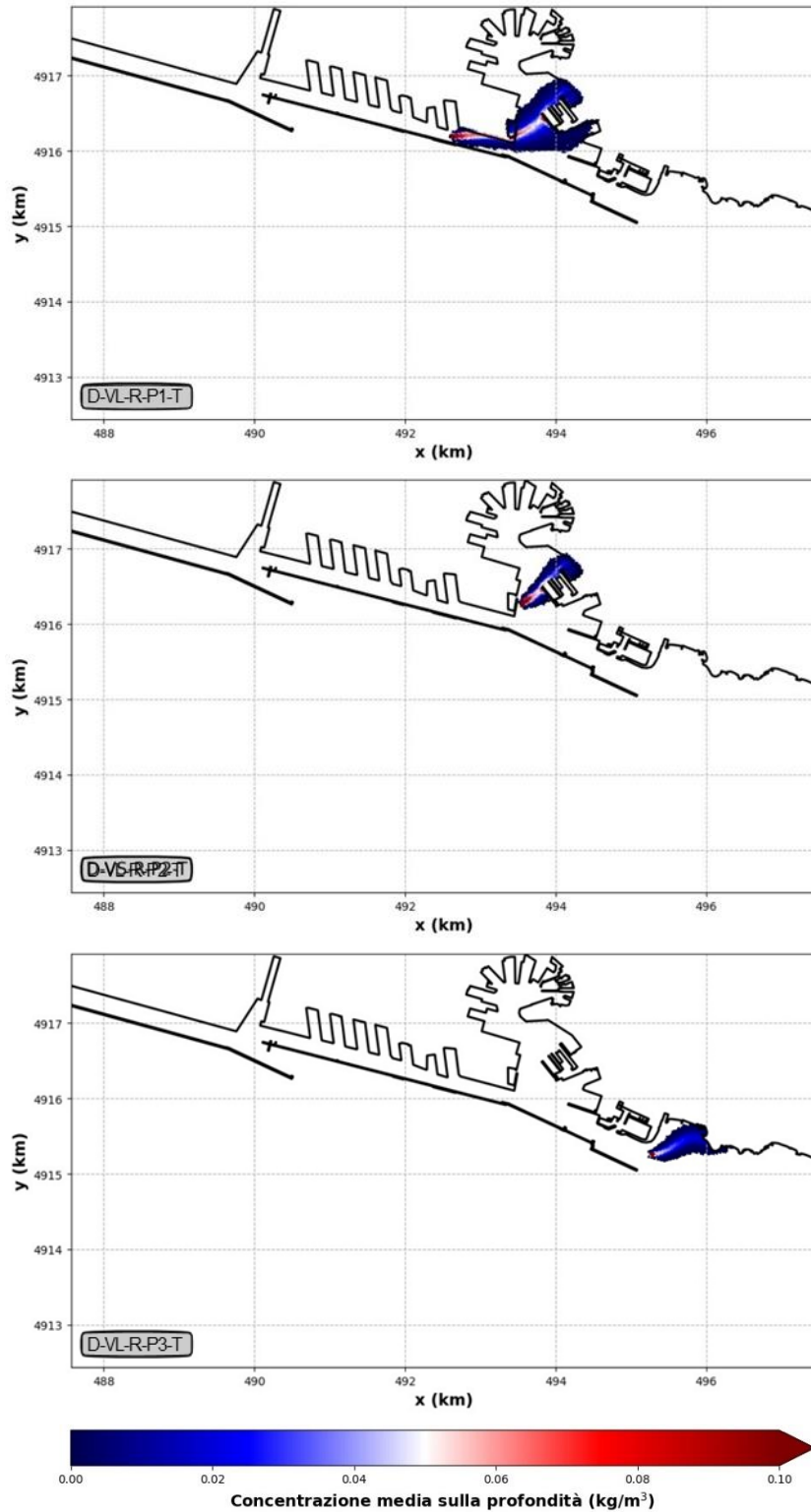


Figura 8-3: Dragaggio (D) effettuato con tecnica tradizionale (T) con vento raro (R) di Libeccio (VL):
 concentrazioni medie sulla profondità per le diverse zone di lavoro (mg/l);
 estratto di elaborato MI046RPFAR067B00 (Allegato B del S.I.A.)

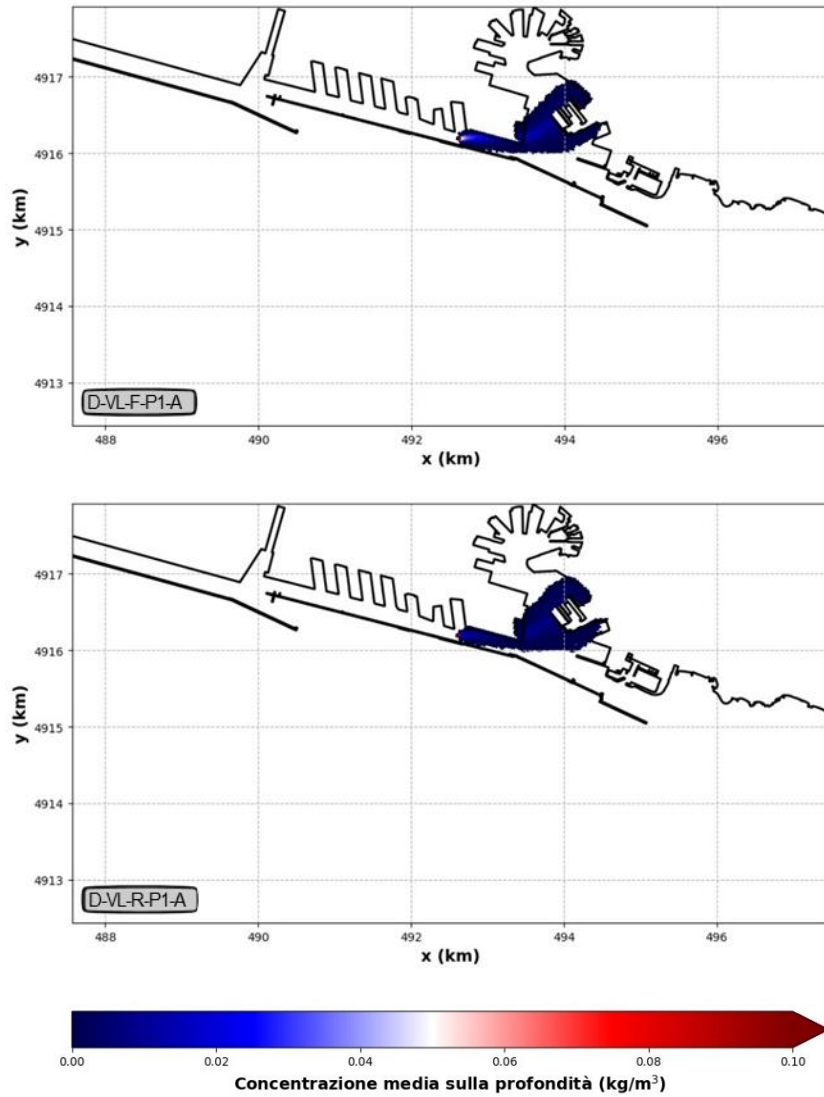


Figura 8-4: Dragaggio (D) effettuato con benna ambientale (A) con vento frequente (F) e raro (R) di Libeccio (VL):

 concentrazioni medie sulla profondità per l'area P1 di fronte a Calata Bettolo (mg/l);

 estratto di elaborato MI046RPF DAR067B00 (Allegato B del S.I.A.)

9 INTERFERENZE

In base alle informazioni disponibili nel Progetto Esecutivo 3106 LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DEI DRAGAGGI NEL BACINO DI SAMPIERDARENA E PORTO PASSEGGERI (FASE 0) e approfondite nel presente Progetto Esecutivo 3062, sono state individuate tre condotte sottomarine interrate nel fondale interessato dai dragaggi:

- 1) tubazione di scarico fognario IRETI (in adiacenza a Calata Oli Minerali);
- 2) tubazione di acquedotto IRETI (in corrispondenza della Darsena Tecnica e della Diga Esistente);
- 3) tubazione di presa acqua di mare dell'Acquario di Genova (presso l'imboccatura di Marina Fiera).

La generatrice superiore delle condotte dovrebbe trovarsi ben al di sotto delle massime profondità di dragaggio (Figura 9-1), al lordo di overdredging ed eventuali errori di manovra degli operatori. L'intervento di dragaggio sarà comunque preceduto da un rilievo SBP (sub bottom profiler) per verificare l'effettiva quota di interrimento delle condotte.

La tubazione di acquedotto IRETI, fatti salvi gli esiti della verifica di non interferenza di cui sopra, rimarrà in posizione, mentre le altre due tubazioni saranno modificate e prolungate per portare il punto di presa/scarico all'esterno della nuova diga, in posizione non interferente.

Nello specchio acqueo interno alle opere foranee si prevede di interrare le tubazioni in modo da mantenere la generatrice superiore almeno 2 m al di sotto della profondità nominale di progetto del dragaggio, mentre all'esterno la tubazione verrà appoggiata sul fondale e stabilizzata con adeguata zavorra. Il rinterro della trincea di posa avverrà o mediante spianamento del sedimento in sito, o con materiale recuperato dai dragaggi o dalla demolizione della diga esistente.

In Figura 9-3 è riportata la planimetria di risoluzione delle interferenze, con i nuovi tracciati delle condotte di presa e scarico, così come previste dal presente progetto; per i dettagli degli interventi si rimanda agli elaborati idraulici specifici.

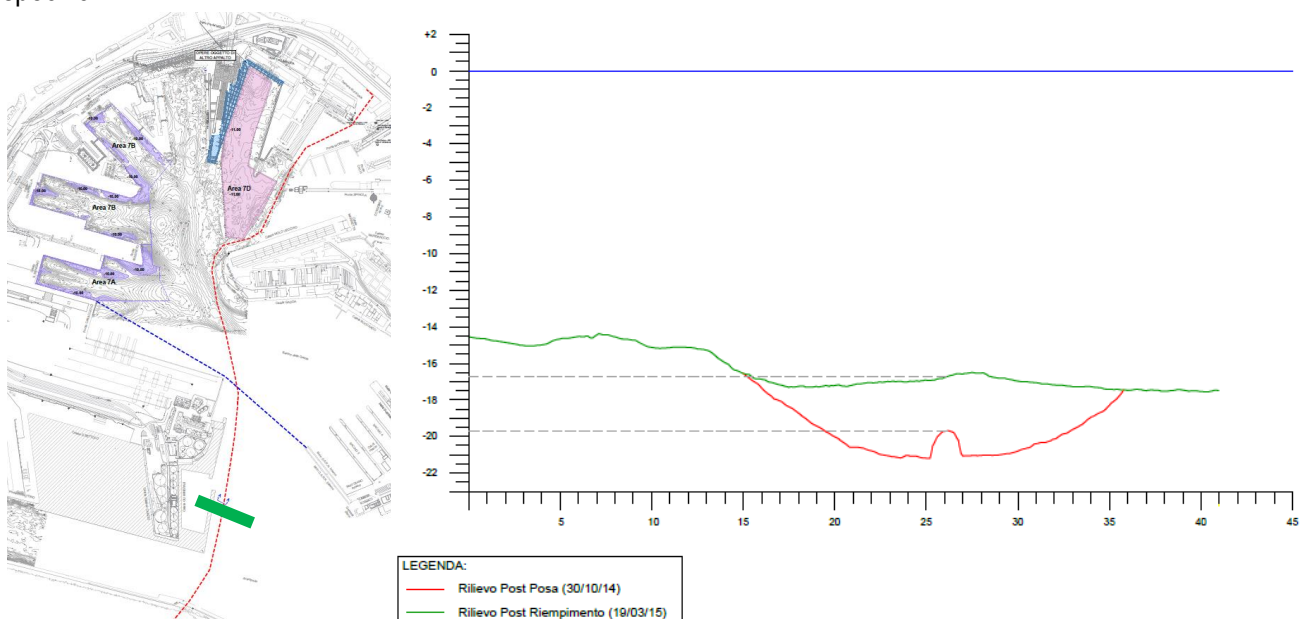
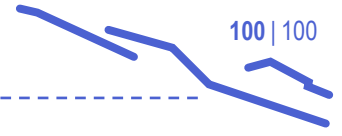
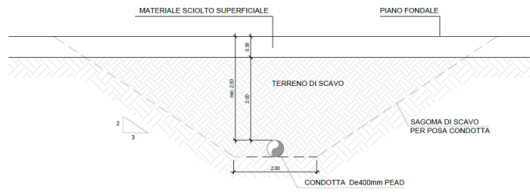


Figura 9-1: Sezione di posa rilevata della condotta di scarico fognario IRETI (cfr. progetto 3106)



SEZIONE TIPO POSA CONDOTTA INTERRATA PRESA AQUARIO DI GENOVA.



SEZIONE TIPO POSA CONDOTTA INTERRATA SCARICO IRETI

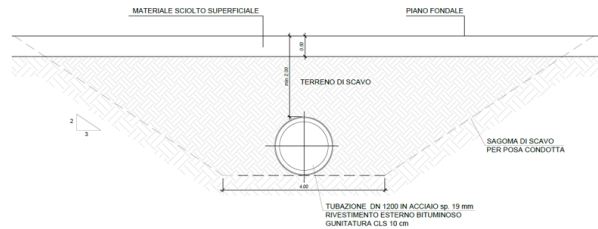


Figura 9-2: Sezione tipologica interrimento nuove condotte

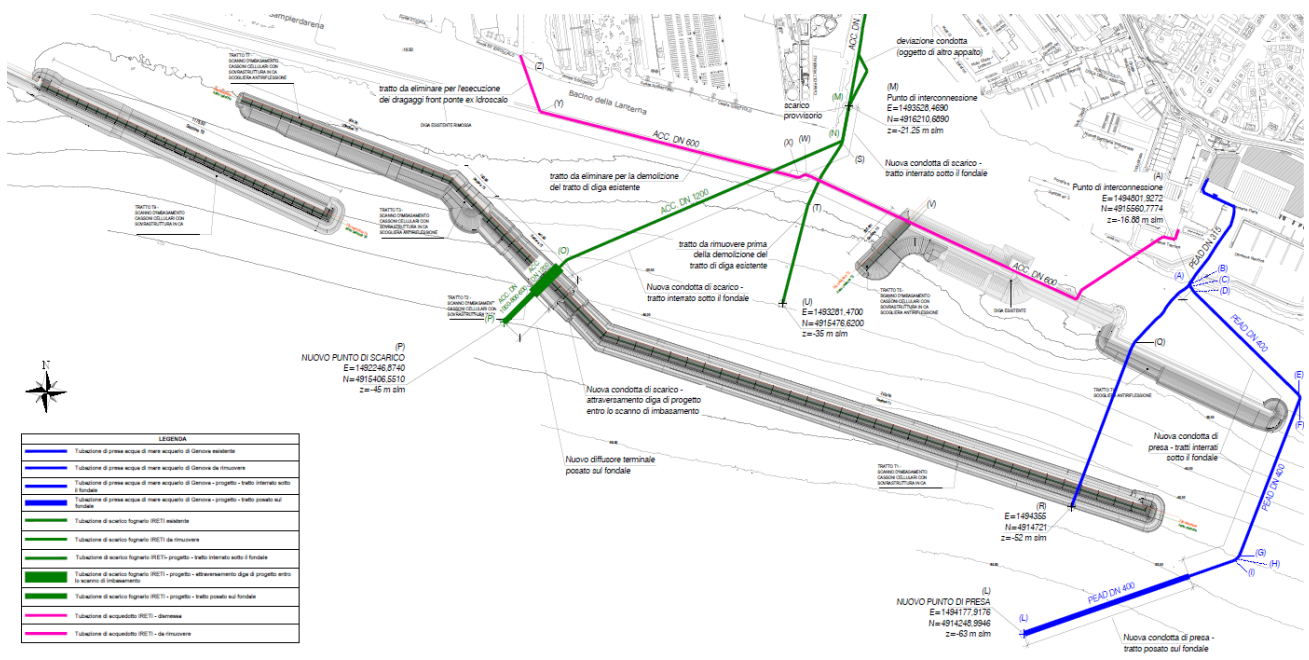
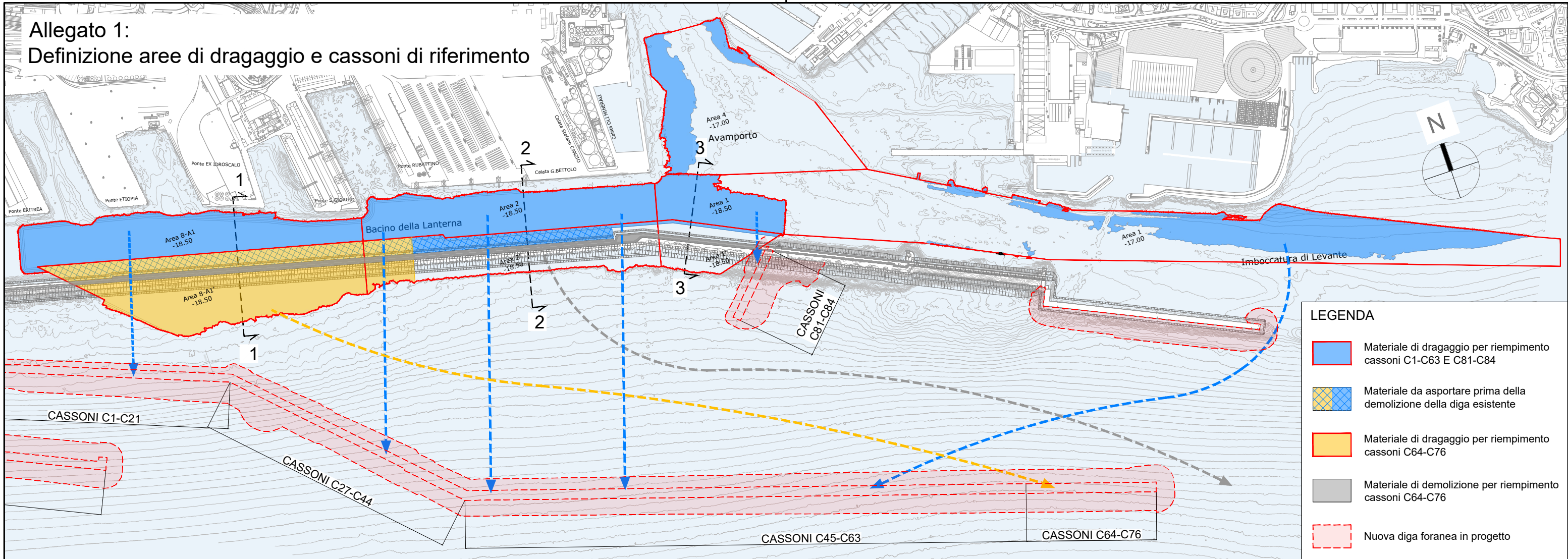
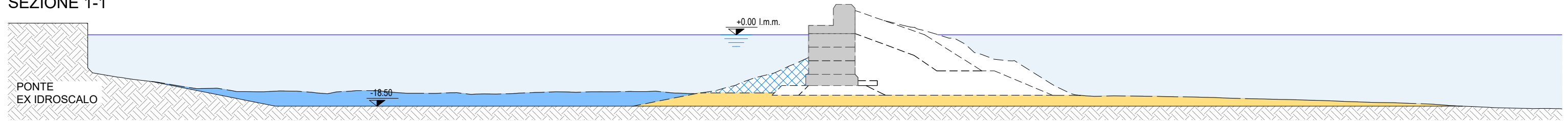


Figura 9-3: Planimetria di risoluzione delle interferenze

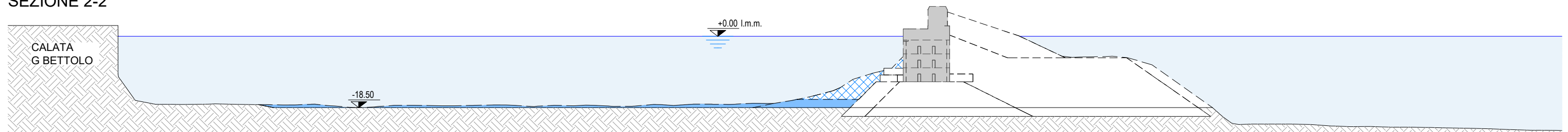
**Allegato 1:
Definizione aree di dragaggio e cassoni di riferimento**



SEZIONE 1-1



SEZIONE 2-2



SEZIONE 3-3

